ANEJO 6. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

INDICE

1. **ESTUDIO GEOTÉCNICO GITANA**
2. **ESTUDIO GEOTÉCNICO RESTINGA**
3. **ESTUDIO GEOTÉCNICO ROSARIO**

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

ESTUDIO GEOTÉNICO GITANA

21AT219-REV02

INFORME GEOTÉCNICO

584 Módulos Solares de 490W
"Gitana"
Lora del Río
(SEVILLA)

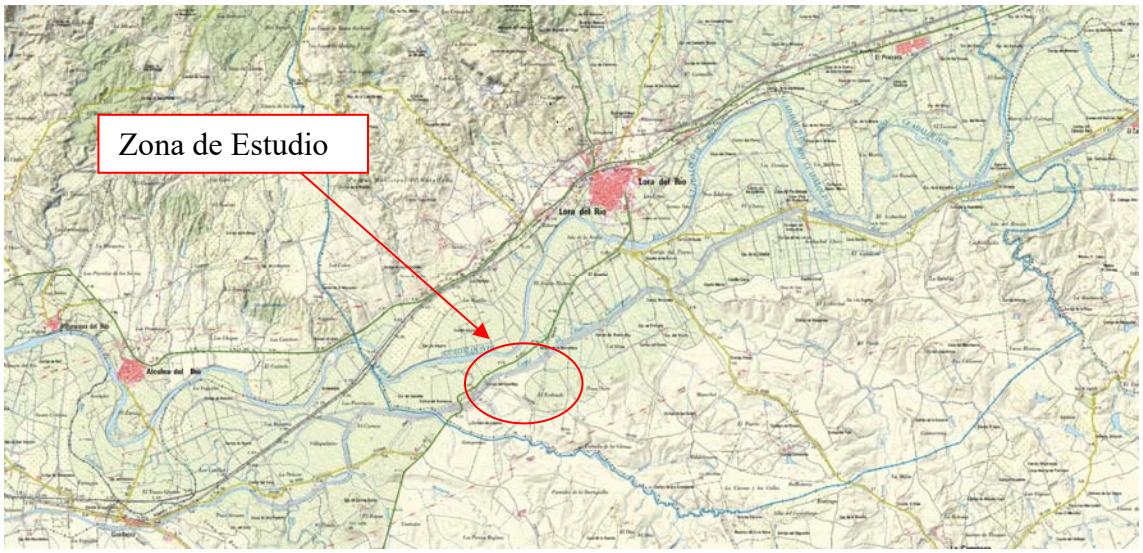
CLIENTE: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados S,L

FECHA: 09/02/2022

1.- INTRODUCCIÓN:

Se realiza el presente informe geotécnico a petición de Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados S,L para la construcción de un parque fotovoltaico compuesto de 584 Módulos solares de 490W, situado en la subestación "Gitana", en Lora del Río (Sevilla).

La zona de estudio se sitúa al Sur de Lora del Río como se muestra en la siguiente imagen:



La parcela presenta una morfología sensiblemente rectangular con su eje mayor orientado según una dirección Norte-Sur.

Por la inspección visual de la zona, en superficie se pueden observar gravas y bolos subredondeados, posiblemente pertenecientes a suelos de cauces antiguos, terrazas y depósitos aluviales/Coluviales antiguos y recientes.

El proyecto constructivo se trataría de la instalación de 584 módulos fotovoltaicos cuya cimentación será superficial mediante la hinca de perfiles

metálicos. Por ende, la resistencia por fuste será depreciable, siendo considerada únicamente una tensión admisible en punta.

Se pretende con el presente estudio conocer todos los aspectos que desde el punto de vista geotécnico afecten al proyecto, y más concretamente:

- Condiciones geológicas generales de la zona.
- Características geotécnicas del subsuelo, con obtención de los distintos parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua (en el caso de encontrarse) ante agresividad a los hormigones, según la EHE.
- Condiciones de cimentación: tipo de cimiento, cota de apoyo, cargas admisibles.
- Otras recomendaciones.

2.- TRABAJOS REALIZADOS:

Para el estudio de las características litológicas y propiedades del subsuelo se han realizado los siguientes trabajos de investigación:

2.1.- Trabajos de campo:

2.1.1. Sondeo a rotación

Se han realizado dos sondeos a rotación con extracción continua de testigo hasta una profundidad de:

Sondeo	Profundidad (m)
SR-1	6.60
SR-2	4.00

La ejecución de los sondeos ha sido realizada mediante Sonda TECOINSA TP-50, utilizando como herramienta de corte coronas de Widia, y procediéndose a la extracción de testigo continuo, ensayos S.P.T. y toma de muestra inalterada, que nos permiten conocer el corte estratigráfico del terreno, así como sus características físicas y mecánicas.

En la siguiente fotografía se muestra el equipo empleado:

Durante la perforación de los sondeos se han realizado un total de 3 ensayos estándar de penetración SPT y 2 ensayos de hinca de muestra inalterada, cuyos valores, resultados de N_{30} y N_{MI}, nos permiten conocer la compacidad y homogeneidad de las capas prospectadas. La tabla siguiente muestra las diferentes profundidades de ejecución durante la perforación de los sondeos.

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)	
		Inicio	Final
SR-1	SPT	1.50	2.10
	MI	3.00	3.60
	SPT	6.00	6.60
SR-2	MI	1.50	2.10
	SPT	2.10	2.70

Para la realización del ensayo SPT el aparato utilizado fue la cuchara normalizada tipo Terzaghi, con zapata de diámetro exterior 50.8 mm., e interior de 35.0 mm.

Pertenece al grupo de los ensayos de penetración, y este consiste en la hinca de una cuchara estándar mediante golpes propinados por una maza de 64 Kg. que cae desde una altura de 75 cm., lo que equivale a un trabajo de 0.5 Kjulios por golpe aproximadamente.

Previamente se marcan en el varillaje tres señales, de forma que queden entre sí cuatro espacios de 15 cm. cada uno. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar cada uno de estos espacios de 15 cm. la cuchara en el suelo. La primera serie de golpes no se tiene en cuenta por considerar que el hueco del sondeo esta alterado como consecuencia de la rotación de la corona del sondeo. Si se cuentan las dos series siguientes cuya suma nos da el valor de N_{30}.

Los testigos y muestras obtenidas se han depositado en cajas de PVC, las cuales han sido fotografiadas y transportadas hasta el laboratorio.

En el Anejo 3 se presenta el registro de los sondeos.

2.1.2. Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado 3 ensayos penetrométricos tipo DPSH, sobre la superficie de implantación de las futuras edificaciones, cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 2).

Las profundidades alcanzadas en los mismos fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
P-1	11.38
P-2	8.98
P-3	8.10

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Estos ensayos penetrométricos dinámicos y continuos fueron realizados con un penetrómetro automático. Este ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (19.5 cm^2) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 Kg, que cae desde una altura de 75 cm. El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm. recibe el nombre de “numero de penetración” (N_{20}). El ensayo se da por finalizado cuando aparece el “rechazo”, es decir, cuando una serie de 100 golpes consecutivos dan menos de 20 cm. de penetración.

El varillaje empleado es de 32 mm. de diámetro, lo que da una sección de 8,04 cm^2, en tanto que la de la puntaza es de 19,50 cm^2, es decir, que esta última

resulta ensanchada para que el rozamiento del terreno a lo largo del varillaje sea mínimo.

En la siguiente fotografía se muestra el equipo empleado:

En el Anejo nº 4 se adjuntan las diagrafías profundidad/N20 obtenidos de los ensayos penetrométricos realizados. Estos diagramas reflejan una medida indirecta, y casi continua, de la resistencia y de la deformabilidad de los distintos estratos atravesados.

2.1.3. Calicatas de Reconocimiento

Se han realizado 2 calicatas de reconocimiento sobre la superficie de emplazamiento de las futuras instalaciones con el fin de poder analizar el suelo más superficial, caracterizándolo y clasificándolo, y cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 1).

Las profundidades alcanzadas en las mismas fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
C-1	3.30
C-2	2.80

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente en la actualidad, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Las calicatas son ensayos muy útiles para poder analizar in situ los frentes de excavaciones mediante la apertura de una zanja que, además, permite tomar gran cantidad de material para ensayos de caracterización de suelos como asientos de firme.

Todas fueron ejecutadas con retroexcavadora marca JCB modelo 3CX provista de cazo de 60 cm de ancho.

En el anejo nº 2 al presente informe se recogen las columnas de cada una de las calicatas realizadas.

2.2.- Trabajos de laboratorio:

Los ensayos de laboratorio se han realizado a muestras obtenidas en los sondeos a rotación, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas. A continuación, se presenta una relación de los ensayos realizados:

Ensayos de identificación:

5 Uds. Granulometría por tamizado (UNE 103 101/95)

5 Uds. Limites de Atterberg (UNE 103 103/94)

5 Uds. Clasificación de suelos (ASTM D 2487/00)

Ensayos de resistencia:

2 Uds. Compresión Simple (UNE 103.400/93)

Ensayos de expansividad:

2 Uds. Presión de hinchamiento en edómetro (UNE 103 602/96)

Ensayos químicos:

4 Uds. Contenido en sulfatos solubles en suelo (Anejo 5 EHE)

2 Uds. Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 EHE)

1 Ud. Análisis de Agresividad Agua Freática (Anejo 5 EHE)

2.3.- Trabajos de gabinete:

Recopilación de datos, ensayos de laboratorio e interpretación de los mismos, así como, la confección de la presente memoria, en la que se incluyen las conclusiones del mismo.

No se contempla en este informe la influencia de cimentaciones vecinas, deslizamientos, pozos, oquedades, restos arqueológicos, etc., que en los reconocimientos puntuales no se hayan detectado.

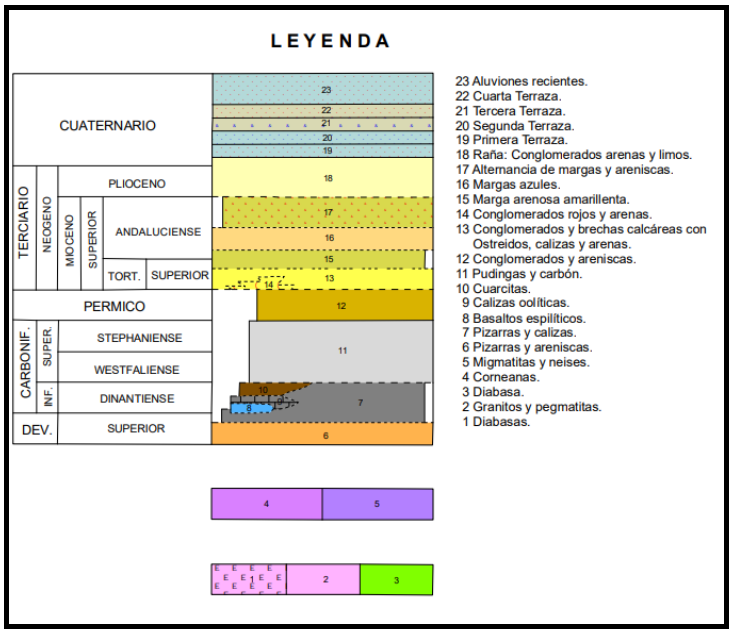
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

3.1 Geología de la Zona

Desde un punto de vista geológico y de acuerdo con la información extraída de la **Memoria de la Carta Geológica nº 963/13-39 (Lora del Rio)** a esc. 1:50.000 editada por el IGTE, en todo el área local afloran facies de aluviones recientes (ref. 23 Leyenda), facies de terraza (ref. 20 Leyenda) y como sustrato más antiguo, facies de margas azules (ref. 16 Leyenda).

Las facies más modernas, están compuestas por depósitos de aluviones recientes, de edad Cuaternario, al igual que los materiales del facies de terraza (en este caso segunda terraza).

Las facies de mayor antigüedad, y que suponen el sustrato de la parcela, serían facies de margas azules de edad del Andaluciense (Mioceno Superior).



3.2 Niveles Geotécnicos

A continuación, se describen los niveles geotécnicos que consideramos en este informe, a partir de los datos aportados por los sondeos, calicatas, los ensayos de penetración y los análisis de las muestras extraídas del mismo, que nos permiten definir unos niveles geotécnicos teóricos y simplificados.

Nivel geotécnico nº 1: Facies de suelo vegetal y rellenos.

Espesor en C-1: De 0.00 a 1.00 m.
Espesor en C-2: De 0.00 a 1.00 m.
Espesor en SR-1: De 0.00 a 1.50 m.
Espesor en SR-2: De 0.00 a 0.30 m.

Este primer nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, entre suelo vegetal y relleno de suelo antropizado. Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 0.00 a 1.00 m. Tierra vegetal de arena arcillosa con gravas y raíces.

C-2:

De 0.00 a 1.00 m. Tierra vegetal de arena arcillosa con gravas y raíces.

SR-1:

De 0.00 a 0.30 m. Tierra vegetal de arena arcillosa con gravas y raíces.

De 0.30 a 1.50 m. Relleno de bolos y gravas en matriz arcilloarenosa marrón oscura.

SR-2:

De 0.00 a 0.30 m. Relleno de bolos en matriz arenosa.

Estos niveles más superficiales se asocian con materiales alterados, antropizados y podrían representar niveles de echadizos de excavaciones, vertidos para igualar o explanar la parcela.

Estos niveles alterados y/o antropizados presentan unas características de baja compactación, siendo potencialmente colapsable por inundación bajo carga, por lo que no se considera apto para apoyar cualquier elemento de cimentación, por lo que se deberá atravesar por los elementos de cimentación.

Nivel geotécnico nº 2: Facies de Aluvial

Espesor en C-1: De 1.00 a 2.10 m.
Espesor en C-2: De 1.00 a 2.00 m.
Espesor en SR-1: De 1.50 a 2.50 m.
Espesor en SR-2: De 0.30 a 2.20 m.

Este segundo nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, con niveles con gran cantidad de gravas y bolos de canto rodado y algunos angulosos (indicativos de aluviales). Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 1.00 a 2.10 m. Arenas arcillosas marrones con bolos y gravas con restos vegetales.

C-2:

De 1.00 a 2.00 m. Gravas y bolos arenolimosas marrones grisáceas.

SR-1:

De 1.50 a 2.50 m. Gravas y bolos subredondeados y subangulosos en matriz areno arcillosa marrón verdosa

SR-2:

De 0.30 a 2.20 m. Bolos y gravas en matriz arcillosa marrón oscuro.

Los resultados de ensayos analizados en este nivel se reflejan en la tabla siguiente:

Sondeo:		SR-1	SR-2
Muestra:		SPT	MI
Profundidad (m):		1.50-2.10	1.50-2.10
Clasificación (U.S.C.S/A.S.T.M./ I.G)		GC/A-7-5/0	CL/A-7-6/9
Granulometría por tamizado	**% # nº 5**	47.0	64.0
	% # nº 0.4	11.0	54.0
	% # nº 0,08	7.8	50.0
Límites Atterberg	**Límite Líquido (LL)**	44.1	47.1
	Limite Plástico (LP)	18.4	20.7
	Índice Plasticidad (IP)	25.7	26.4
Agresividad del suelo	**Sulfatos (mg/kg)**	Inap.	Inap.
	Baumann-Gully (ml/kg)		Inap.

La fracción fina (% Pasa por Tamiz 0.08 mm) en las muestras analizadas representa un intervalo del 7.8-50 % del total en las muestras.

El porcentaje máximo (% que retiene el tamiz 5) es variable y con un intervalo del 53-36%.

Las muestras analizadas que se consideran más representativas de este nivel pertenecen al grupo de materiales con porcentajes de fracción fina intermedios. A efecto de cálculos, se considerará como un material intermedio, aplicando formulaciones más basadas en los valores de golpeo.

Se caracteriza por tener propiedades ingenieriles tales como; permeabilidad muy baja a impermeable, capilaridad media-elevada, características de drenaje muy pobres a no-drenantes. Tienen deficiente capacidad de soporte y resistencia al corte, aun cuando son compactados a máxima densidad, mostrando elevada compresibilidad, y pierden capacidad de soporte cuando absorben humedad.

En base al resultado del ensayo para la determinación del contenido en sulfatos de un suelo, y según el Capítulo nº2 de la Instrucción EHE-08, el terreno analizado se evaluaría como un suelo "no agresivo" para el hormigón.

Nivel geotécnico nº 3: Margas

Espesor en C-1: De 2.10 a 3.30 m. (Fin de calicata)
Espesor en C-2: De 2.00 a 2.80 m. (Fin de calicata)
Espesor en SR-1: De 2.50 a 6.60 m. (Fin de sondeo)
Espesor en SR-2: De 2.20 a 4.00 m. (Fin de sondeo)

Como último nivel se reconoce unas margas marrones con veteados grisáceos con brillo céreo y fractura concoide. Presenta nódulos de carbonatos y cristales de yesos.

Los resultados de ensayos analizados en este nivel se reflejan en la tabla siguiente:

Sondeo:		SR-1	SR-1	SR-2
Muestra:		MI	SPT	SPT
Profundidad (m):		3.00-3.60	6.00-6.60	2.10-2.70
Clasificación (U.S.C.S/A.S.T.M./ I.G)		SC/A-7-5/2	CH/A-7-6/65	CH/A-7-6/65
Granulometría por tamizado	% # nº 5	58.0	100	99.0
	% # nº 0.4	34.0	100	98.0
	% # nº 0,08	28.4	99.1	97.1
Límites Atterberg	Límite Líquido (LL)	66.6	86.8	88.1
	Limite Plástico (LP)	27.7	32.1	29.3
	Índice Plasticidad (IP)	38.9	54.7	58.8
Agresividad del suelo	Sulfatos (mg/kg)	Inap.	-	Inap.
	Baumann-Gully (ml/kg)	-	-	-

En base al resultado del ensayo para la determinación del contenido en sulfatos de un suelo, y según el Capítulo nº2 de la Instrucción EHE-08, el terreno analizado se evaluaría como un suelo "no agresivo" para el hormigón.

3.3. Nivel Freático y Coeficiente de Permeabilidad

A la profundidad alcanzada en los sondeos a rotación (6.60 metros) se ha detectado la presencia de Nivel Freático en el pozo que quedo revestido como pozo de observación, mediante tubería piezométrica de a una profundidad de 1.30 m.

A continuación, en función de la permeabilidad de los suelos y la presencia del nivel freático, se darán los parámetros para el cálculo del grado de impermeabilidad.

La presencia de agua se considera:

a) Baja: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.

b) Media: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.

c) Alta: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso en concreto la **presencia de agua es MEDIA.**

El coeficiente de permeabilidad es una de las propiedades más importantes y que más difiere de unos suelos a otros. Quizá una de las causas principales del radicalmente diferente comportamiento de una arena y una arcilla será el que la arcilla es mucho más impermeable. Podemos citar los siguientes valores típicos del coeficiente de permeabilidad en suelos:

Tipo de suelo	***K* (cm/s)**
Gravas	> 1
Arenas gruesas	10^{-1}
Arenas medias	10^{-1} - 10^{-2}
Arenas finas	10^{-2} - 10^{-3}
Arenas limosas	10^{-3} - 10^{-4}
Turba	3.8×10^{-3} - 10^{-4}
Limos, arcillas meteorizadas	10^{-4} - 10^{-7}
Terraplén compacto impermeable	10^{-6} - 10^{-8}
Arcillas no meteorizadas	10^{-7} - 10^{-9}

El sustrato de la parcela está formado por unas margas, por lo que vamos a estimar un valor de **coeficiente de permeabilidad de 10^{-4}- 10^{-7}**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

PRESENCIA DE AGUA	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO	
	Ks > 10^{-5}	Ks ≤ 10^{-5}
ALTA	5	4
MEDIA	4	3
BAJA	2	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Por lo tanto, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, vamos a estimar un **coeficiente de impermeabilidad de 3.**

3.4. Expansividad

Con el fin de determinar el potencial expansivo de los materiales presentes en la parcela se ha realizado un ensayo de Máxima Presión de Hinchamiento en edómetro sobre Muestra Inalterada. Los resultados obtenidos son:

Sondeo	Prof. (m)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Presión de Hinchamiento(kg/cm²)
SR-2	1.50-2.10	17.57	19.28	0.28

Además de los resultados obtenidos en los ensayos de hinchamiento expuestos anteriormente, podemos tomar los valores promedio de los ensayos de

identificación con los siguientes índices medios para evaluar el potencial expansivo de las arcillas (tomamos los valores de las muestras más superficiales):

Índice de Plasticidad (IP):	26.4%
Límite Líquido (LL):	47.1%
%Tamiz 0,08:	50.0%

Con estos valores se puede evaluar el potencial expansivo de estos materiales en función de diversos criterios, cuyos rangos de valores empleados comúnmente en la bibliografía se presentan a continuación:

Criterios para evaluar el potencial expansivo

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Indice de plasticidad	<18	15-28	25-40	>35
Límite líquido	<30	30-60	40-60	>60
% tamiz nº200 ASTM	>30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
W/Wl	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	<0.25
W/Wp	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	<0.6
Presión máx. hinch. (Kg/cm^2)	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	>3.0
Hinch. probable superf (cm)	0-1	1-3	3-7	>7
% Hincham. probable	<1	1.5	3-10	>10

Según se desprende de la tabla anterior, los materiales del nivel geotécnico 2 se pueden clasificar por los parámetros indirectos (índice de plasticidad, límite líquido, % tamiz 0.08, etc) como de expansividad Media.

Sin embargo, existen otros criterios que podrían afinar más la definición de su potencial expansivo. Uno de los más usados es el propuesto por Seed et al (Correlations of Soil Properties) mediante la siguiente formulación:

$$S = 60 \cdot K \cdot IP^{2,44}$$

Siendo K una constante de valor igual a $3{,}5 \cdot 10^{-5}$, e IP es el índice de plasticidad.

De este modo, a partir del valor de S obtenido, siguiendo el siguiente cuadro es posible evaluar el riesgo de expansividad que presenta una unidad geotécnica:

Swelling potential (%)	*Description*
0–1.5	Low
1.5–5	Medium
5–25	High
25+	Very high

En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos para los índices de plasticidad característicos de los materiales analizados:

Sondeos:	**SR-2**
Muestra:	MI-1
Profundidad (m):	1.50-2.10
Clasificación (U.S.C.S)	CL
Índice Plasticidad (IP)	26.4
Potencial Expansivo (%)	**6.4**
	Alto

Según estos datos, los materiales que forman este nivel presentarían un riesgo por expansividad de tipo Medio -Alto, por lo que no se descarta que puedan presentar procesos de naturaleza expansiva en caso de variaciones en el grado de humedad (expansividad/retracción) en relación con este nivel.

La capa activa del terreno se considera a los 3.00 primeros metros del subsuelo por debajo de la superficie. Esta “capa activa” es la profundidad que puede estar afectada por cambios de humedad atmosféricos y, por tanto, puede intervenir en los cambios de humedad de materiales potencialmente expansivos,

como los aquí estudiados. Esta condición será determinante para la elección del tipo de cimentación.

Con todos los datos podemos establecer un rango de Expansividad Media-Alta.

Es adecuado recordar que los problemas expansivos en arcillas vienen condicionados, aparte de por la propia naturaleza de la arcilla y su potencial intrínseco de cambio de volumen, por la variación en las condiciones de humedad que en ellas se produzcan. Si se consiguen mantener unas condiciones estables para el contenido de agua no aparecerán problemas de cambio de volumen y en consecuencia tensiones derivadas.

3.5. Características Resistentes

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los tres ensayos de penetración dinámica realizados en la zona de implantación de la edificación, denominados P-1 a P-3, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2. Además se cuenta con la información obtenida en el ensayo de hinca realizados en el interior de los sondeos (Muestra Inalterada y ensayos SPT). A continuación se exponen los resultados obtenidos en todos ellos:

- Ensayos de hinca en el interior de los sondeos:

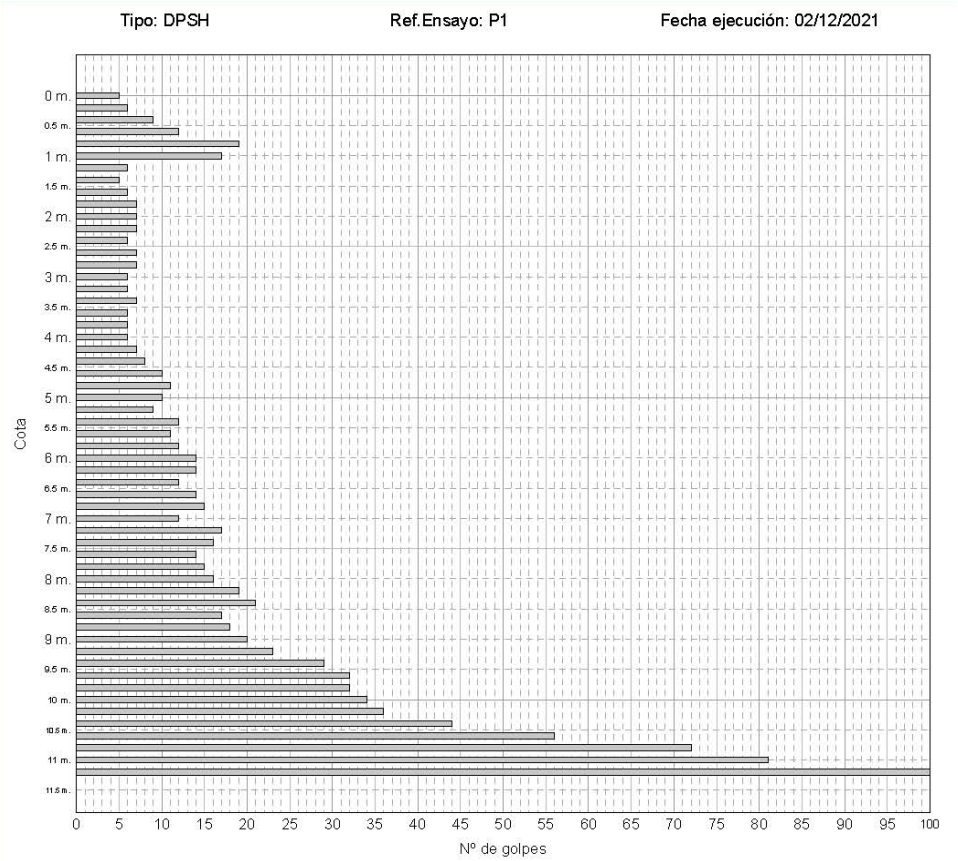
En el interior del sondeo se ha realizado un ensayo de hinca de Muestra Inalterada y SPT. Los valores de golpeo obtenidos son los siguientes:

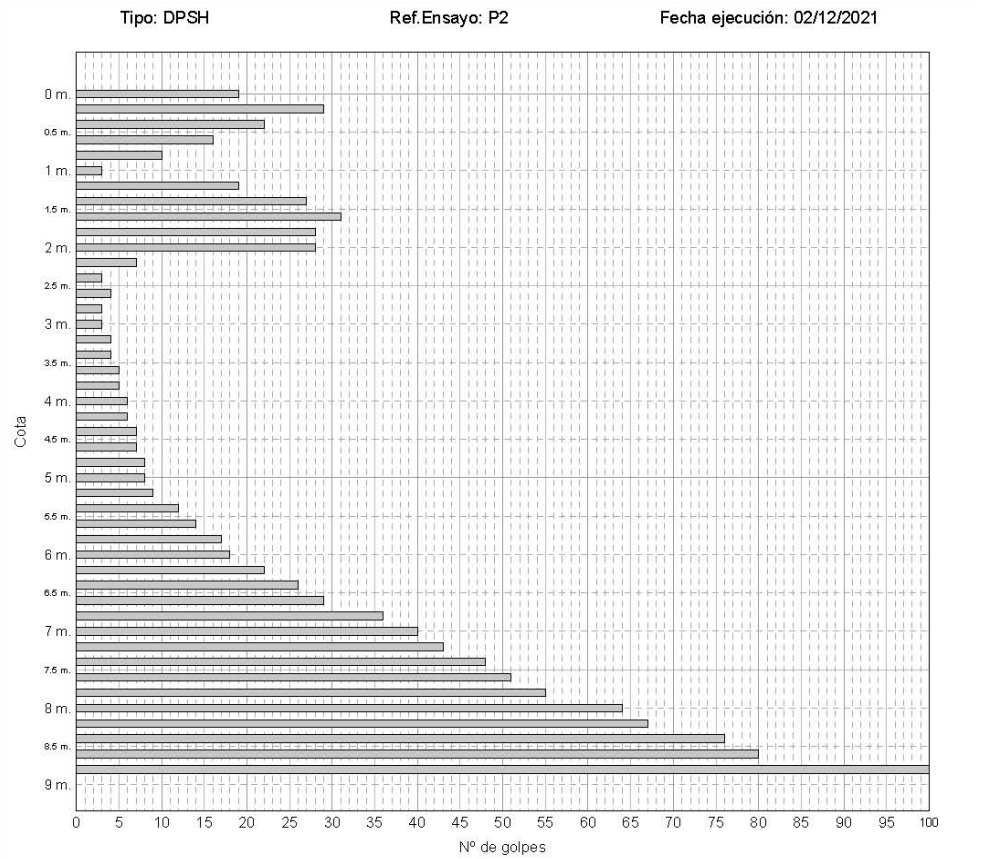
Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N_{SPT}	N_{MI}
		Inicio	Final		
SR-1	SPT	1.50	2.10	23	-
	MI	3.00	3.60	-	13
	SPT	6.00	6.60	22	-
SR-2	MI	1.50	2.10	-	59
	SPT	2.10	2.70	12	-

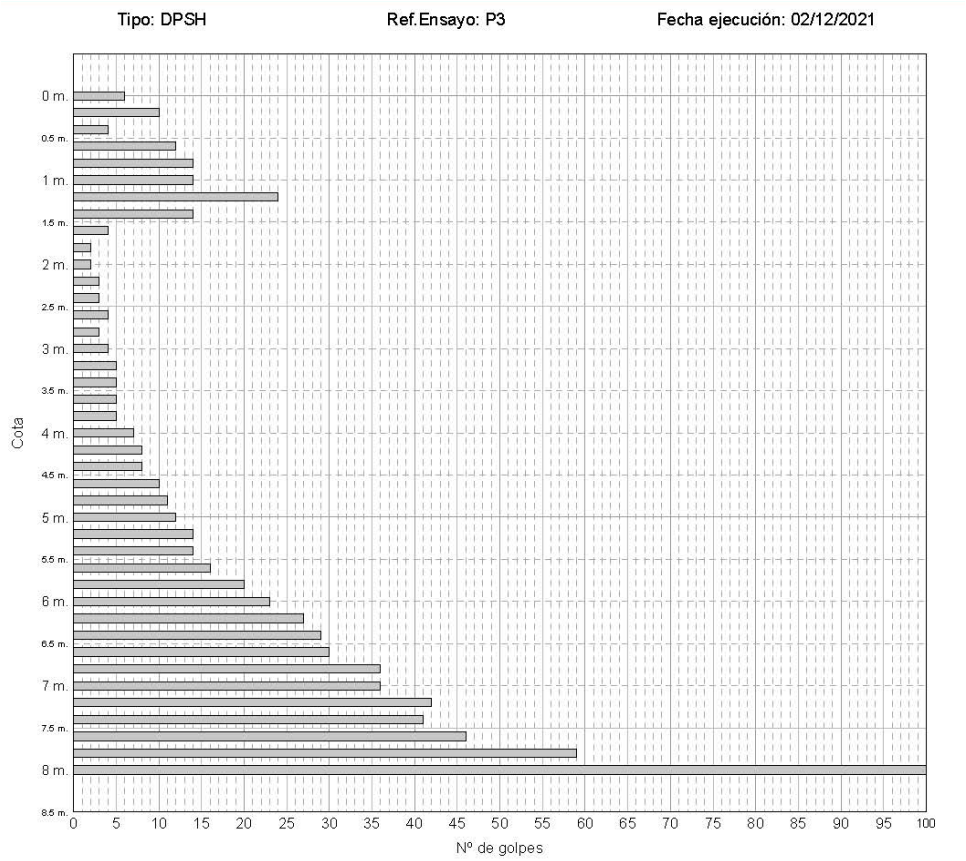
➢ Ensayos de penetración dinámica:

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los tres ensayos de penetración dinámica realizados denominados P-1 a P-3, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2.

A continuación, se presentan dichas gráficas:


Tipo: DPSH
Ref.Ensayo: P1
Fecha ejecución: 02/12/2021
Cota
0 m.
0.5 m.
1 m.
1.5 m.
2 m.
2.5 m.
3 m.
3.5 m.
4 m.
4.5 m.
5 m.
5.5 m.
6 m.
6.5 m.
7 m.
7.5 m.
8 m.
8.5 m.
9 m.
9.5 m.
10 m.
10.5 m.
11 m.
11.5 m.
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
Nº de golpes


Tipo: DPSH
Ref.Ensayo: P2
Fecha ejecución: 02/12/2021
Cota
0 m.
0.5 m.
1 m.
1.5 m.
2 m.
2.5 m.
3 m.
3.5 m.
4 m.
4.5 m.
5 m.
5.5 m.
6 m.
6.5 m.
7 m.
7.5 m.
8 m.
8.5 m.
9 m.
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
Nº de golpes



En los tres ensayos de penetración dinámica se aprecia un comportamiento similar, con lo que son correlacionables. Así, se podrían diferenciar algunos condicionantes resistentes:

- De 0.00 a 1.50/2.00 m. aprox. presenta un golpeo irregular, valores que asociamos a la capa superior de tierra vegetal y rellenos.
- De 1.50/2.00 a 4.00/4.50 m aproximadamente se produce un descenso del golpeo con valores medios de 4-6 golpes que asociamos a la franja superior de las Margas reconocidas en los sondeos y calicatas.
- Esa a partir de los 4.0/4.50 metros cuando el golpeo asciende con la profundidad hasta llegar a alcanzar la condición de rechazo.

- Ambas verticales demuestran gran homogeneidad tanto en su comportamiento como en su profundidad de rechazo, por lo que a escala de la parcela de estudio se demuestra gran homogeneidad.
- Los resultados de los ensayos de hinca en sondeo están en consonancia con los resultados de las verticales continuas de los ensayos de penetración, por lo que se demuestra la no existencia de niveles flojos o heterogeneidades marcadas en la parcela de instalación del futuro campo fotovoltaico.

Los valores de los ensayos SPT y de toma de Muestra Inalterada estarían en consonancia con los valores de N_{20}, demostrando consistencias blandas a firmes y valores de N_{30} bastante homogéneos de 8-12 hasta 3.00-4.00 m. y aumentando a valores en torno a 20 por debajo de la mencionada cota.

El valor de golpeo normalmente utilizado en las formulaciones de arenas se corresponde con el golpeo del ensayo de penetración estándar (N_{SPT}). La conversión de valores de N_{DPSH} a N_{SPT} atiende a la siguiente relación:

$$N_{SPT} = \alpha\ N_{DPSH}$$

Con "α" variando normalmente entre 1 y 2. En nuestro caso se ha optado por tomar un factor de paso de 1.5.

- Valor de Compresión Simple:

A las Muestras Inalteradas obtenida en los sondeos, se les ha realizado ensayos de compresión simple en el laboratorio, con el fin de obtener los valores de Compresión Simple. El resultado obtenido se presenta en la siguiente tabla:

Sondeo	Nivel Geotécnico	Profundidad (m)		q_u (kg/cm²)	c_u (kg/cm²)
		Inicio	Final		
SR-1	Nivel 3	4.00	4.60	No se puede realizar el ensayo debido a las características de la muestra	
SR-2	Nivel 2	1.50	2.10	No se puede realizar el ensayo debido a las características de la muestra	

En la siguiente fotografía se muestra el estado de la muestra al extraerla del tomamuestras:

3.6. Agresividad

Al objeto de analizar las condiciones de agresividad del terreno, se ha ensayado las muestras tomadas en los sondeos. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

Investigación	Prof.	SO_4 mg/kg	B-Gully ml/kg
SR-1	1.50-2.10	Inapreciable	-
SR-1	3.00-3.60	Inapreciable	-
SR-2	1.50-2.10	Inapreciable	Inapreciable
SR-2	2.10-2.70	Inapreciable	-

También se han realizado ensayos para determinar la agresividad del agua freática. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Investigación	Prof. (m)	Ensayo	Resultado
SR-1	1.30 m	Valor del ph	7.3
		Dióxido libre mg/l	6.6
		Amonio mg/l	0.4
		Magnesio mg/l	55.0
		Sulfatos mg/l	478.8
		Residuo Seco mg/l	1588.0

El agua freática analizada no presenta un grado de agresividad por contenido de sulfatos.

El tipo de ambiente en cuanto a clase específica de exposición relativa a otros procesos de deterioro distintos a la corrosión, a la que estará sometido cualquier elemento estructural dentro del subsuelo de la zona de estudio, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitaciones consideradas, quedará también definido por el grado de agresividad inducida por el agua freática.

De acuerdo con el artículo 27 de la Instrucción B.O.E. de 10 de Agosto de 2021, la agresividad expresada en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como **Ataque Nulo.**

Las clases generales y específicas de exposición para los hormigones son:

- **Clase general de exposición: XC2**
- **Clases específicas de exposición: No hay**
- **Tipo de ambiente: XC2**

3.7. Zonación sísmica:

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones de esta zona es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE-02 publicada en el B.O.E. el 11 de Octubre de 2002.

El cálculo de las acciones sísmicas según la citada norma se realizará en base a los siguientes parámetros:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: Normal	
Aceleración Básica a_b/g	0.06

Coef. de contribución (K)	1.1
Coef. de suelo (C)	1.40
Clasificación Terreno	II-III

La citada Norma recomienda en lo referente a la cimentación (Apart. 4.3.), entre otras reglas de buena práctica constructiva, las siguientes:

- Debe evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

4.1. Consideraciones preliminares

La parcela presenta una morfología sensiblemente rectangular con su eje mayor orientado según una dirección Norte-Sur.

Por la inspección visual de la zona, en superficie se pueden observar gravas y bolos subredondeados, posiblemente pertenecientes a suelos de cauces antiguos, terrazas y depósitos aluviales/Coluviales antiguos y recientes.

El proyecto constructivo se trataría de la instalación de 584 módulos fotovoltaicos cuya cimentación será superficial mediante la hinca de perfiles metálicos. Por ende, la resistencia por fuste será depreciable, siendo considerada únicamente una tensión admisible en punta.

Nivel geotécnico nº 1: Facies de suelo vegetal y rellenos.

Este primer nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, entre suelo vegetal y relleno de suelo antropizado. Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 0.00 a 1.00 m. Tierra vegetal de arena arcillosa con gravas y raíces.

C-2:

De 0.00 a 1.00 m. Tierra vegetal de arena arcillosa con gravas y raíces.

SR-1:

De 0.00 a 0.30 m. Tierra vegetal de arena arcillosa con gravas y raíces.

De 0.30 a 1.50 m. Relleno de bolos y gravas en matriz arcilloarenosa marrón oscura.

SR-2:

De 0.00 a 0.30 m. Relleno de bolos en matriz arenosa.

Nivel geotécnico nº 2: Facies de Aluvial

Este segundo nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, con niveles con gran cantidad de gravas y bolos de canto rodado y algunos angulosos (indicativos de aluviales). Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 1.00 a 2.10 m. Arenas arcillosas marrones con bolos y gravas con restos vegetales.

C-2:

De 1.00 a 2.00 m. Gravas y bolos arenolimosas marrones grisáceas.

SR-1:

De 1.50 a 2.50 m. Gravas y bolos subredondeados y subangulosos en matriz areno arcillosa marrón verdosa

SR-2:

De 0.30 a 2.20 m. Bolos y gravas en matriz arcillosa marrón oscuro.

Nivel geotécnico nº 3: Margas

Como último nivel se reconoce unas margas marrones con veteados grisáceos con brillo céreo y fractura concoide. Presenta nódulos de carbonatos y cristales de yesos.

4.2. Recomendaciones de cimentación

La solución viable geotécnicamente que se recomienda adoptar para la obra de instalación de paneles fotovoltaicos proyectada, en función de un balance razonado entre los requerimientos de la economía y los de la seguridad, que deberá asegurar una correcta transmisión de los esfuerzos de la estructura al terreno, y garantizar la estabilidad del conjunto a lo largo de la vida útil de la obra, es mediante una cimentación de los tipos siguientes;

- **Perfiles metálicos hincados**. Si bien en las condiciones de profundidad, carga admisible, asientos y con las medidas adicionales que se detallan en los apartados siguientes.

El comportamiento de toda cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, en los apartados siguientes, entre estados límite último por hundimiento y estados límite de servicio por asientos.

4.2.1.- Profundidad de cimentación

El objetivo a cubrir para emplazar la superficie de apoyo de los perfiles es doble:

1. Se deberá cimentar siempre por debajo o próximo al límite de la profundidad de la “capa activa”, por ser la zona más estable (poco afectada por cambios climáticos estacionales y por ende; cambios de estado de humedad).
2. Se deberá evitar apoyar en los rellenos/suelos vegetal/suelo antropizado, por ser niveles de baja capacidad portante y heterogéneos.
3. El nivel elegido para la cimentación deberá presentar suficiente capacidad portante para no producir el fallo de la cimentación, ya que, es recomendable ir a la máxima carga admisible posible compatible con la tolerancia de asientos de la estructura, tendente a contrarrestar posibles presiones de hinchamiento.

Por ello, consideramos que la profundidad de apoyo de los perfiles deberá ser como

mínimo de 3.0 m. (mínimo tres metros) respecto de la superficie actual sobre la que se ejecutaron los ensayos de laboratorio y donde fueron emplazadas las sondas penetrométrica y de sondeos a rotación (estado anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado).

Para este orden de magnitud de profundidad la base de los pozos de hallan en el seno de las facies de coluvial/aluvial, donde los perfiles de los ensayos DPSH y ensayos SPT aseguran compacidades "medianamente densas" con resistencias dinámicas que se mantienen en profundidad.

4.2.2.- Consideraciones de tensión admisible

En suelos de composiciones heterogéneas con cantidades variables de proporciones arcillosas, limosas y arenosas y con comportamiento intermedio entre suelos granulares (asentamiento inmediato, permeables, tamaño de grano grueso) y cohesivos (materiales de grano fino, impermeables y de asentamientos a largo plazo) no serían de aplicación estricta ninguna de las teorías clásicas de cálculo de la tensión admisible.

Por lo anterior, se puede recurrir a fórmulas basadas en métodos empíricos que estiman la tensión admisible en base a los datos de resistencia de los ensayos de golpeo, DPSH o ensayos de penetración estándar (SPT).

Se estima el valor de la tensión admisible mediante la expresión de Hiley, (G. y C. III, pg. 340), (Revista de Obras Públicas, Dic-1971, por H. Bolomey Frazer) la cual cumple este requerimiento y según la cual:

$$Rd = \frac{MH\left(1 + n^2 a\right)}{\left(e + c\right)\left(1 + a\right) \cdot 20} \text{ (Kg/cm2)}$$

Siendo:

M = 63.5 Kg. masa de la máquina.

H = 75 cm. altura de caída de la máquina.

e = Penetración unitaria (N20).

n, a, c = Coeficientes que dependen de la penetración unitaria y de la profundidad del ensayo.

La tensión admisible geotécnica vendría dada por la expresión siguiente:

$$Q_{admisible} = \frac{Rd}{FS} \text{ (Kg/cm2)}$$

Rd = Resistencia dinámica del terreno.

FS = Coeficiente dependiente del tipo de terreno. En este caso, para terreno tipo intermedio, se considera F = 55.

Para la profundidad del nivel considerado a -3.0 m, tomando N_{20} = 6, se obtendrían los siguientes valores de resistencia dinámica y carga admisible del terreno;

MASA DE LA MAQUINA	ALTURA	n	a	e	c	6	3
63,5	75	0,7	0,56757	3,333333	0,5	N20	Profundidad
HILEY.....	50,6488464	55					
	Rd	FS					
		Rd/FS					
		0,9209					

La tensión calculada se considera como única tensión máxima admisible en punta, ya que, al tratarse de perfiles metálicos lisos, la resistencia por el fuste seria despreciable.

Qadm
1.0 Kg/cm^2

5.- INSPECCIÓN EN OBRA:

Tanto la elección de la cota de cimentación, la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación, responden a los resultados geotécnicos obtenidos de los ensayos realizados, con las limitaciones propias del tipo de estudio realizado; en ningún caso pretenden suplir las funciones y responsabilidades que la Ley de Ordenación de la Edificación contempla para cada uno de los agentes intervinientes en el proceso constructivo, y por ello deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la Obra. De conformidad con la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, tanto el proyectista, como el director de obra y el director de la ejecución de la obra, son los que tienen la obligación de redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente, verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de las estructuras proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

Si se detectasen características geotécnicas diferentes a las que recoge este informe, se deberá comunicar a Arcotierra, S.L., para que se pueda proceder a la realización de una nueva campaña de ensayos, con el fin de verificar y determinar la correcta extrapolación al conjunto de la parcela.

Este documento consta de una memoria de treinta y seis (36) páginas con el sello de ARCOTIERRA, SL., numeradas correlativamente, y de ocho (8) anejos.

Bornos (Cádiz), a 09/02/2022

Realizado por:

Cristina Gómez Garci
Licenciado en Geología
Colegiado ICOGA Nº 891

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de Arcotierra S.L.

ANEJOS A LA MEMORIA

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 1:
LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOGRÁFICA

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)

Dirección: , Lora del Río, Sevilla

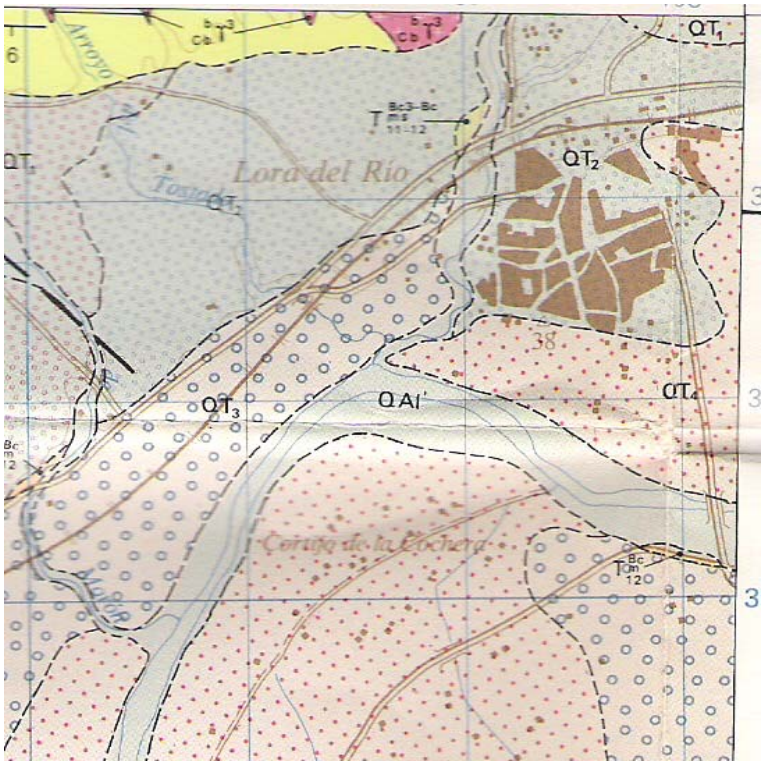
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

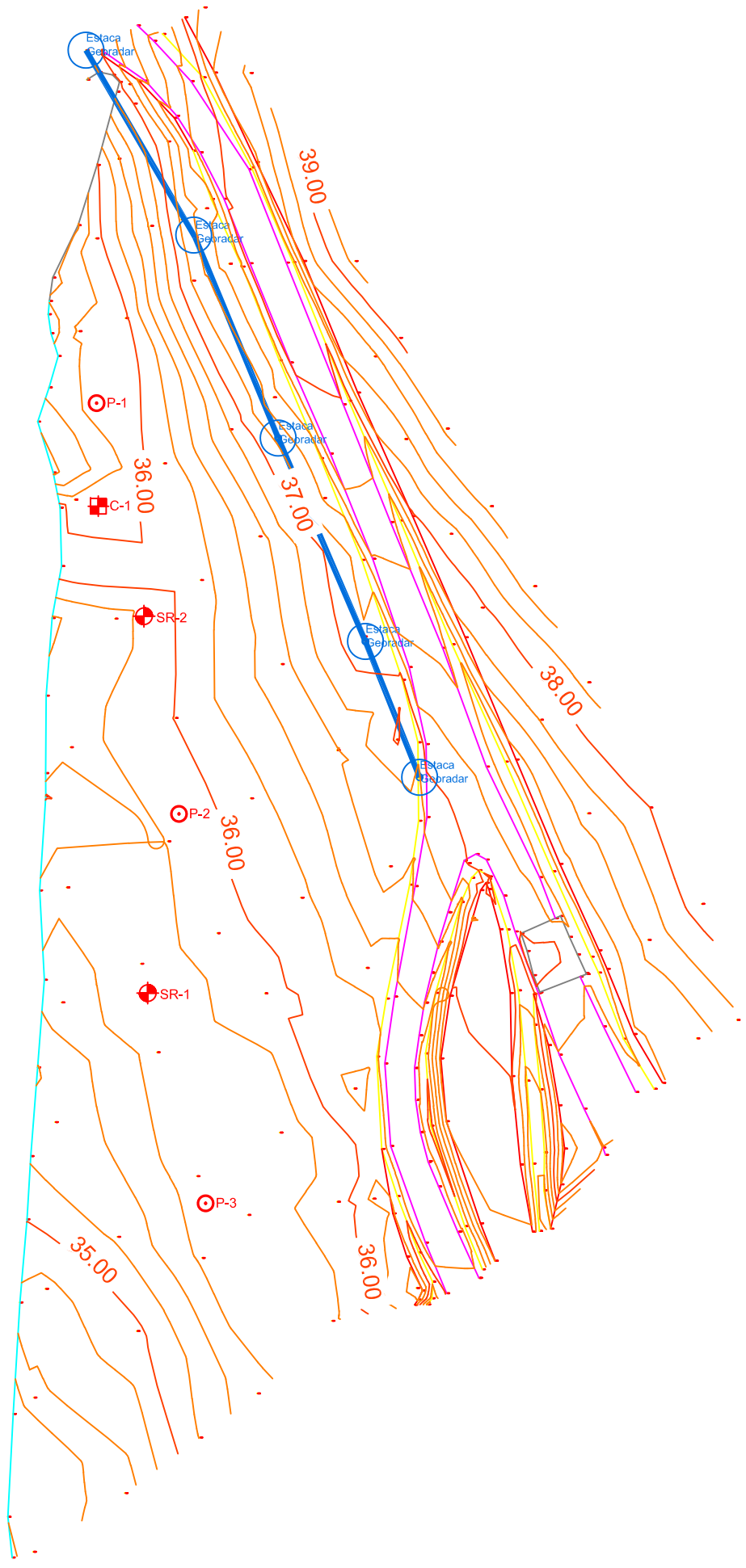
21AT219

Localización Geográfica

Localización Geológica



ANEJO 2:
PLANO/CROQUIS DE UBICACIÓN DE ENSAYOS



LEYENDA

- Ensayo de penetración dinámica
- Sondeo a rotación con extracción continua de testigo
- Calicata de investigación

ARCOTIERRA, S.L. Estudios Geotécnicos	EXPEDIENTE: 21AT219	ESCALA (original A3): 1:750	TRABAJO: 584 Módulos Solares de 490W "Gitana", Lora del Río (Sevilla)	ANEJO: 2	TÍTULO: LOCALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO	FECHA: DICIEMBRE 2.021

ANEJO 3:
REGISTROS DE SONDEOS Y CALICATAS

ARCO TIERRA, S.L.
Estudios Geotécnicos

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TP-50
Obra:	584 Módulos Solares de 490W "Gitana" Lora del Río (Sevilla)
Peticionario:	Desarrollo de Insatalaciones y Servicios Avanzados S.L

SONDEO: SR-1

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/3859	12837	21AT219	2021/219	03/12/2021

Coordenadas: **X (m):** **Y (m):** **Z (m):**

Profundidad (m)	Prof. muro capa (m)	Espesor capa (m)	Prof. nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado	Muestras TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard) K (cm/seg)
0,0						20% 40% 60% 80% 100%							
	1,5	1,5	1,3		Tierra vegetal/relleno : Arena arcillosa con gravas y raíces hasta 0,30 m seguido de Bolos y gravas en matriz arcilloarenosa marrón oscura								
1,0					Gravas silílceas redondeadas en matriz arcillosa marrón verdosa		SPT	1,5	2,1	9-12-11-9	23		
	2,5	1,0											
2,0					Margas marrones con veteados grisáceos								
3,0							MI	3,00	3,60	5-7-6-8	13		
4,0		4,1											
5,0					A partir de los 5,0 metros pasa a tomar una tonalidad grisácea								
6,0	6,6						SPT	6,00	6,60	7-9-13-14	22		
					Fin de sondeo a 6,60 metros								
7,0													
8,0													
9,0													
10,0													

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Coleg. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

ARCO IERRA, S.L.
Estudios Geotécnicos

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TP-50
Obra:	584 Módulos Solares de 490W "Gitana" Lora del Río (Sevilla)
Peticionario:	Desarrollo de Insatalaciones y Servicios Avanzados S.L

SONDEO: SR-2

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/3863	12837	21AT219	2021/219	03/12/2021

Coordenadas: **X (m):** **Y (m):** **Z (m):**

Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado 20%	40%	60%	80%	100%	Muestras TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard) K (cm/seg)
0,0	0,30	0,30			Relleno : Bolos en matriz arenosa												
1,0					Gravas en matriz arcilloarenosa marrón												
2,0	2,2										MI	1,5	2,1	7-25-34-18	59		
					Margas marrones con veteados grisáceos y cristales de yeso						SPT	2,1	2,7	4-4-8-10	12		
3,0		1,8															
4,0	4,0				Fin de sondeo a 4,00 metros												
5,0																	
6,0																	
7,0																	
8,0																	
9,0																	
10,0																	

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 584 Módulos Solares de 490W " Gitana, Lora del Río (Sevilla)

Peticionario: Desarrollo de Insatalaciones y Servicios Avanzados S,L

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3860	12837	21AT219	**C-1**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0			
0,50	1,00		Tierra vegetal
1,00	1		
1,50	1,1		Aluvial : Arenas arcillosa con bolos y gravas con restos vegetales
2,00	2,1		
2,50	1,2		Margas grises verdosas con fractura concoide y brillo céreo con nódulos de carbonatos y vetas ocres
3,00	3,3		
3,50			Fin de calicata a 3,30 metros

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 584 Módulos Solares de 490W " Gitana, Lora del Río (Sevilla)

Peticionario: Desarrollo de Insatalaciones y Servicios Avanzados S,L

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3865	12837	21AT219	**C-2**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0			
0,50	1,00		Tierra vegetal
1,00	1		
1,50	1		Aluvial : Arenas arcillosa con bolos y gravas con restos vegetales
2,00	2		
2,50	0,8		Margas grises verdosas con fractura concoide y brillo céreo con nódulos de carbonatos y vetas ocres
3,00	2,8		Fin de calicata a 2,80 metros
3,50			

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 4:
DIAGRAFIAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

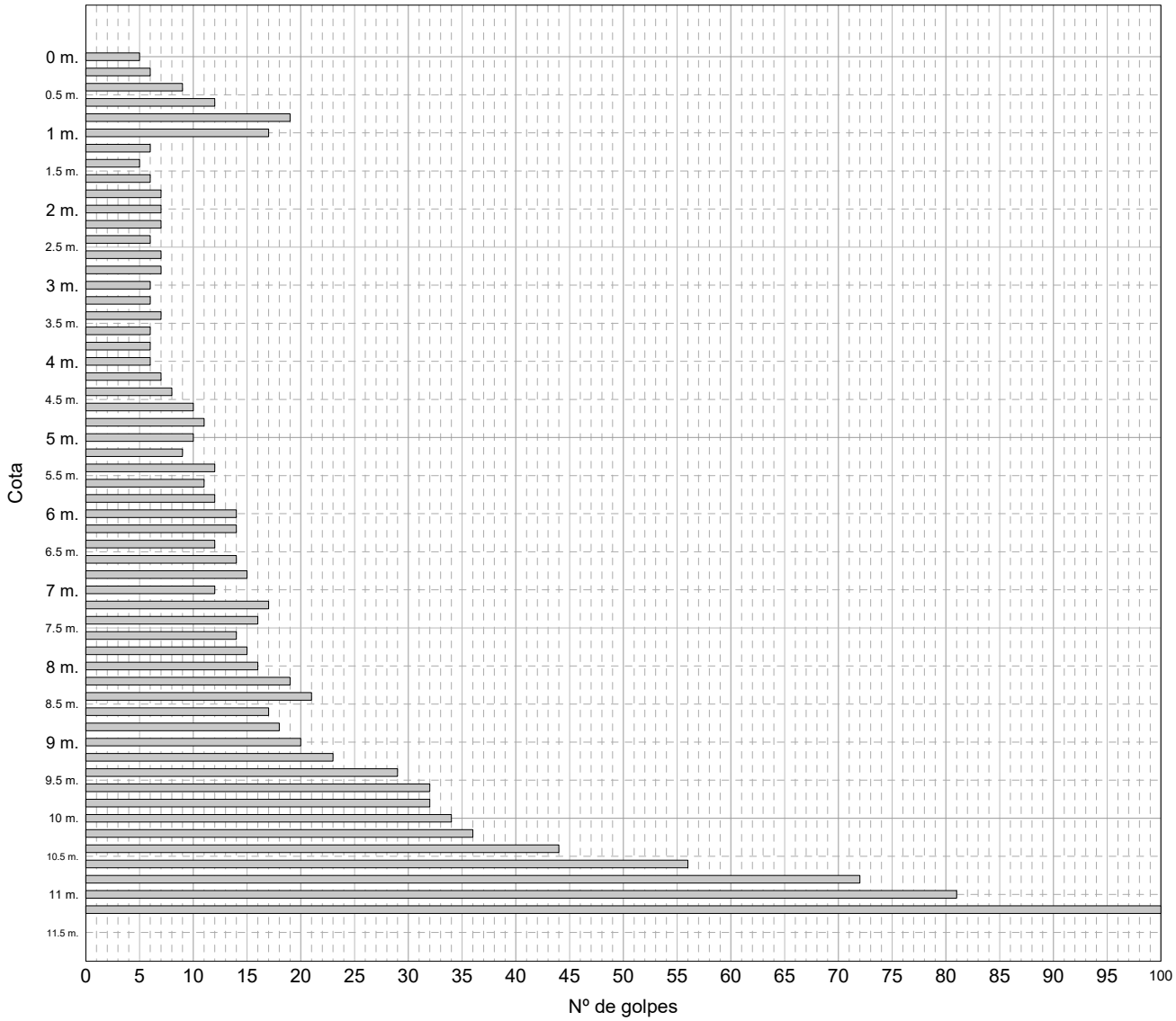
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3861	12837	219	.2021/219	23/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P1 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 11.20 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

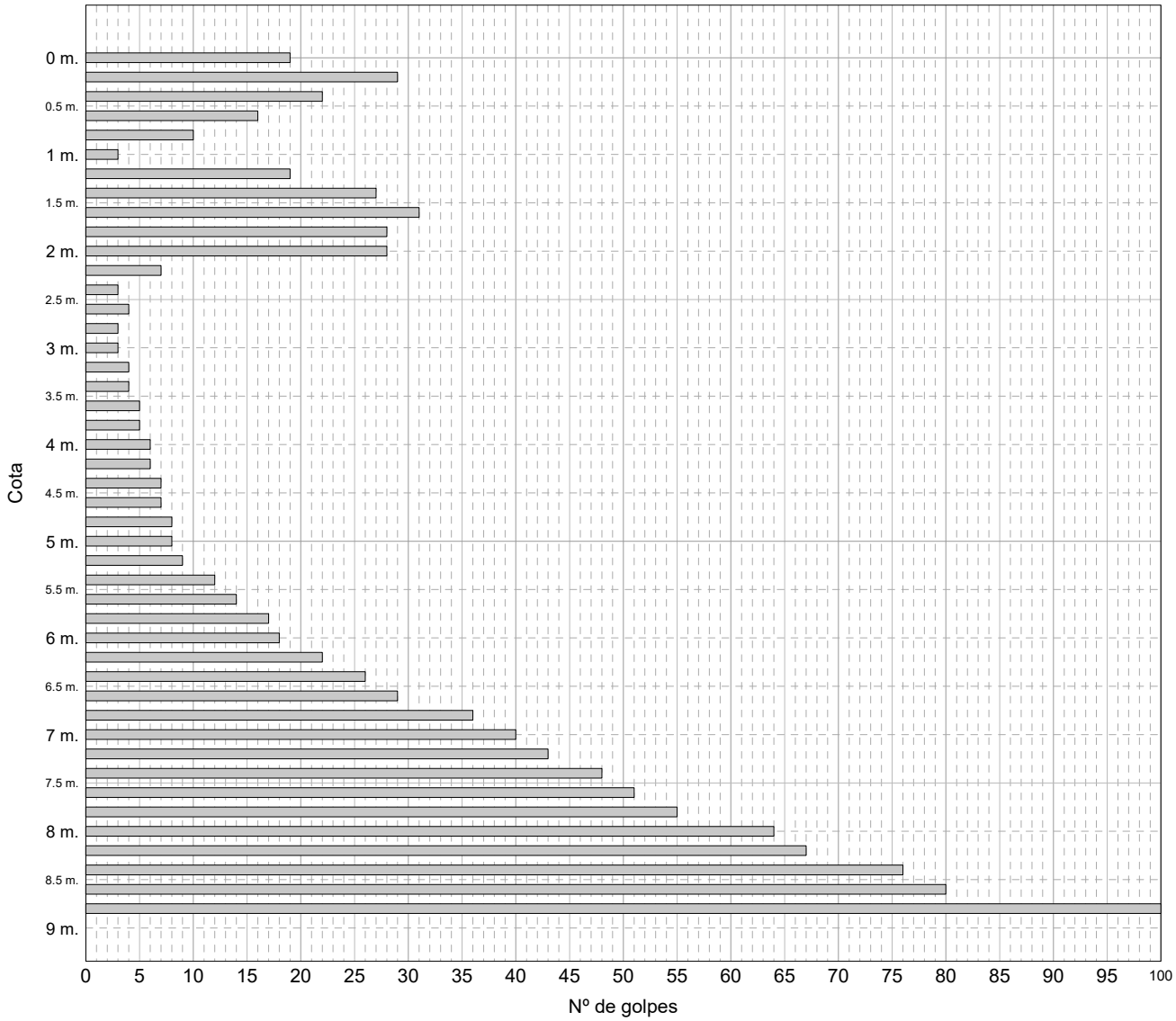
Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3862	12837	219	.2021/219	23/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P2 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 8.80 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

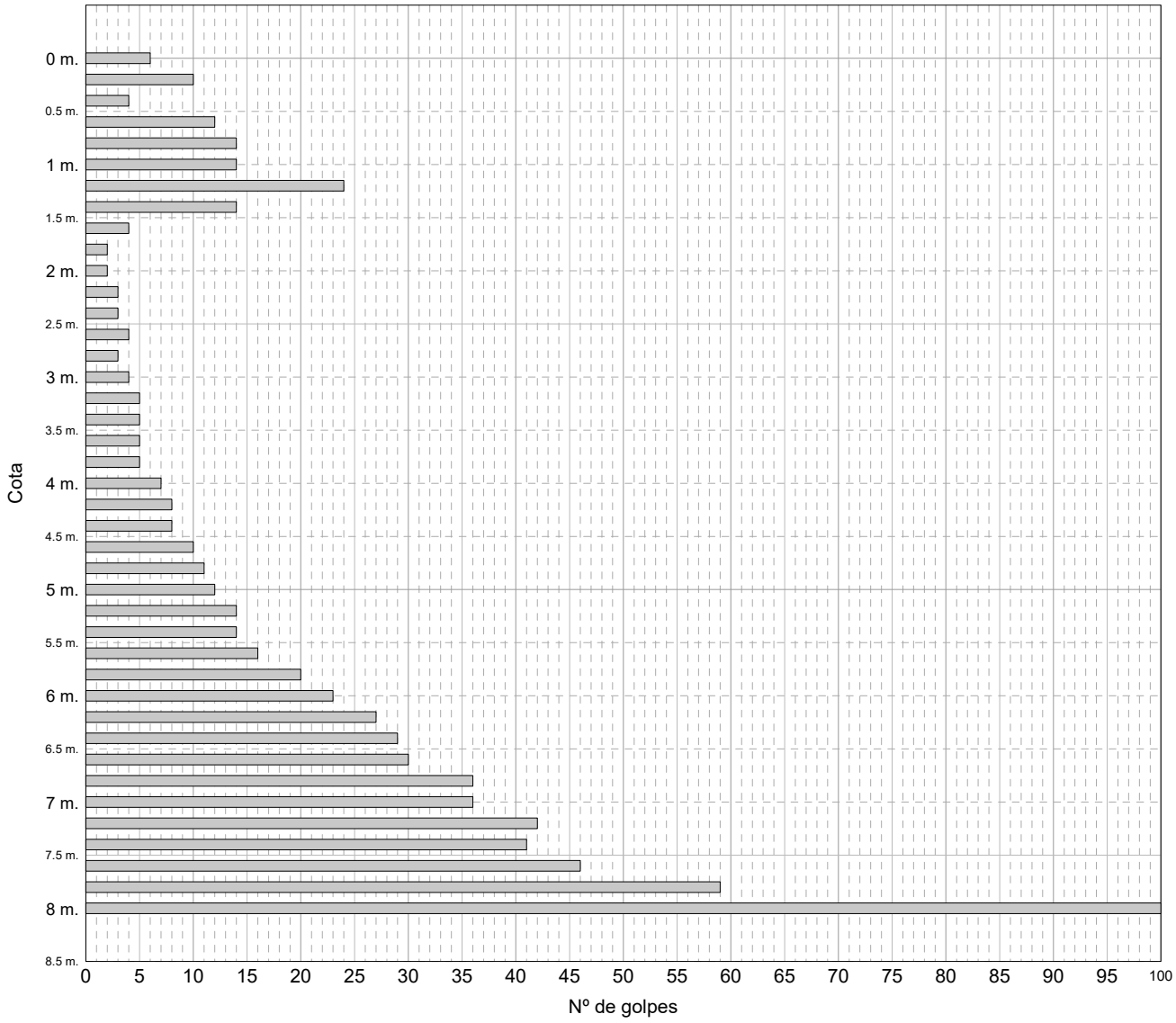
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3864	12837	219	.2021/219	23/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P3 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 8.00 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 5:
ENSAYOS DE LABORATORIO

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

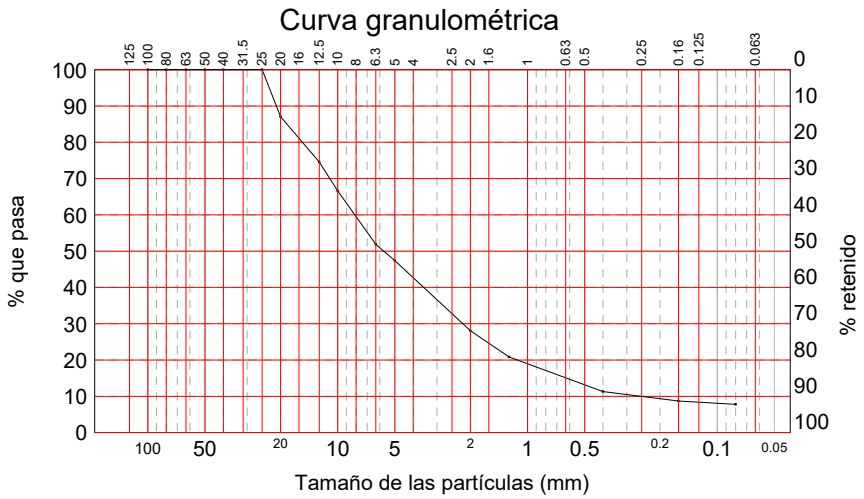
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3739	12837	219	.2021/1075	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,50 - 2,10) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	87
12.5	75
10	67
6.3	52
5	47
2	28
1.25	21
0.4	11
0.16	9
0.08	7.8



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**44.1**
Límite Plástico	**18.4**
INDICE DE PLASTICIDAD	**25.7**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**0**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**GC**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3740	12837	219	.2021/1075	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,50 - 2,10) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

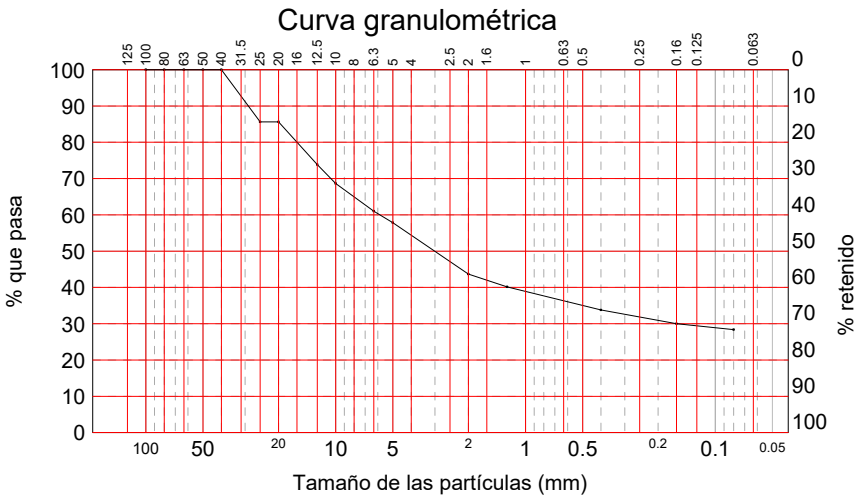
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3741	12837	219	.2021/1076	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (3,0 - 3,60) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	86
20	86
12.5	74
10	69
6.3	61
5	58
2	44
1.25	40
0.4	34
0.16	30
0.08	28.4



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**66.6**
Límite Plástico	**27.7**
INDICE DE PLASTICIDAD	**38.9**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**2**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/norma UNE 103 400/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3742	12837	219	.2021/1076	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (3,0 - 3,60) m

Compresión Simple FOTO S/UNE 103 400/93
Observaciones: Debido a las características de la muestra, no ha sido posible la realización del ensayo.

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3743	12837	219	.2021/1076	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (3,0 - 3,60) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

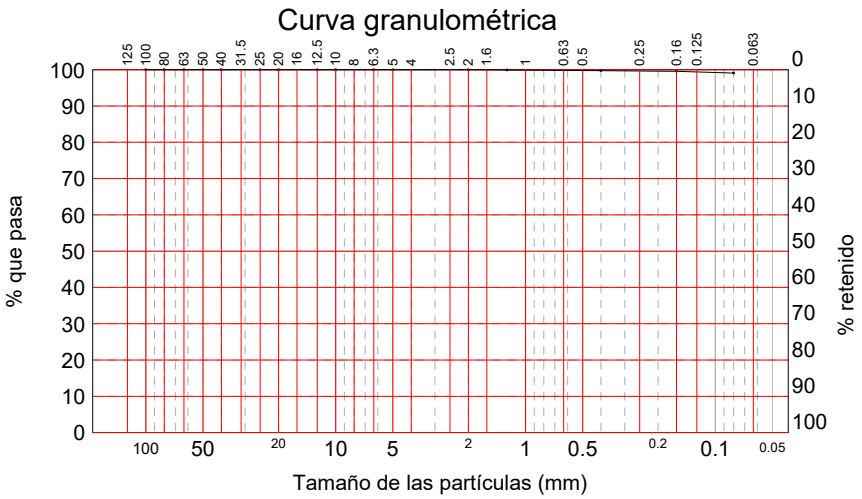
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3744	12837	219	.2021/1077	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-2 (6,0 - 6,60) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	100
5	100
2	100
1.25	100
0.4	100
0.16	100
0.08	99.1



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**86.8**
Límite Plástico	**32.1**
INDICE DE PLASTICIDAD	**54.7**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**65**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CH**
Clasificación HRB	**A-7-6**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

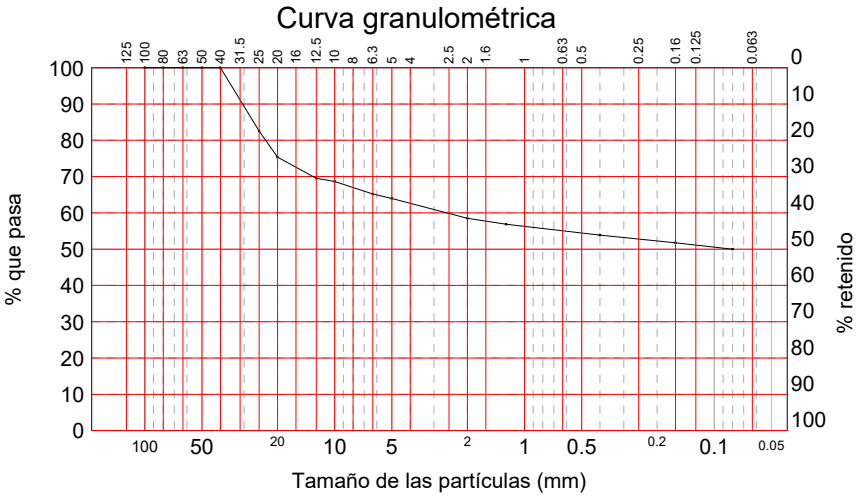
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3745	12837	219	.2021/1078	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	83
20	75
12.5	70
10	69
6.3	65
5	64
2	58
1.25	57
0.4	54
0.16	52
0.08	50.0



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**47.1**
Límite Plástico	**20.7**
INDICE DE PLASTICIDAD	**26.4**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**9**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CL**
Clasificación HRB	**A-7-6**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo para calcular la Presión de Hinchamiento de un suelo en edómetro, UNE 103-602/96, s/norma UNE 103-602/96

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3746	12837	219	.2021/1078	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Presión de Hinchamiento S/UNE 103-602/96		
Humedad Inicial	%	**17.54**
Humedad Final	%	**19.28**
Densidad de la Probeta	g/cm³	**2.12**
Presión de hinchamiento	Kp/cm²	**0.28**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/norma UNE 103 400/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3747	12837	219	.2021/1078	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Compresión Simple FOTO S/UNE 103 400/93
Observaciones: Debido a las características de la muestra, no ha sido posible la realización del ensayo.

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, UNE 83962:2008, s/norma UNE 83962:2008

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3748	12837	219	.2021/1078	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Acidez de Baumann Gully S/UNE 83962:2008		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

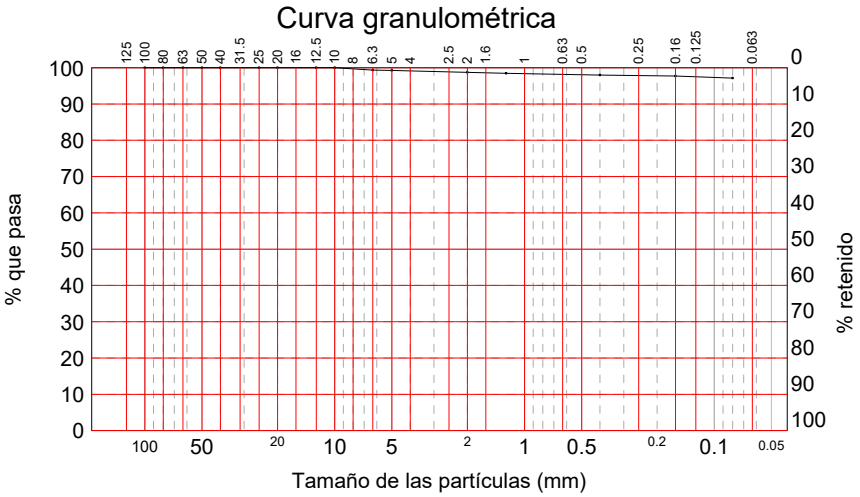
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3749	12837	219	.2021/1079	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, SPT-1 (2,10 - 2,70) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	99
5	99
2	99
1.25	98
0.4	98
0.16	98
0.08	97.1



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**88.1**
Límite Plástico	**29.3**
INDICE DE PLASTICIDAD	**58.8**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**67**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CH**
Clasificación HRB	**A-7-6**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3750	12837	219	.2021/1079	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, SPT-1 (2,10 - 2,70) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis de Aguas, s/norma EHE 2008

Obra: 584 Módulos Solares de 490 W (Gitana)
Dirección: , Lora del Río, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3751	12837	219	.2021/1080	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1 (1,30) m

Análisis de Aguas S/EHE 2008	
Determinación del pH. Método Potenciométrico s/ UNE 83.952	
pH	**7.3**

Determinación del contenido de ióxido de Carbono Agresivo s/ UNE-EN 13.577		
Dióxido Libre	mg/l	**6.6**

Determinación del ión Amonio s/ UNE 83.954		
Amonio	mg/l	**0.4**

Determinación del contenido en ión Magnesio s/ UNE 83.955		
Magnesio	mg/l	**55.0**

Determinación del ión Sulfatos s/ UNE 83.956		
Sulfatos	mg/l	**478.8**

Determinación del Residuo Seco s/ UNE 83.957		
Residuo Seco	mg/l	**1588.0**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 6:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Sondeo: 219S1

Sondeo: 219S2

Penetrómetro: 219P1

Penetrómetro: 219P2

Penetrómetro: 219P3

Caja: 219T1

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf :956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

Caja: 219T1A

Caja: 219T2

Caja: 219T2A

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf :956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

ANEJO 7:
MEDICIONES DE RESITIVIDAD ELECTRICA Y TERMICA

METER GROUP
ATMOGEE INST
LABFERRER
FOOD - ENVIRONMENT - CROP

Laboratorio de Análisis de Propiedades Térmicas
Protocolo de Trabajo basado en el estándar ASTM D5334-08 y IEEE Standard 442-1981

Centro de Asesoría Dr Ferrer SL
CIF: B-61994620
c/ Ferran el Catòlic, 3
25200 CERVERA (LLEIDA)
Tel.: 973 532 110
info@lab-ferrer.com
www.lab-ferrer.com

Boletín análisis de Resistividad y Conductividad Térmica de suelos (ASTM D5334)

Fecha	20/12/2021
Nombre cliente	Arcotierra
Nombre muestra	Gitana 21AT219
Registro muestra	1221'2622

La resitividad térmica (rho) y la conductividad térmica (K) de la muestra La Pita ha sido medida a la densid aparente de 1,7 gr/cm^3 respectivamente y con el contenido de humedad del suelo de saturación. Se ha utilizado el equipo de propiedades térmicas TEMPOS (SN TEM00001036) y su sensor de suelos asociado TR-3 (SN 01482) (METER Group Inc., Pullman, WA, USA). La precisión del sensor TR-3 y el equipo TEMPOS ha sido verificada con el patrón de verificación de glicerina antes de empezar las medidas. La rho y K se han medido varias veces en un mismo punto de las muestras para comprobar la repetitividad de los valores obtenidos. Las medidas se han realizado a temperatura ambiente.
El contenido de humedad de las muestras ha sido determinado midiendo el contenido gravimétrico de las muestras.
Los datos de las muestras son presentados en la Tabla 1 y Figura 1.

Nombre muestra	Media rho ($K \cdot m \cdot W^{-1}$)	Desviación estándrad rho	Media K ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Humedad muestra ($gr \cdot gr^{-1}$)
Gitana 21AT219	0,69	0,02	1,46	0,13

Tabla 1. Datos medidos de la resitividad, conductividad térmica y humedad de las muestras.

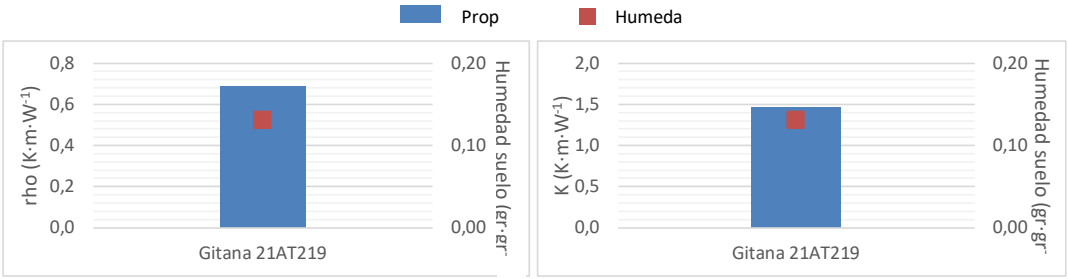


Figura 1. Gráfico de la resistividad, conductividad térmica y humedad de las muestras.

Francesc Ferrer Alegre
Doctor Ingeniero Agrónomo
LabFerrer

Para consultas y preguntas contactar con info@lab-ferrer.com

Los resultados obtenidos sólo dan fé de la muestra analizada

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

(ASTM G57-95a)

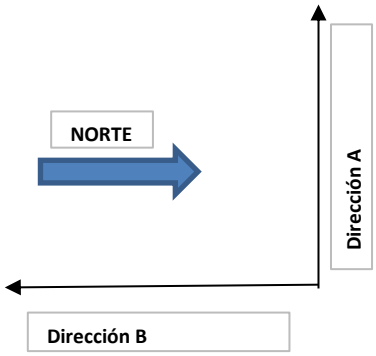
Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA FOTOVOLTAICA LA GITANA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

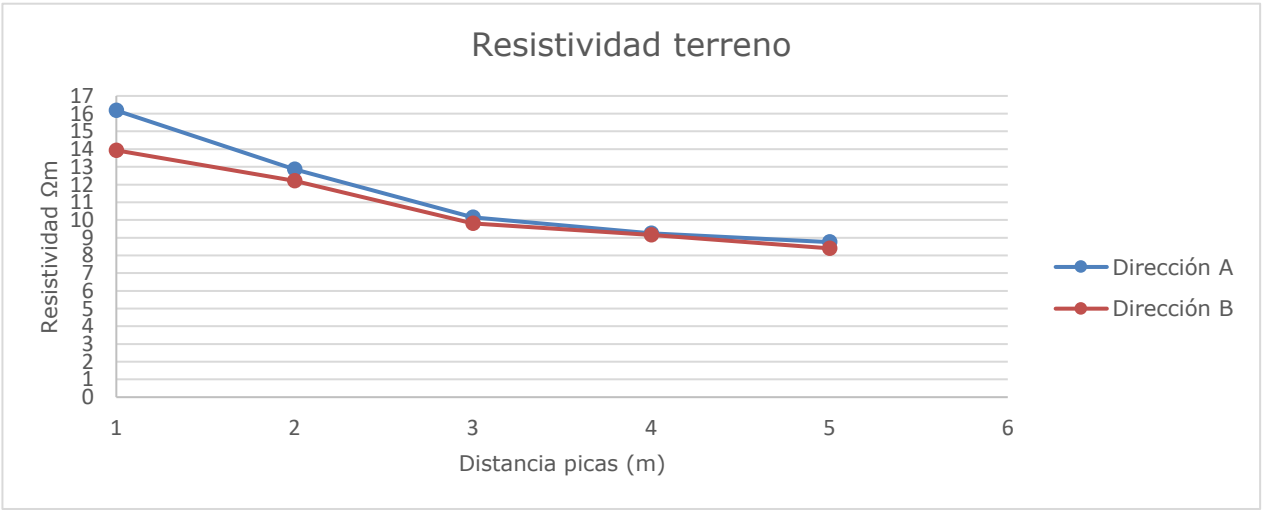
Datos del ensayo:

Referencia:	SA-0060-22	**Acta nº:**	GTC-10
Fecha:		**Página:**	1/1
Equipo / Método:	HT Instrument GSG 53N / Método Wenner (4 puntos)	**Ensayo nº:**	RE-1
Ubicación:	Exp. 21AT-219	**Dirección Test:**	(ver esquema)
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:



Distancia Picas (m)	Resistividad (Ωm)	
	Dirección A	Dirección B
1	16,18	13,93
2	12,85	12,2
3	10,15	9,8
4	9,25	9,15
5	8,75	8,4



San Roque, 31 de enero de 2022

José Ramón Gil Osuna (I.T.I.)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

ANEJO 8:
DOCUMENTACIÓN CONFORME AL RD 1000/2010, 5 de Agosto

En conformidad con el R.D 1000/2010 de 5 de Agosto, el visado del estudio geotécnico deja de ser obligatorio. En sustitución al visado, se le adjunta la documentación necesaria, que certifica que los técnicos redactores del proyecto, están colegiados y habilitados para la realización del estudio geotécnico que se le presenta, y que forman parte de la plantilla de la empresa Arcotierra, S.L, acreditada desde el 22 de Junio de 2004, por la Consejería de Obras Públicas y Transportes en las áreas de geotecnia y mecánica de suelos (GTC y GTL).

La documentación aportada es:

1. Certificación de colegiación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.
2. Certificación de la habilitación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.

Los técnicos redactores de este estudio geotécnico son:

- Cristina Gómez Garci

Fdo. Francisco Rodríguez Cañas
Gerente

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

ESTUDIO GEOTÉNICO RESTINGA

Agosto 2022

21AT216 Rev. 1

INFORME GEOTÉCNICO

356 Paneles Fotovoltaicos Subestación "Restinga". Guadajoz. Carmona (SEVILLA)

CLIENTE: GRUPO INDESO

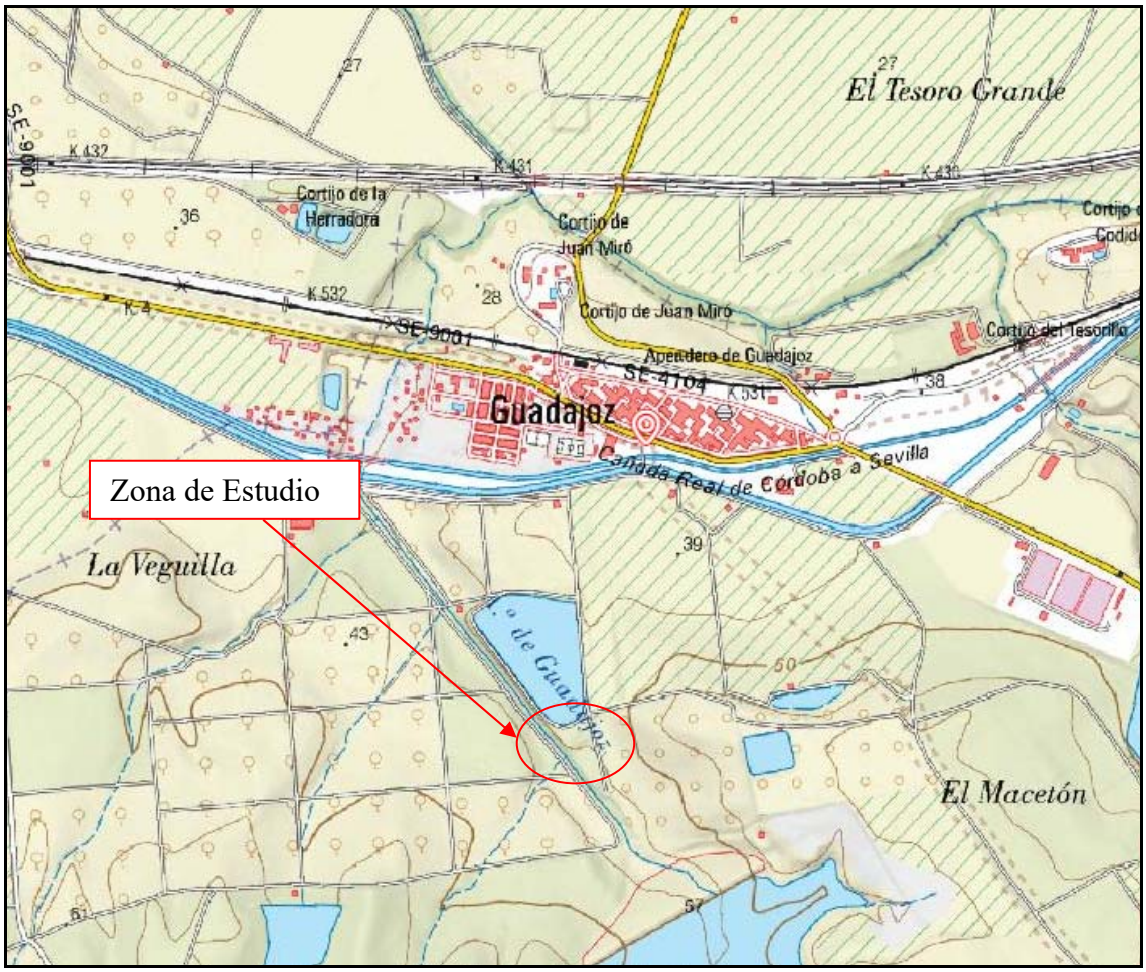
FECHA: 07/02/2022

21AT216 Rev. 1

1.- INTRODUCCIÓN:

Se realiza el presente informe geotécnico a petición de GRUPO INDESO para la construcción de un parque fotovoltaico compuesto de 356 paneles fotovoltaicos, situado en la subestación "RESTINGA", en el T.M. de Carmona, cercano a la pedanía de Guadajoz, en la provincia de Sevilla.

La zona de estudio se sitúa al Sur de Guadajoz, junto a un embalse para regadíos en una zona agrícola, como se muestra en la siguiente imagen:

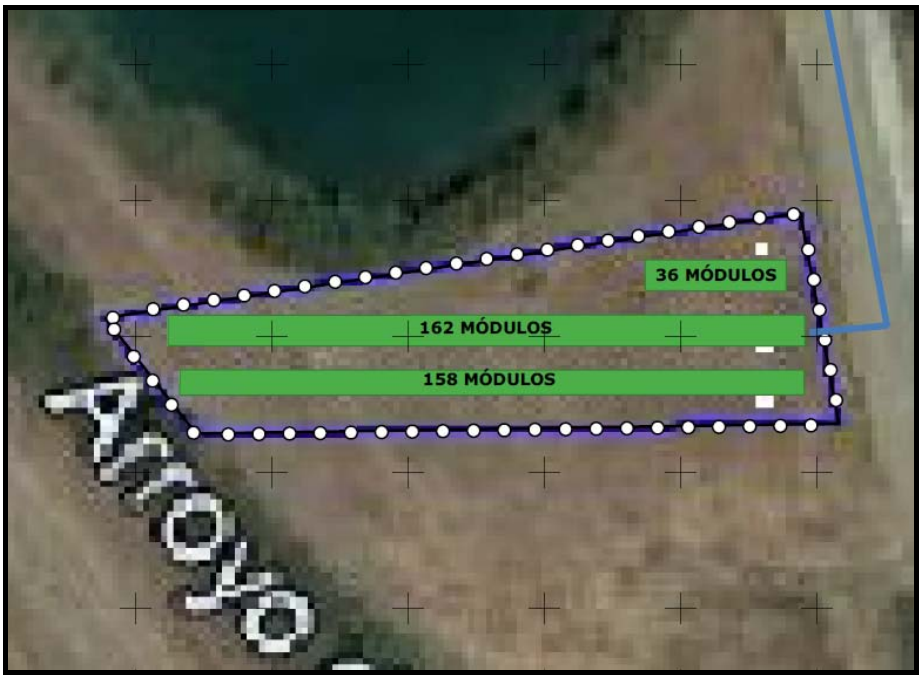


La parcela donde se proyecta la construcción de las instalaciones fotovoltaicas se sitúa junto a un embalse de regadíos, limitada por el mencionado embalse, el arroyo Guadajoz y un camino de acceso a la zona. Por ende, la zona de emplazamiento del complejo fotovoltaico presenta una superficie triangular

En el momento de ejecutarse el trabajo de campo, la parcela se encuentra cubierta de in espeso manto de vegetación de cardos secos, aunque se encuentra libre de obstáculos que impidan la normal ejecución de los trabajos.

Por la inspección visual de la zona, en superficie se pueden observar gravas y bolos subredondeados, posiblemente pertenecientes a suelos de cauces antiguos, terrazas y depósitos aluviales/Coluviales antiguos y recientes.

El proyecto constructivo se trataría de la instalación de 356 módulos fotovoltaicos cuya cimentación será superficial mediante la hinca de perfiles metálicos. Por ende, la resistencia por fuste será depreciable, siendo considerada únicamente una tensión admisible en punta.



Se pretende con el presente estudio conocer todos los aspectos que desde el punto de vista geotécnico afecten al proyecto, y más concretamente:

- Condiciones geológicas generales de la zona.
- Características geotécnicas del subsuelo, con obtención de los distintos parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua (en el caso de encontrarse) ante agresividad a los hormigones, según la EHE.
- Condiciones de cimentación: tipo de cimiento, cota de apoyo, cargas admisibles.
- Otras recomendaciones.

2.- TRABAJOS REALIZADOS:

Para el estudio de las características litológicas y propiedades del subsuelo se han realizado los siguientes trabajos de investigación:

2.1.- Trabajos de campo:

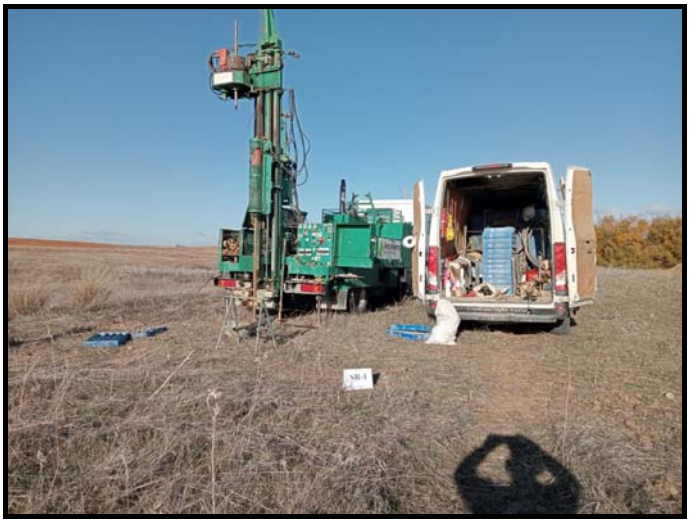
2.1.1. Sondeo a rotación

Se han realizado dos sondeos a rotación con extracción continua de testigo hasta una profundidad de:

Sondeo	Profundidad (m)
SR-1	6.60
SR-2	6.00

La ejecución de los sondeos ha sido realizada mediante Sonda TECOINSA TP-50, utilizando como herramienta de corte coronas de Widia, y procediéndose a la extracción de testigo continuo, ensayos S.P.T. y toma de muestra inalterada, que nos permiten conocer el corte estratigráfico del terreno, así como sus características físicas y mecánicas.

En la siguiente fotografía se muestra el equipo empleado:



Durante la perforación de los sondeos se han realizado un total de 3 ensayos estándar de penetración SPT y 3 ensayos de hinca de muestra inalterada, cuyos valores, resultados de N_{30} y N_{MI}, nos permiten conocer la compacidad y homogeneidad de las capas prospectadas. La tabla siguiente muestra las diferentes profundidades de ejecución durante la perforación de los sondeos.

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)	
		Inicio	Final
SR-1	SPT	1.50	2.10
	MI	2.30	2.90
	SPT	6.00	6.60
SR-2	MI	1.50	2.10
	SPT	2.10	2.70
	MI	3.40	4.00

Para la realización del ensayo SPT el aparato utilizado fue la cuchara normalizada tipo Terzaghi, con zapata de diámetro exterior 50.8 mm., e interior de 35.0 mm.

Pertenece al grupo de los ensayos de penetración, y este consiste en la hinca de una cuchara estándar mediante golpes propinados por una maza de 64 Kg. que cae desde una altura de 75 cm., lo que equivale a un trabajo de 0.5 Kjulios por golpe aproximadamente.

Previamente se marcan en el varillaje tres señales, de forma que queden entre sí cuatro espacios de 15 cm. cada uno. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar cada uno de estos espacios de 15 cm. la cuchara en el suelo. La primera serie de golpes no se tiene en cuenta por considerar que el hueco del sondeo esta alterado como consecuencia de la rotación de la corona del sondeo. Si se cuentan las dos series siguientes cuya suma nos da el valor de N_{30}.

Los testigos y muestras obtenidas se han depositado en cajas de PVC, las cuales han sido fotografiadas y transportadas hasta el laboratorio.

En el Anejo 3 se presenta el registro de los sondeos.

2.1.2. Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado 2 ensayos penetrométricos tipo DPSH, sobre la superficie de implantación de las futuras edificaciones, cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 2).

Las profundidades alcanzadas en los mismos fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
P-1	12.18
P-2	11.55

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Estos ensayos penetrométricos dinámicos y continuos fueron realizados con un penetrómetro automático. Este ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (19.5 cm^2) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 Kg, que cae desde una altura de 75 cm. El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm. recibe el nombre de “numero de penetración” (N_{20}). El ensayo se da por finalizado cuando aparece el “rechazo”, es decir, cuando una serie de 100 golpes consecutivos dan menos de 20 cm. de penetración.

El varillaje empleado es de 32 mm. de diámetro, lo que da una sección de 8,04 cm^2, en tanto que la de la puntaza es de 19,50 cm^2, es decir, que esta última resulta ensanchada para que el rozamiento del terreno a lo largo del varillaje sea mínimo.

En el Anejo nº 4 se adjuntan las diagrafías profundidad/N20 obtenidos de los ensayos penetrométricos realizados. Estos diagramas reflejan una medida indirecta, y casi continua, de la resistencia y de la deformabilidad de los distintos estratos atravesados.

2.1.3. Calicatas de Reconocimiento

Se han realizado 2 calicatas de reconocimiento sobre la superficie de emplazamiento de las futuras instalaciones con el fin de poder analizar el suelo más superficial, caracterizándolo y clasificándolo, y cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 1).

Las profundidades alcanzadas en las mismas fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
C-1	3.30
C-2	4.60

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente en la actualidad, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Las calicatas son ensayos muy útiles para poder analizar in situ los frentes de excavaciones mediante la apertura de una zanja que, además, permite tomar gran cantidad de material para ensayos de caracterización de suelos como asientos de firme.

Todas fueron ejecutadas con retroexcavadora marca JCB modelo 3CX provista de cazo de 60 cm de ancho.

En el anejo nº 2 al presente informe se recogen las columnas de cada una de las calicatas realizadas.

2.2.- Trabajos de laboratorio:

Los ensayos de laboratorio se han realizado a muestras obtenidas en el sondeo a rotación, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas. A continuación se presenta una relación de los ensayos realizados:

Ensayos de identificación:

5 Uds. Granulometría por tamizado (UNE 103 101/95)

5 Uds. Limites de Atterberg (UNE 103 103/94)

5 Uds. Clasificación de suelos (ASTM D 2487/00)

Ensayos de resistencia:

2 Uds. Compresión Simple (UNE 103.400/93)

Ensayos químicos:

3 Uds. Contenido en sulfatos solubles en suelo (Anejo 5 EHE)

2 Uds. Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 EHE)

2.3.- Trabajos de gabinete:

Recopilación de datos, ensayos de laboratorio e interpretación de los mismos, así como, la confección de la presente memoria, en la que se incluyen las conclusiones del mismo.

No se contempla en este informe la influencia de cimentaciones vecinas, deslizamientos, pozos, oquedades, restos arqueológicos, etc., que en los reconocimientos puntuales no se hayan detectado.

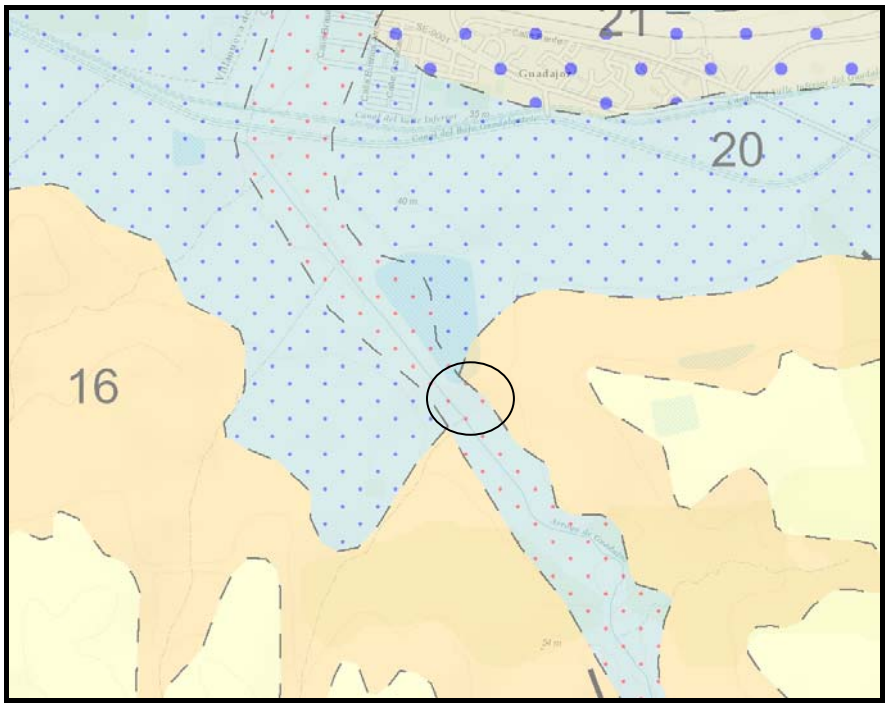
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

3.1 Geología de la Zona

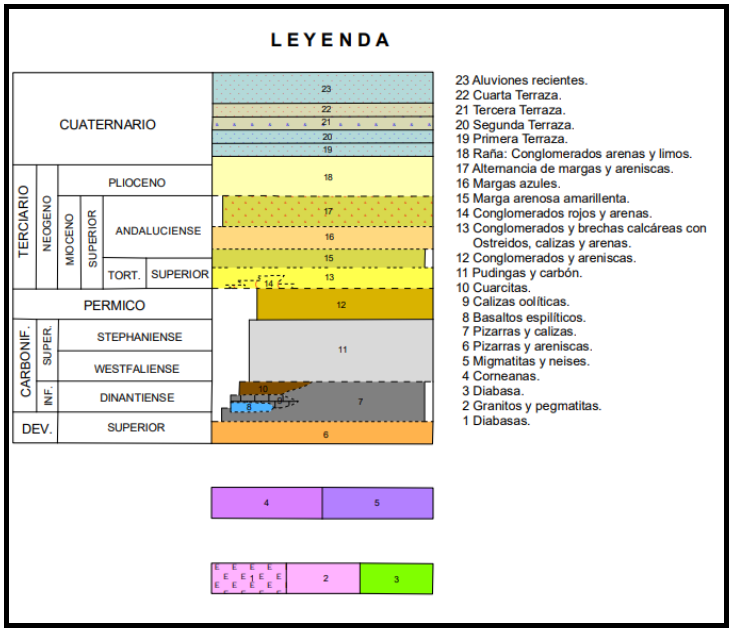
Desde un punto de vista geológico y de acuerdo con la información extraída de la **Memoria de la Carta Geológica nº 963/13-39 (Lora del Rio)** a esc. 1:50.000 editada por el IGTE, en todo el área local afloran facies de aluviones recientes (ref. 23 Leyenda), facies de terraza (ref. 20 Leyenda) y como sustrato más antiguo, facies de margas azules (ref. 16 Leyenda).

Las facies más modernas, están compuestas por depósitos de aluviones recientes, de edad Cuaternario, al igual que los materiales del facies de terraza (en este caso segunda terraza).

Las facies de mayor antigüedad, y que suponen el sustrato de la parcela, serían facies de margas azules de edad del Andaluciense (Mioceno Superior).



Superposición de capas SIG: mapa geológico IGME escala 1:50.000 y Google Earth)



3.2 Niveles Geotécnicos

A continuación se describen los niveles geotécnicos que consideramos en este informe, a partir de los datos aportados por el sondeo, los ensayos de penetración y los análisis de las muestras extraídas del mismo, que nos permiten definir unos niveles geotécnicos teóricos y simplificados.

Nivel geotécnico nº 1: Facies de suelo vegetal y suelos antropizados.

Espesor en C-1: De 0.00 a 1.70 m.

Espesor en C-2: De 0.00 a 2.50 m.

Espesor en SR-1: De 0.00 a 0.30

Espesor en SR-2: De 0.00 a 1.00 m.

Este primero nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, entre suelo vegetal y relleno de suelo antropizado. Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 0.00 a 1.70 m. Bolos y gravas en matriz arenosa grises marrones con intercalaciones de arcillas grises.

C-2:

De 0.00 a 2.50 m. Bolos y gravas en matriz arenosa gris marrón con intercalaciones areno arcillosas y arcillosas grises marrones.

Debido al pequeño diámetro de las perforaciones en el caso de los sondeos a rotación, solo se ha podido identificar un nivel de suelo vegetal superficial en ambos sondeos, cuyas descripciones serian:

SR-1:

De 0.00 a 0.30 m. Tierra vegetal de arena arcillosa marrón con gravas y bolos.

SR-2:

De 0.00 a 1.00 m. Gravas y bolos en matriz arcillo arenosa.

Estos niveles más superficiales se asocian con materiales alterados, antropizados y podrían representar niveles de echadizos de excavaciones, vertidos para igualar o explanar la parcela.

Estos niveles alterados y/o antropizados presentan unas características de baja compactación, siendo potencialmente colapsable por inundación bajo carga, por lo que no se considera apto para apoyar cualquier elemento de cimentación, por lo que se deberá atravesar por los elementos de cimentación.

Nivel geotécnico nº 2: Facies de Aluvial/Coluviales

Espesor en C-1: De 1.70 a 3.30 m. (fin de la calicata)
Espesor en C-2: De 2.50 a 4.60 m. (fin de la calicata)
Espesor en SR-1: De 0.30 a 6.60 m. (fin del sondeo)
Espesor en SR-2: De 1.00 a 6.00 m. (fin del sondeo)

Este segundo nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, con niveles con gran cantidad de gravas y bolos de canto rodado y algunos angulosos (indicativos de aluviales). Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 1.70 a 2.80 m. Arcilla arenosa marrones y grises con grava heterométrica subredondeada y subangulosa.

De 2.80 a 3.30 m. Arcilla arenosa marrón con grava redondeada y vetas arcillosas

C-2:

De 2.50 a 3.50 m. Arcilla limosa con indicios de arena y algo de grava y bolos con olor fétido y color negruzco y con alta humedad.

De 3.50 a 4.60 m. Arcilla gris y ocre. Algunas caras de rotura con brillo céreo. Indicios de grava redondeada

Debido al pequeño diámetro de las perforaciones en el caso de los sondeos a rotación, solo se ha podido identificar un nivel de suelo vegetal superficial en ambos sondeos, cuyas descripciones serian:

SR-1:

De 0.30 a 6.60 m. Gravas y bolos subredondeados y subangulosos en matriz areno arcillosa marrón verdosa

SR-2:

De 1.00 a 6.00 m. Bolos y gravas en matriz arcillosa marrón grisácea muy plástica

Los resultados de ensayos analizados en este nivel se reflejan en la tabla siguiente:

Sondeo:		SR-1			SR-2	
Muestra:		SPT	MI	SPT	MI	MI
Profundidad (m):		1.50-2.10	2.30-2.90	6.00-6.60	1.50-2.10	3.40-4.00
Clasificación (U.S.C.S/A.S.T.M./ I.G)		SC/A-7-5/5	SC/A-7-5/5	SC/A-2-7/0	SC/A-7-5/7	CH/A-7-6/17
Granulometría por tamizado	**% # nº 5**	76	57	47	67	73
	% # nº 0.4	49	43	12	57	58
	% # nº 0,08	41.1	36.5	8.2	47.6	53.7
Límites Atterberg	**Límite Líquido (LL)**	50.9	59.1	28.4	46.8	64.0
	Limite Plástico (LP)	26.8	25.7	15.3	23.5	25.3
	Índice Plasticidad (IP)	24.1	33.4	13.0	23.4	38.7
Agresividad del suelo	**Sulfatos (mg/kg)**	Inap.	Inap.	-	Inap.	-
	Baumann-Gully (ml/kg)	Inap.	-	-	Inap	-

La fracción fina (% Pasa por Tamiz 0.08 mm) en las muestras analizadas representa un intervalo del 43-58 % del total en las muestras más superficiales, siendo del 8.2 % en la muestra más profunda. Las muestras más representativas del nivel geotécnico presentando una plasticidad media a alta.

El porcentaje máximo (% que retiene el tamiz 5) es variable y con un intervalo del 53-24%.

Las muestras analizadas que se consideran más representativas de este nivel pertenecen al grupo de materiales con porcentajes de fracción fina intermedios. A efecto de cálculos, se considerará como un material intermedio, aplicando formulaciones más basadas en los valores de golpeo.

Las muestras más representativas se clasifican dentro del subgrupo A-7-5 de la clasificación HRB, que incluye aquellos materiales arcillo-limosos, que tienen elevados índices de plasticidad en relación con las humedades en el límite líquido, y que están sujetos a cambios de volumen muy importante.

Se caracteriza por tener propiedades ingenieriles tales como; permeabilidad muy baja a impermeable, capilaridad media-elevada, características de drenaje muy pobres a no-drenantes. Tienen deficiente capacidad de soporte y resistencia al corte, aun cuando son compactados a máxima densidad, mostrando elevada compresibilidad, y pierden capacidad de soporte cuando absorben humedad.

En base al resultado del ensayo para la determinación del contenido en sulfatos de un suelo, y según el Capítulo nº2 de la Instrucción EHE-08, el terreno analizado se evaluaría como un suelo "no agresivo" para el hormigón.

3.3. Nivel Freático y Coeficiente de Permeabilidad

A la profundidad alcanzada en los sondeos a rotación (6.60 metros) se ha detectado la presencia de Nivel Freático en el pozo que quedo revestido como pozo de observación, mediante tubería piezométrica de PVC (SR-2) a una profundidad de 3.00 m.

A continuación, en función de la permeabilidad de los suelos y la presencia del nivel freático, se darán los parámetros para el cálculo del grado de impermeabilidad.

La presencia de agua se considera:

a) Baja: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.

b) Media: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.

c) Alta: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso en concreto la **presencia de agua es BAJA** al encontrarse la cara inferior del suelo en contacto con el terreno por encima del nivel freático.

El coeficiente de permeabilidad es una de las propiedades más importantes y que más difiere de unos suelos a otros. Quizá una de las causas principales del radicalmente diferente comportamiento de una arena y una arcilla será el que la arcilla es mucho más impermeable. Podemos citar los siguientes valores típicos del coeficiente de permeabilidad en suelos:

Tipo de suelo	***K* (cm/s)**
Gravas	> 1
Arenas gruesas	10^{-1}
Arenas medias	10^{-1} - 10^{-2}
Arenas finas	10^{-2} - 10^{-3}
Arenas limosas	10^{-3} - 10^{-4}
Turba	3.8×10^{-3} - 10^{-4}
Limos, arcillas meteorizadas	10^{-4} - 10^{-7}
Terraplén compacto impermeable	10^{-6} - 10^{-8}
Arcillas no meteorizadas	10^{-7} - 10^{-9}

El sustrato de la parcela está formado por grava arcillosa, por lo que vamos a estimar un valor de **coeficiente de permeabilidad de 10^{-5}.**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

PRESENCIA DE AGUA	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO	
	Ks > 10 $^{-5}$	**Ks ≤ 10 $^{-5}$**
ALTA	5	4
MEDIA	4	3
BAJA	2	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Por lo tanto, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, vamos a estimar un **coeficiente de impermeabilidad de 1.**

3.4. Expansividad

Con el fin de determinar el potencial expansivo de los materiales presentes en la parcela se pueden tomar los valores promedio de los ensayos de identificación con los siguientes índices medios para evaluar el potencial expansivo de las arcillas (tomamos los valores de las muestras más superficiales):

Índice de Plasticidad (IP):	33.4%
Límite Líquido (LL):	59.1%
%Tamiz 0,08:	36.5%

Con estos valores se puede evaluar el potencial expansivo de estos materiales en función de diversos criterios, cuyos rangos de valores empleados comúnmente en la bibliografía se presentan a continuación:

Criterios para evaluar el potencial expansivo

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Indice de plasticidad	<18	15-28	25-40	>35
Límite líquido	<30	30-60	40-60	>60
% tamiz nº200 ASTM	>30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
W/Wl	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	<0.25
W/Wp	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	<0.6
Presión máx. hinch. (Kg/cm^2)	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	>3.0
Hinch. probable superf (cm)	0-1	1-3	3-7	>7
% Hincham. probable	<1	1.5	3-10	>10

Según se desprende de la tabla anterior, los materiales arcillosos con gravas se puede clasificar por los parámetros indirectos (índice de plasticidad, límite líquido, % tamiz 0.08, etc) como de expansividad Media-Alta.

Complementariamente, existen otros criterios que podrían afinar más la definición de su potencial expansivo. Uno de los más usados es el propuesto por Seed et al (Correlations of Soil Properties) mediante la siguiente formulación:

$$S = 60 \cdot K \cdot IP^{2,44}$$

Siendo K una constante de valor igual a $3{,}5 \cdot 10^{-5}$, e IP es el índice de plasticidad.

De este modo, a partir del valor de S obtenido, siguiendo el siguiente cuadro es posible evaluar el riesgo de expansividad que presenta una unidad geotécnica:

Swelling potential (%)	*Description*
0–1.5	Low
1.5–5	Medium
5–25	High
25+	Very high

En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos para los índices de plasticidad característicos de los materiales analizados:

Sondeos:	**SR-1**
Muestra:	MI-1
Profundidad (m):	2.30-2.90
Clasificación (U.S.C.S)	SC
Índice Plasticidad (IP)	33.4
Potencial Expansivo (%)	**10.96**
	Alto

Según estos datos, los materiales arcillosos que forman este nivel presentarían un riesgo por expansividad de tipo Alto, por lo que no se descarta que puedan presentar procesos de naturaleza expansiva en caso de variaciones en el grado de humedad (expansividad/retracción) en relación con este nivel.

La capa activa del terreno se considera a los 3.00 primeros metros del subsuelo por debajo de la superficie. Esta “capa activa” es la profundidad que puede estar afectada por cambios de humedad atmosféricos y, por tanto, puede intervenir en los cambios de humedad de materiales potencialmente expansivos, como los aquí estudiados.

Con todos los datos podemos establecer para las arcillas un rango de Expansividad Media-Alta.

Es adecuado recordar que los problemas expansivos en arcillas vienen condicionados, aparte de por la propia naturaleza de la arcilla y su potencial intrínseco de cambio de volumen, por la variación en las condiciones de humedad que en ellas se produzcan. Si se consiguen mantener unas condiciones estables para el contenido de agua no aparecerán problemas de cambio de volumen y en consecuencia tensiones derivadas.

3.5. Características Resistentes

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los dos ensayos de penetración dinámica realizados en la zona de implantación de la edificación, denominados P-1 y P-2, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2. Además se cuenta con la información obtenida en el ensayo de hinca realizados en el interior del sondeo (Muestra Inalterada y ensayos SPT). A continuación se exponen los resultados obtenidos en todos ellos:

- Ensayos de hinca en el interior del sondeo:

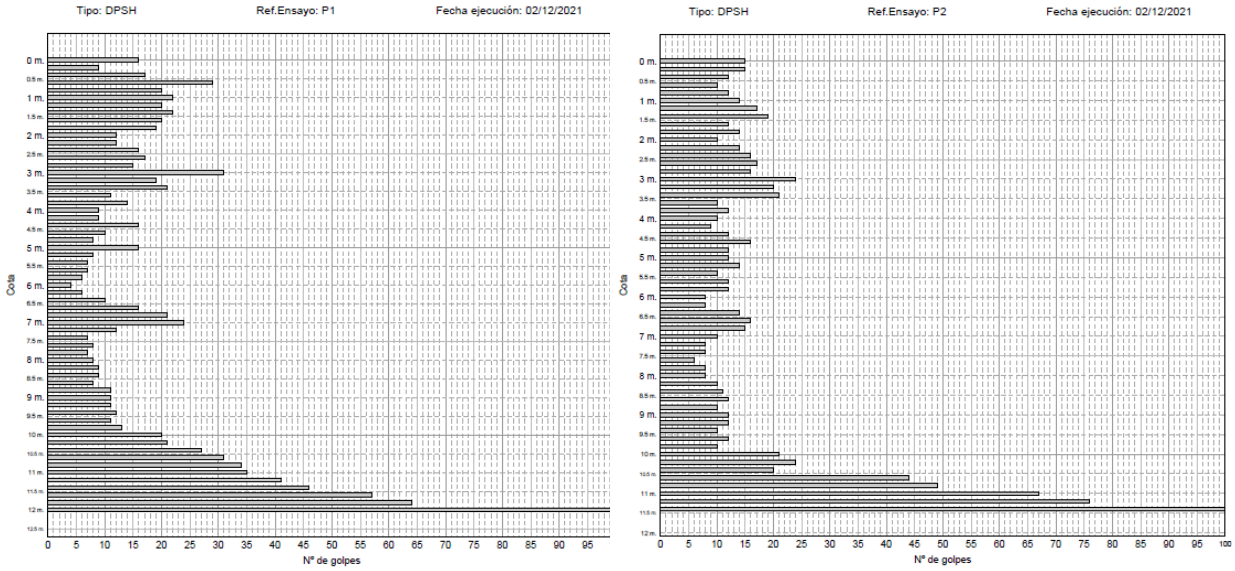
En el interior del sondeo se ha realizado un ensayo de hinca de Muestra Inalterada. Los valores de golpeo obtenidos son los siguientes:

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N_{MI}	N_{30} (SPT)
		Inicio	Final		
SR-1	SPT	1.50	2.10		28
	MI	2.30	2.90	54	
	SPT	6.00	6.60		23
SR-2	MI	1.50	2.10	42	
	SPT	2.10	2.70		20
	MI	3.40	4.00	19	

➢ Ensayos de penetración dinámica:

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los dos ensayos de penetración dinámica realizados denominados P-1 y P-2, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2.

A continuación se presentan dichas gráficas:



En los dos ensayos de penetración dinámica se aprecia un comportamiento similar, con lo que son correlacionables. Así, se podrían diferenciar algunos condicionantes resistentes:

- De 0.00 a 10.00 m. aprox. la tendencia de golpeo se muestra continua, con valores promedio en los golpeos en valores en tono a 10, siendo algo mayores en los primeros 3.00 m. aproximadamente. Este primer tramo resistente indicaría la existencia de niveles de gravas y bolos de origen aluvial/coluvial hasta la mencionada profundidad, estando más consolidados en los primeros 3.0 m. Se caracteriza este tramo resistente por exhibir continuos “picos” o máximos de golpeo provocados por las gravas que contiene. Es de especial mención un máximo de golpeo marcado en ambas verticales,

a unos 7.00 m., de forma que se pude concluir con la existencia de un nivel de mayor concentración de gravas a esa profundidad a escala de la parcela. Esta circunstancia demuestra una aceptable correlación a escala del sector estudiado.

- De 10.00 a rechazo, la tendencia cambia bruscamente hacia valores más elevados de N20 de forma súbita. Este tramo resistente podría corresponder con la facies de margas azules, sobreconsolidadas por presión litoestatica de los materiales que descansan sobre ella que provocaría la sobreconsolidacion de las mismas. La consecución de la condición de rechazo es casi inmediata y de forma brusca, demostrando el carácter muy cementado o de consistencia muy alta, del nivel que lo provoca.
- Ambas verticales demuestran gran homogeneidad tanto en su comportamiento como en su profundidad de rechazo, por lo que a escala de la parcela de estudio se demuestra gran homogeneidad.
- Los resultados de los ensayos de hinca en sondeo están en consonancia con los resultados de las verticales continuas de los ensayos de penetración, por lo que se demuestra la no existencia de niveles flojos o heterogeneidades marcadas en la parcela de instalación del futuro campo fotovoltaico.

Los valores de los ensayos SPT y de toma de Muestra Inalterada estarían en consonancia con los valores de N_{20}, demostrando consistencias blandas a firmes y valores de N_{30} bastante homogéneos de 14-17 hasta 2.00 m. y aumentando a valores en torno a 24 por debajo de la mencionada cota.

El valor de golpeo normalmente utilizado en las formulaciones de arenas se corresponde con el golpeo del ensayo de penetración estándar (N_{SPT}). La conversión de valores de N_{DPSH} a N_{SPT} atiende a la siguiente relación:

$$N_{SPT} = \alpha \, N_{DPSH}$$

Con "α" variando normalmente entre 1 y 2. En nuestro caso se ha optado por tomar un factor de paso de 1.5.

3.6. Agresividad

Al objeto de analizar las condiciones de agresividad del terreno, se ha ensayado las muestras tomadas en el sondeo. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

Investigación	Prof.	SO_4 mg/kg	B-Gully ml/kg
SR-1	1.50-2.10	Inapreciable	Inapreciable
	2.30-2.90	Inapreciable	-
SR-2	1.50-2.10	Inapreciable	Inapreciable

La tabla siguiente muestra el análisis químico de una muestra del agua freática para determinar el grado de agresividad frente al hormigón, según Tabla 27.1.a según B.O.E. de 21 de Agosto de 2021.

PARAMETRO	RESULTADO
pH	6.94
Amonio (NH_4^+)	0.2 mg/l
Sulfatos (SO_4^{2-})	356.1 mg/l
Magnesio (Mg^{2+})	71.5 mg/l
Residuo seco	1231 mg/l
CO2 libre	10.9 mg/l

El agua freática analizada no presenta un grado de agresividad por contenido de sulfatos.

El tipo de ambiente en cuanto a clase específica de exposición relativa a otros procesos de deterioro distintos a la corrosión, a la que estará sometido cualquier elemento estructural dentro del subsuelo de la zona de estudio, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitaciones consideradas, quedará también definido por el grado de agresividad inducida por el agua freática.

De acuerdo con el artículo 27 de la Instrucción B.O.E. de 10 de Agosto de 2021, la agresividad expresada en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como **Ataque Nulo.**

Las clases generales y específicas de exposición para los hormigones son:

- **Clase general de exposición: XC2**
- **Clases específicas de exposición: No hay**
- **Tipo de ambiente: XC2**

3.7. Zonación sísmica:

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones de esta zona es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE-02 publicada en el B.O.E. el 11 de Octubre de 2002.

El cálculo de las acciones sísmicas según la citada norma se realizará en base a los siguientes parámetros:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: Normal	
Aceleración Básica a_b/g	0.06
Coef. de contribución (K)	1.1
Coef. de suelo (C)	1.40
Clasificación Terreno	II-III

La citada Norma recomienda en lo referente a la cimentación (Apart. 4.3.), entre otras reglas de buena práctica constructiva, las siguientes:

- Debe evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

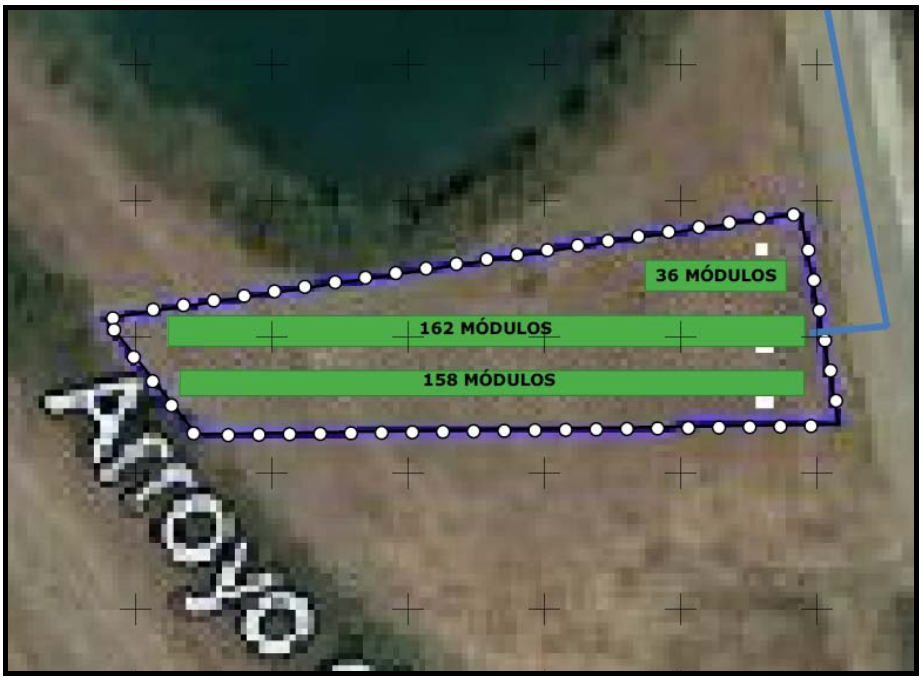
4.1. Consideraciones preliminares

La parcela donde se proyecta la construcción de las instalaciones fotovoltaicas se sitúa junto a un embalse de regadíos, limitada por el mencionado embalse, el arroyo Guadajoz y un camino de acceso a la zona. Por ende, la zona de emplazamiento del complejo fotovoltaico presenta una superficie triangular

En el momento de ejecutarse el trabajo de campo, la parcela se encuentra cubierta de in espeso manto de vegetación de cardos secos, aunque se encuentra libre de obstáculos que impidan la normal ejecución de los trabajos.

Por la inspección visual de la zona, en superficie se pueden observar gravas y bolos subredondeados, posiblemente pertenecientes a suelos de cauces antiguos, terrazas y depósitos aluviales/Coluviales antiguos y recientes.

El proyecto constructivo se trataría de la instalación de 356 módulos fotovoltaicos cuya cimentación será superficial mediante la hinca de perfiles metálicos. Por ende, la resistencia por fuste será depreciable, siendo considerada únicamente una tensión admisible en punta.



El primer nivel reconocido en los sondeos está representado por un nivel de suelos vegetal y suelos antropizados (rellenos). Este nivel alcanza profundidades máximas en torno a 2.50 m.

Por debajo del primer nivel de suelos antropizados y vegetales, se detectan suelos de gravas y bolso en matriz arcillosa y areno limosa, de orígenes aluviales y coluviales (antiguos cauces y y terrazas aluviales), cuyo nivel de base no ha sido alcanzado en ningún ensayos de reconocimiento con tomas de muestras (calicatas y sondeos). Solo en las verticales de los ensayos de penetración DPSH se puede intuir su base en torno a 10.00 m. de profundidad. Estos niveles gravosos presentan una compacidad “medianamente densas” hasta los 10 m., con valores de N20 bastante constantes hasta los 10.0 m.

La matriz arcillosa de este nivel presenta un potencial expansivo clasificado como medio-alto.

La agresividad del medio al hormigón seria nula.

A la profundidad alcanzada en el sondeo a rotación (6.00 metros) se ha detectado la presencia de Nivel Freático a -3.00 m. en SR-2.

4.2. Recomendaciones de cimentación

La solución viable geotécnicamente que se recomienda adoptar para la obra de instalación de paneles fotovoltaicos proyectada, en función de un balance razonado entre los requerimientos de la economía y los de la seguridad, que deberá asegurar una correcta transmisión de los esfuerzos de la estructura al terreno, y garantizar la estabilidad del conjunto a lo largo de la vida útil de la obra, es mediante una cimentación de los tipos siguientes;

- **Perfiles metálicos hincados**. Si bien en las condiciones de profundidad, carga admisible, asientos y con las medidas adicionales que se detallan en los apartados siguientes.

El comportamiento de toda cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, en los apartados siguientes, entre estados límite último por hundimiento y estados límite de servicio por asientos.

4.2.1.- Profundidad de cimentación

El objetivo a cubrir para emplazar la superficie de apoyo de los perfiles es doble:

1. Se deberá cimentar siempre por debajo o próximo al límite de la profundidad de la “capa activa”, por ser la zona más estable (poco afectada por cambios climáticos estacionales y por ende; cambios de estado de humedad).
2. Se deberá evitar apoyar en los rellenos/suelos vegetal/suelo antropizado, por ser niveles de baja capacidad portante y heterogéneos.
3. El nivel elegido para la cimentación deberá presentar suficiente capacidad portante para no producir el fallo de la cimentación, ya que, es recomendable ir a la máxima carga admisible posible compatible con la tolerancia de asientos de la estructura, tendente a contrarrestar posibles

presiones de hinchamiento.

Por ello, consideramos que la profundidad de apoyo de los perfiles deberá ser como mínimo de 3.0 m. (mínimo tres metros) respecto de la superficie actual sobre la que se ejecutaron los ensayos de laboratorio y donde fueron emplazadas las sondas penetrométrica y de sondeos a rotación (estado anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado).

Para este orden de magnitud de profundidad la base de los pozos de hallan en el seno de las facies de coluvial/aluvial, donde los perfiles de los ensayos DPSH y ensayos SPT aseguran compacidades "medianamente densas" con resistencias dinámicas que se mantienen en profundidad.

4.2.2.- Consideraciones de tensión admisible

En suelos de composiciones heterogéneas con cantidades variables de proporciones arcillosas, limosas y arenosas y con comportamiento intermedio entre suelos granulares (asentamiento inmediato, permeables, tamaño de grano grueso) y cohesivos (materiales de grano fino, impermeables y de asentamientos a largo plazo) no serían de aplicación estricta ninguna de las teorías clásicas de cálculo de la tensión admisible.

Por lo anterior, se puede recurrir a fórmulas basadas en métodos empíricos que estiman la tensión admisible en base a los datos de resistencia de los ensayos de golpeo, DPSH o ensayos de penetración estándar (SPT).

Se estima el valor de la tensión admisible mediante la expresión de Hiley, (G. y C. III, pg. 340), (Revista de Obras Públicas, Dic-1971, por H. Bolomey Frazer) la cual cumple este requerimiento y según la cual:

$$Rd = \frac{MH\left(1+n^2 a\right)}{\left(e+c\right)\left(1+a\right)\cdot 20} \text{ (Kg/cm2)}$$

Siendo:

M = 63.5 Kg. masa de la máquina.

H = 75 cm. altura de caída de la máquina.

e = Penetración unitaria (N20).

n, a, c = Coeficientes que dependen de la penetración unitaria y de la profundidad del ensayo.

La tensión admisible geotécnica vendría dada por la expresión siguiente:

$$Q_{admisible} = \frac{Rd}{FS} \text{ (Kg/cm2)}$$

Rd = Resistencia dinámica del terreno.

FS = Coeficiente dependiente del tipo de terreno. En este caso, para terreno tipo intermedio, se considera F = 60.

Para la profundidad del nivel considerado a -3.0 m, tomando N_{20} = 10, se obtendrían los siguientes valores de resistencia dinámica y carga admisible del terreno;

MASA DE LA MAQUINA	ALTURA	n	a	e	c	10	3
63,5	75	0,7	0,56757	2	0,5	N20	Profundidad

HILEY.....	77,6615645	55
	Rd	FS

Rd/FS
1,4120

Qadm
1.40 Kg/cm2

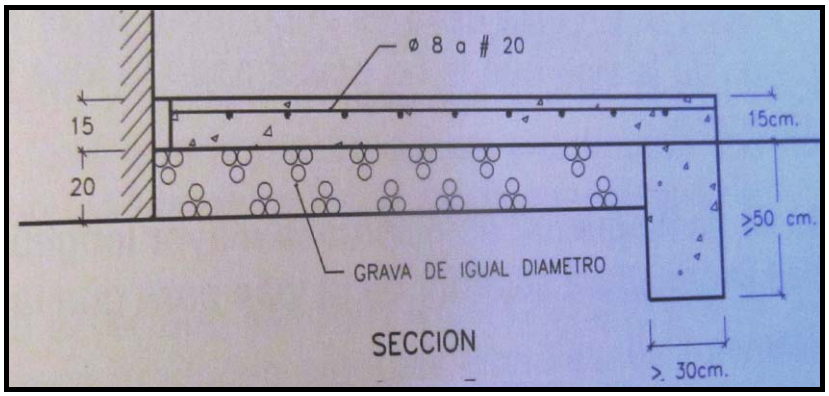
La tensión calculada se considera como única tensión máxima admisible en punta, ya que al tratarse de perfiles metálicos lisos, la resistencia por el fuste seria

despreciable.

4.2.3.- Consideraciones adicionales

- Medidas contra el fenómeno de las arcillas expansivas:
  - ✓ Los zunchos o vigas riostras enterradas deben protegerse con grava gruesa (granulometría uniforme) en todo su contorno con un recubrimiento de al menos 40 cm, para evitar empujes ascendentes y laterales.
  - ✓ Un suelo remoldeado puede ser más expansivo que el mismo material inalterado (susceptibilidad al hinchamiento que suele darse en muchas arcillas sobreconsolidadas como son estas margas). Por lo que no es aconsejable la utilización para rellenos o préstamos, el terreno procedente de la excavación del vaciado y/o pozos.
  - ✓ En cuanto a la actuación sobre el terreno tenemos en primer lugar el aislamiento de los cambios de humedad. La única forma práctica de llevar esto a la realidad son las aceras, la pavimentación y el drenaje.
    - o Las aceras son muy convenientes por disminuir los cambios de volumen en la proximidad del cimiento. Preceptivas en los edificios con cimentación superficial. Se recomienda que tengan una anchura, si es posible, al menos igual a la potencia de la capa activa en terreno descubierto. Estas aceras se moverán y han de estar constituidas de modo que no se agrieten y no dejen pasar el agua (juntas impermeables con la edificación). Una solución que se considera buena, pero costosa, es la de la lámina de polietileno, arena y losas prefabricadas de hormigón.

      Otra forma, podría ser la siguiente:



La solera puede estar formada con un espesor de 15 cm, y es conveniente que lleve como mínimo una armadura en su cara superior formada por una malla de ∅8 cada 20 cm. Su bode debe apoyar sobre un dado de hormigón para evitar que la solera asiente y rompa por "efecto de borde".

Una precaución necesaria es darle una pendiente hacia fuera tal que, aun con los movimientos previsibles, nunca conduzcan el agua hacia la fachada.

- La pavimentación de las calles, con buenas cunetas o alcantarillado con amplios imbornales. La pavimentación supone la impermeabilización del terreno y por ende; la consecución de una humedad de equilibrio. El espesor de terreno a sustituir bajo la explanada para suavizar los asientos diferenciales, de manera que las ondulaciones del pavimento resulte aceptables, podrá ser del orden de 120 cm (recomendado para IP = 30-40. Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía).
- Las canalizaciones enterradas deberán ser de gran calidad, con resistencia a los movimientos de flexión, casi inevitables, que van a sufrir, y al mismo tiempo deben evitarse posibles fugas que conllevaría cambios de volumen locales, con las correspondientes distorsiones. Por ello son aconsejables las siguientes medidas:
  - Es muy importante evitar la desecación del terreno que

rodea a la tubería, de modo que conviene colocarla con gran rapidez, para que la zanja esté abierta el menor tiempo posible. Es recomendable colocar las tuberías a mayor profundidad que en los terrenos normales.

- El problema puede quedar bastante aliviado disponiendo de tuberías de P.V.C.
- Colocación de un lecho de hormigón + una capa arenosa compensatoria de 25 cm, bajo cada tubería, y relleno en zonas laterales y superiores con terreno granular debidamente compactado.
- Juntas flexibles, capaces de resistir tracciones, o de permitir una extensión. (Por ejemplo tipo Gibault).
- Entrega suficiente de tuberías en arquetas, con posibilidad de ligeros movimientos. Puede estudiarse el empleo de arquetas prefabricadas.

✓ Las aguas pluviales de los tejados deberán ser recogidas con canalones y conducidas al alcantarillado. Deberá de evitarse la presencia de imbornales de vertido incontrolado.

✓ La vegetación puede tener una influencia importante en los fenómenos de expansividad y retracción. Este efecto puede verse incrementado por circunstancias especiales, como puede ser una época seca, una poda, una tala, la aportación de fertilizantes, etc. Los daños producidos suelen tardar bastante tiempo en presentarse (seis-doce años) hasta que alcanzan su desarrollo adulto. La probabilidad de que se produzcan daños es casi nula a una distancia a la edificación igual a una vez y media su máxima altura previsible, excepto si los árboles están en fila muy cerrada, caso en que la interferencia entre las raíces de unos y otros hace que el desarrollo sea más intenso en sentido lateral. Según el criterio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas de Canada, para la peligrosidad de los árboles en arcillas expansivas da la siguiente clasificación:

MUY PELIGROSOS	PELIGROSOS	ALGO PELIGROSOS
Chopo o Álamo blanco	Arce	Alerce
Aliso común o Alno	Abedul	Cedro
Acacia	Fresno	Abeto
Sauce	Haya	
Olmo o Álamo negro	Encina o Alcornoque	
Ficus e Higuera	Falso Plátano	
Eucalipto	Catalpa	
Castaño de Indias	Falsa pimienta	
Morera	Jacaranda	
Plátano	Árbol del Fuego	
Roble	Magnolia	
Tilo	Espino majuelo	
Brachichiton	Acebo	

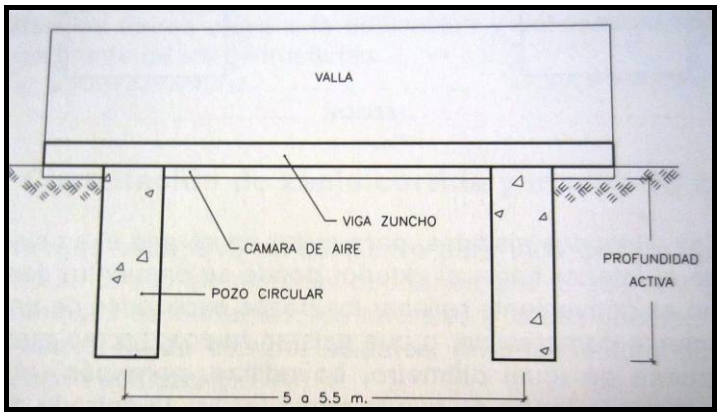
Existe la posibilidad de que se produzcan daños a una distancia equivalente a la altura del árbol. La probabilidad es casi nula a una distancia igual a vez y media de altura, excepto si los árboles están en fila muy cerrada, caso en el que la interferencia entre las raíces de unos y otros hace que el desarrollo sea más intenso en sentido lateral. Los movimientos típicos debidos a los árboles son asientos diferenciales, máximos en el punto más próximo a los mismos, y a veces verdaderas traslaciones de hasta 5 cm hacia la fila de árboles. En la tabla anterior se puede apreciar que los más peligrosos son los de hoja caduca y los más inocuos las coníferas.

- ✓ Se deberá impedir el riego abundante de las zonas ajardinadas próximas a la edificación o en su caso disponer de un drenaje que evacue al alcantarillado.
- ✓ Cimentaciones para vallas de fábrica para cerramiento de finca/parcela:

  Se debe evitar realizar zanjas corridas para apoyo de vallas de obras de fábrica, ya que son muy vulnerables a los movimiento (se parten y giran en poco tiempo).

  Una forma fácil consiste en realizar pozos circulares a mayor profundidad

que se llenan de hormigón en masa. Sobre ellos se apoyan zunchos que actúan de vigas que soportan la valla y que no deben quedar en contacto con el terreno. Los pozos se colocan circulares para que el empuje lateral les afecte menos, y la distancia entre ellos, suele ser para que resulten económicos entre 4 y 5 m.



5.- INSPECCIÓN EN OBRA:

Tanto la elección de la cota de cimentación, la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación, responden a los resultados geotécnicos obtenidos de los ensayos realizados, con las limitaciones propias del tipo de estudio realizado; en ningún caso pretenden suplir las funciones y responsabilidades que la Ley de Ordenación de la Edificación contempla para cada uno de los agentes intervinientes en el proceso constructivo, y por ello deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la Obra. De conformidad con la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, tanto el proyectista, como el director de obra y el director de la ejecución de la obra, son los que tienen la obligación de redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente, verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de las estructuras proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

Si se detectasen características geotécnicas diferentes a las que recoge este informe, se deberá comunicar a Arcotierra, S.L., para que se pueda proceder a la realización de una nueva campaña de ensayos, con el fin de verificar y determinar la correcta extrapolación al conjunto de la parcela.

21AT216 Rev. 1

Este documento consta de una memoria de treinta y seis (36) páginas con el sello de ARCOTIERRA, SL., numeradas correlativamente, y de ocho (8) anejos.

Bornos (Cádiz), a 07/02/2022

Técnicos autores de este informe:

Realizado por:

Carlos Cárdenas Cauqui
Licenciado en Geología
Colegiado ICOGA Nº 966

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de Arcotierra S.L.

21AT216

ANEJOS A LA MEMORIA

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es
Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 1:
LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOGRÁFICA

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)

Dirección: , Carmona, Sevilla

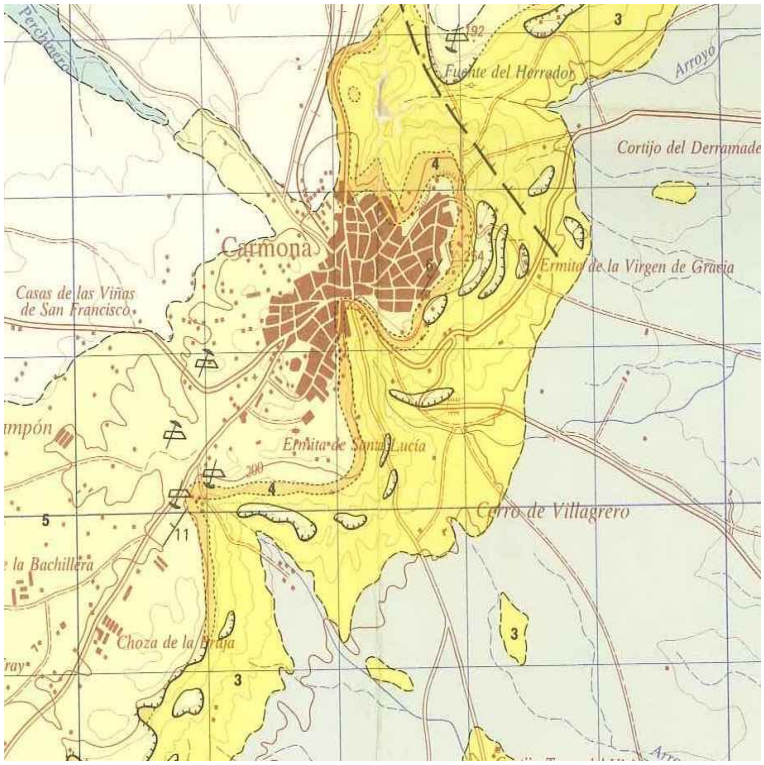
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

21AT216

Localización Geográfica

Localización Geológica



ANEJO 2:
PLANO/CROQUIS DE UBICACIÓN DE ENSAYOS

Arcotierra ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	EXPEDIENTE: **21AT216**	ESCALA: **S/E**	TRABAJO: **356 Módulos Solares de 490 W (Restinga). Carmona. (Sevilla)**	ANEJO: **2**	TITULO: **LOCALIZACION DE TRABAJOS DE CAMPO**	FECHA: **DICIEMBRE 2021**

ANEJO 3:
REGISTROS DE SONDEOS Y CALICATAS

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TECOINSA TP-50
Obra:	356 modulos solares de 490W (Restinga). Carmona. Sevilla
Peticionario:	Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

SONDEO: SR-1

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/3689	12838	21AT216	2021/216	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z (m):

Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado	Muestras				R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard)
						20% 40% 60% 80% 100%	TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	K (cm/seg)
0,0	0,30	0,30			Suelo vegetal.							
1,0												
2,0							SPT	1,50	2,10	14-12-16-13	28	
							MI	2,30	2,90	18-28-26-28	54	
3,0		6,3			Facies de Aluvial/coluvial. Gravas y bolso en matriz areno arcillosa marron verdosa							
4,0												
5,0												
6,0	6,6						SPT	6,00	6,60	11-10-13-13	23	
7,0												
8,0												
9,0												
10,0												

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TECOINSA TP-50
Obra:	356 modulos solares de 490W (Restinga). Carmona. Sevilla
Peticionario:	Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

SONDEO: SR-2

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/3693	12838	21AT216	2021/216	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z (m):

Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado	Muestras				R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard)
						20% 40% 60% 80% 100%	TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	K (cm/seg)
0,0												
	1,0	1,00			Suelo vegetal/suelos antropizados. Gravas y bolos en matriz arcillo arenosa							
1,0												
							MI	1,50	2,10	15-18-24-22	42	
2,0							SPT	2,10	2,70	12-11-9-8	20	
3,0												
		5,0			Facies de Aluvial/Coluvial. Gravas y bolso en matriz arcillosa marrón grisácea, muy plástica		MI	3,40	4,00	8-9-10-12	19	
4,0												
5,0												
	6,0											
6,0												
7,0												
8,0												
9,0												
10,0												

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3690	12838	21AT216	**C-1**	13/12/2021

Coordenadas: X (m): Y (m): Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0			
1,70	1,70		Suelos antropizados. Bolos y gravas en matriz arenosa grises marrones con intercalaciones de arcillas grises.
3,30	1,60		Facies de Aluvial/Coluvial: De 1.70 a 2.80 m. Arcilla arenosa marrones y grises con grava heterométrica subredondeada y subangulosa. De 2.80 a 3.30 m. Arcilla arenosa marrón con grava redondeada y vetas arcillosas

0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00

OBSERVACIONES:

EXCAVABILIDAD: Media

NIVEL FREATICO: No detectado

ESTAB. TALUDES 0,0-1,70 Inestables
1,70-3,30 Semiestables

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3690	12838	21AT216	**C-1**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3694	12838	21AT216	**C-2**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0			
2,50	2,50		Rellenos y suelos antropizados. Bolos y gravas en matriz arenosa gris marrón con intercalaciones areno arcillosas y arcillosas grises marrones.
4,60	2,10		Facies de Aluvial/Coluvial. De 2.50 a 3.50 m. Arcilla limosa con indicios de arena y algo de grava y bolos con olor fétido y color negruzco y con alta humedad. De 3.50 a 4.60 m. Arcilla gris y ocre. Algunas caras de rotura con brillo céreo. Indicios de grava redondeada
5,00			

OBSERVACIONES:

EXCAVABILIDAD:	Media	ESTAB. TALUDES	0,0-2,50 Semiestables- Inestables 2,50-4,60 Semiestables
NIVEL FREATICO:	No detectado. Zona con alta humedad de :		

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3694	12838	21AT216	**C-2**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 4:
DIAGRAFIAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

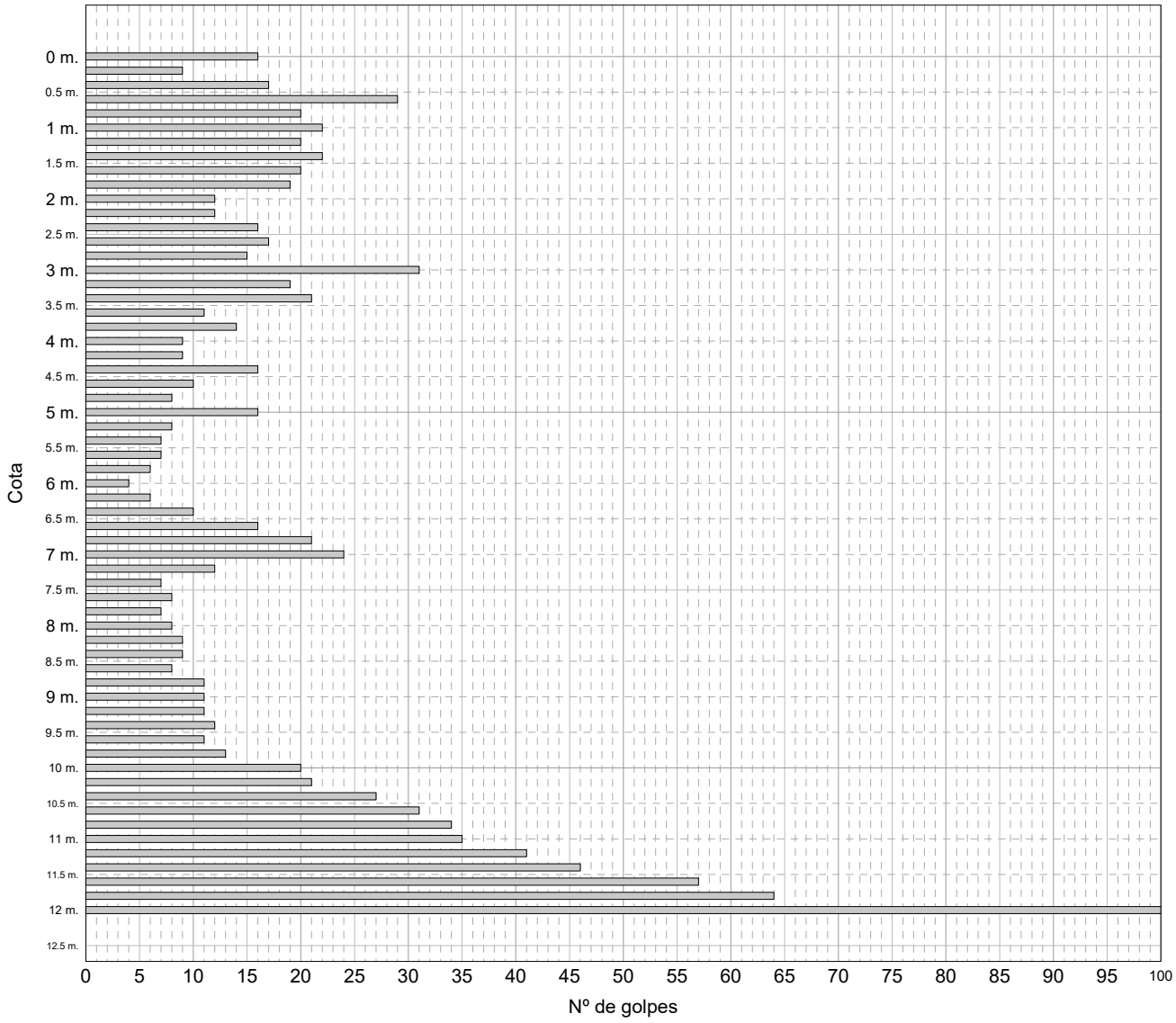
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3691	12838	216	.2021/216	13/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P1 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 12.00 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

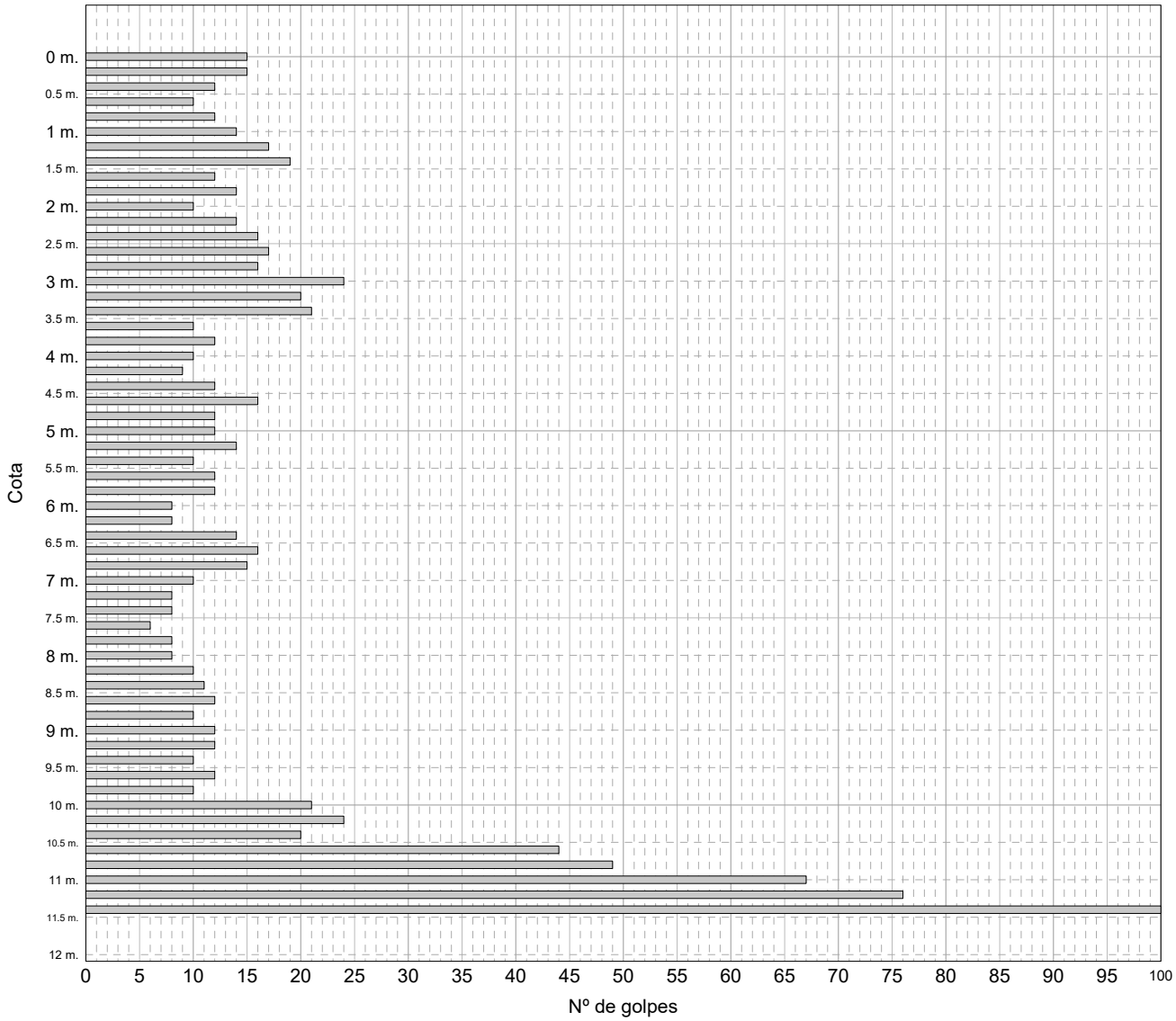
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3692	12838	216	.2021/216	13/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P2 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 11.40 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 5:
ENSAYOS DE LABORATORIO

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

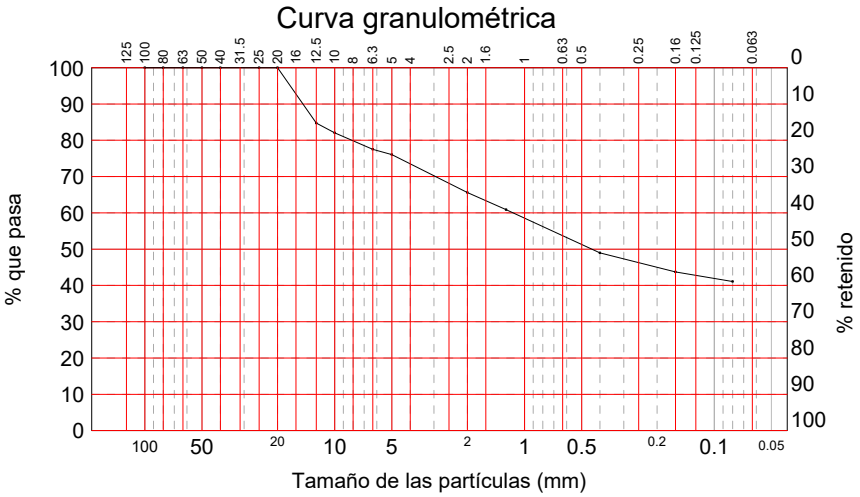
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3775	12838	216	.2021/1081	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,50 - 2,10) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	85
10	82
6.3	78
5	76
2	66
1.25	61
0.4	49
0.16	44
0.08	41.1



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**50.9**
Límite Plástico	**26.8**
INDICE DE PLASTICIDAD	**24.1**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**5**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, UNE 83962:2008, s/norma UNE 83962:2008

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3776	12838	216	.2021/1081	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,50 - 2,10) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Acidez de Baumann Gully S/UNE 83962:2008		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

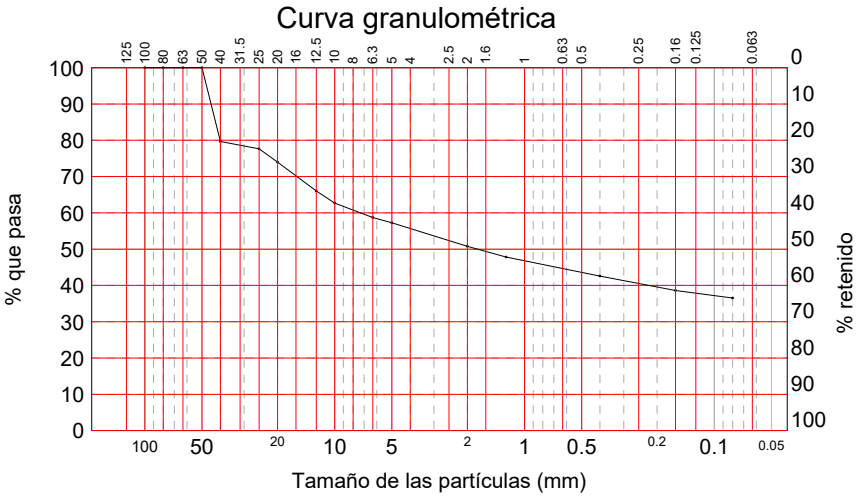
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3777	12838	216	.2021/1082	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,30 - 2,90) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	80
25	78
20	74
12.5	66
10	63
6.3	59
5	57
2	51
1.25	48
0.4	43
0.16	39
0.08	36.5



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**59.1**
Límite Plástico	**25.7**
INDICE DE PLASTICIDAD	**33.4**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**5**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-5-7**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/norma UNE 103 400/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3778	12838	216	.2021/1082	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,30 - 2,90) m

Compresión Simple FOTO S/UNE 103 400/93
Observaciones: Debido a las características de la muestra, no ha sido posible la realización del ensayo.

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3779	12838	216	.2021/1082	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (2,30 - 2,90) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

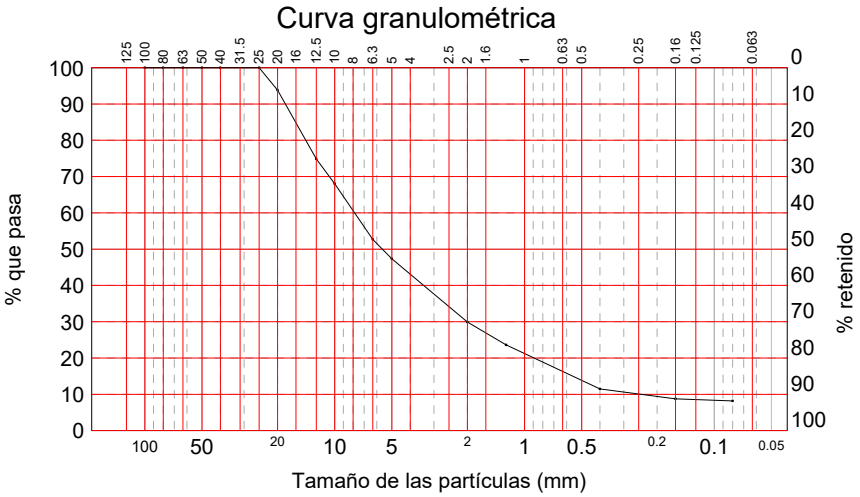
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3780	12838	216	.2021/1083	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-2 (6,0 - 6,60) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	94
12.5	75
10	68
6.3	53
5	47
2	30
1.25	24
0.4	12
0.16	9
0.08	8.2



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**28.4**
Límite Plástico	**15.3**
INDICE DE PLASTICIDAD	**13.0**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**0**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-2-7**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

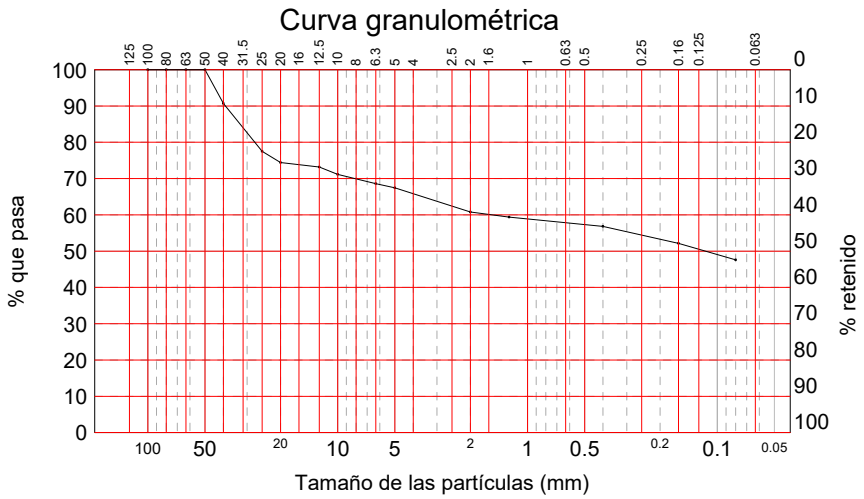
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3781	12838	216	.2021/1084	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, ,MI-1 (1,50 - 2,10) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	91
25	77
20	74
12.5	73
10	71
6.3	69
5	67
2	61
1.25	59
0.4	57
0.16	52
0.08	47.6



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**46.8**
Límite Plástico	**23.5**
INDICE DE PLASTICIDAD	**23.4**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**7**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/norma UNE 103 400/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3782	12838	216	.2021/1084	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, ,MI-1 (1,50 - 2,10) m

Compresión Simple FOTO S/UNE 103 400/93
Observaciones: Debido a las características de la muestra, no ha sido posible la realización del ensayo.

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, UNE 83962:2008, s/norma UNE 83962:2008

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3783	12838	216	.2021/1084	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, ,MI-1 (1,50 - 2,10) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Acidez de Baumann Gully S/UNE 83962:2008		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, UNE 103-101/95, s/norma UNE 103-101/95
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93, s/norma UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

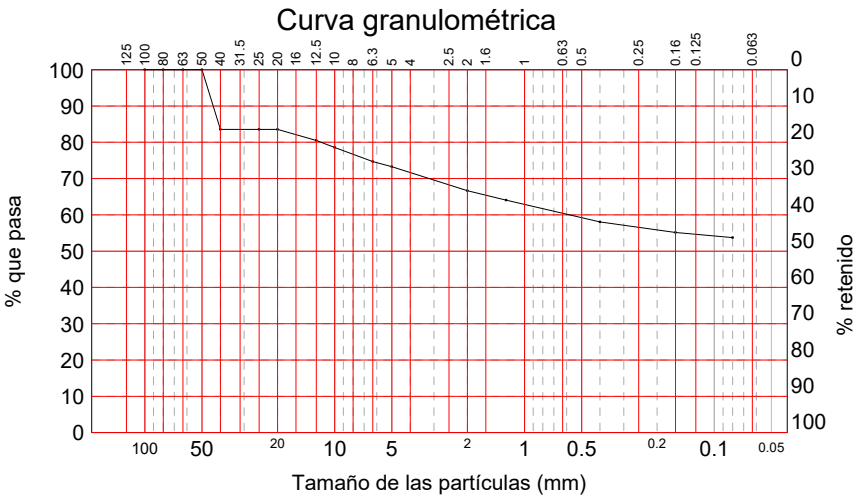
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3784	12838	216	.2021/1085	17/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-2 (3,40 - 4,0) m

Granulometría S/UNE 103-101/95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	84
25	84
20	84
12.5	80
10	79
6.3	75
5	73
2	67
1.25	64
0.4	58
0.16	55
0.08	53.7



LÍmites Atterberg S/UNE 103-103/94 y UNE 103-104/93	
Límite Líquido	**64.0**
Límite Plástico	**25.3**
INDICE DE PLASTICIDAD	**38.7**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**17**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CH**
Clasificación HRB	**A-7-6**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis de Aguas, s/norma EHE 2008

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3738	12838	216	.2021/1086	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, (3,0) m

Análisis de Aguas S/EHE 2008	
Determinación del pH. Método Potenciométrico s/ UNE 83.952	
pH	**6.94**

Determinación del contenido de ióxido de Carbono Agresivo s/ UNE-EN 13.577		
Dióxido Libre	mg/l	**10.9**

Determinación del ión Amonio s/ UNE 83.954		
Amonio	mg/l	**0.2**

Determinación del contenido en ión Magnesio s/ UNE 83.955		
Magnesio	mg/l	**71.5**

Determinación del ión Sulfatos s/ UNE 83.956		
Sulfatos	mg/l	**356.1**

Determinación del Residuo Seco s/ UNE 83.957		
Residuo Seco	mg/l	**1231.0**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 6:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Sondeo: 216S1

Sondeo: 216S2

Penetrómetro: 216P1

Penetrómetro: 216P2

Caja: 216T1

Caja: 216T1A

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf :956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

Caja: 216T2

Caja: 216T2A

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf :956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

21AT216

ANEJO 7:
MEDICIONES DE RESITIVIDAD ELECTRICA Y TERMICA

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es
Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA
(ASTM G57-95a)

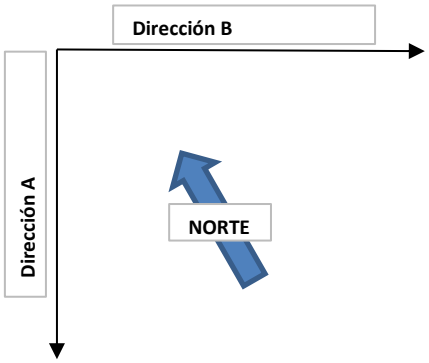
Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA FOTOVOLTAICA RESTINGA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

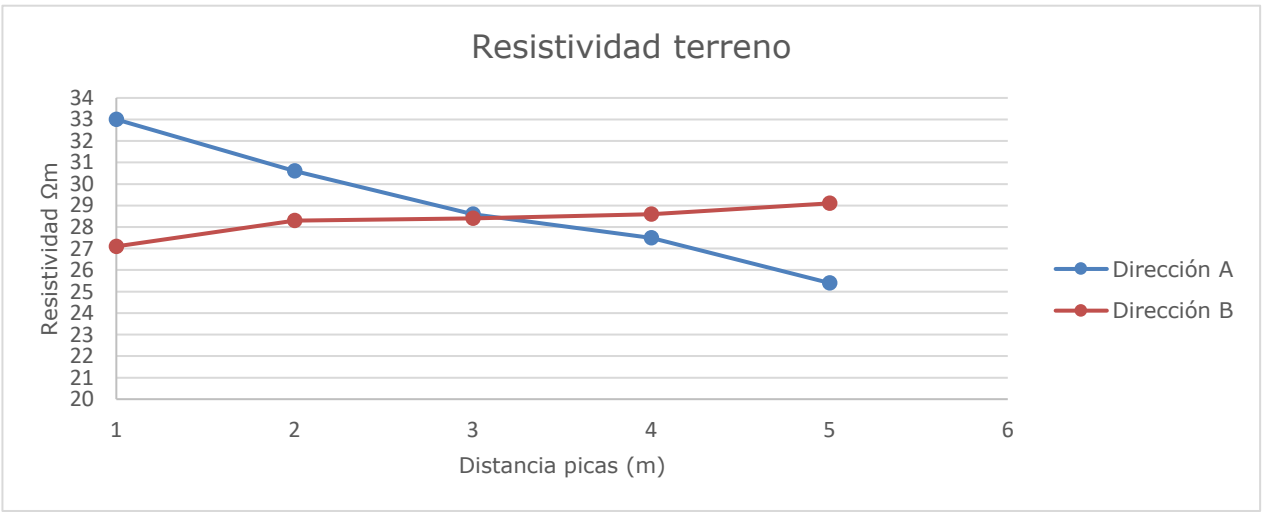
Datos del ensayo:

Referencia:	SA-0060-22	**Acta nº:**	GTC-10
Fecha:		**Página:**	1/1
Equipo / Método:	HT Instrument GSG 53N / Método Wenner (4 puntos)	**Ensayo nº:**	RE-1
Ubicación:	Exp. 21AT-216	**Dirección Test:**	(ver esquema)
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:



Distancia Picas (m)	Resistividad (Ωm)	
	Dirección A	Dirección B
1	33	27,1
2	30,6	28,3
3	28,6	28,4
4	27,5	28,6
5	25,4	29,1



San Roque, 31 de enero de 2022

José Ramón Gil Osuna (I.T.I.)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

(ASTM G57-95a)

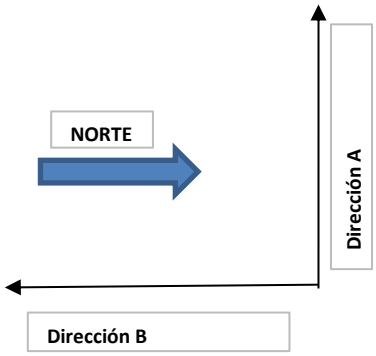
Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA FOTOVOLTAICA LA GITANA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

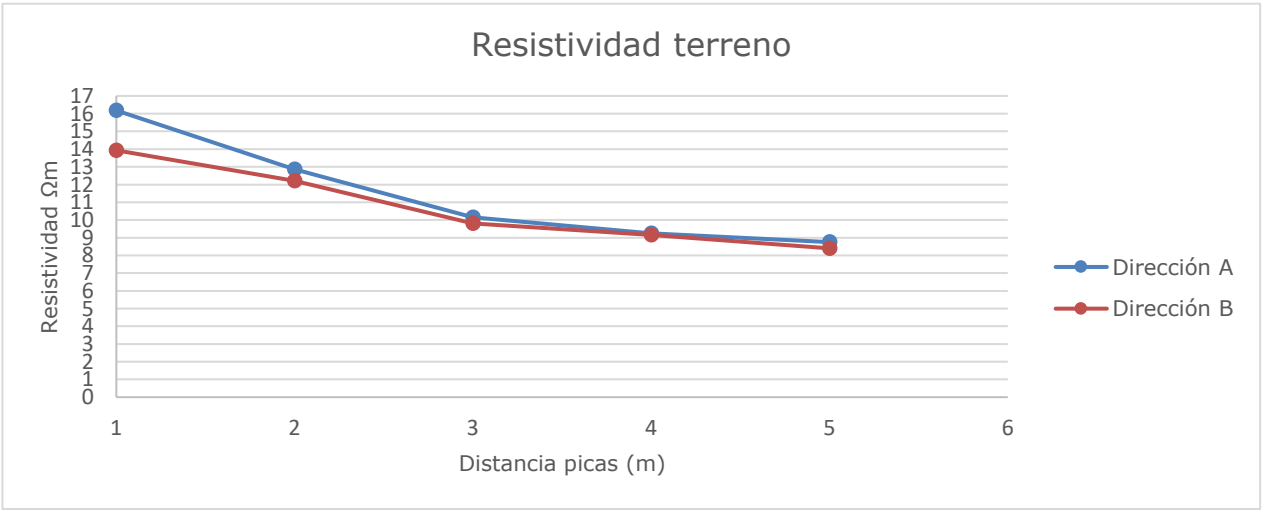
Datos del ensayo:

Referencia:	SA-0060-22	**Acta nº:**	GTC-10
Fecha:		**Página:**	1/1
Equipo / Método:	HT Instrument GSG 53N / Método Wenner (4 puntos)	**Ensayo nº:**	RE-1
Ubicación:	Exp. 21AT-219	**Dirección Test:**	(ver esquema)
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:



Distancia Picas (m)	Resistividad (Ωm)	
	Dirección A	Dirección B
1	16,18	13,93
2	12,85	12,2
3	10,15	9,8
4	9,25	9,15
5	8,75	8,4



San Roque, 31 de enero de 2022

José Ramón Gil Osuna (I.T.I.)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA
(ASTM G57-95a)

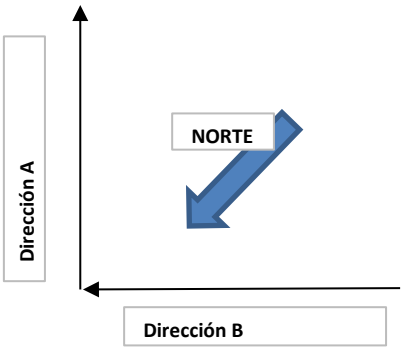
Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA FOTOVOLTAICA ROSARIO
CLIENTE:	ARCOTIERRA

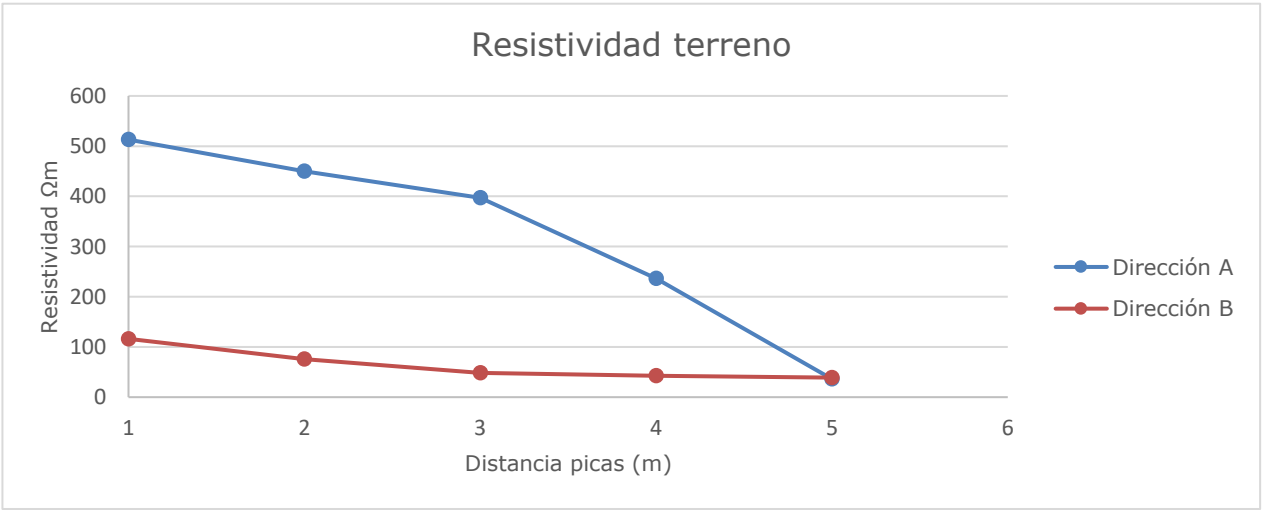
Datos del ensayo:

Referencia:	SA-0060-22	**Acta nº:**	GTC-10
Fecha:		**Página:**	1/1
Equipo / Método:	HT Instrument GSG 53N / Método Wenner (4 puntos)	**Ensayo nº:**	RE-1
Ubicación:	Exp. 21AT-217	**Dirección Test:**	(ver esquema)
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:



Distancia Picas (m)	Resistividad (Ωm)	
	Dirección A	Dirección B
1	513	116,2
2	450,1	75,85
3	397	48,5
4	236,4	42,6
5	36,2	38,9



San Roque, 31 de enero de 2022

José Ramón Gil Osuna (I.T.I.)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA LA GITANA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-02-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-1
Ubicación:	PFV LA Gitana	**Calicata:**	C-1
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	1,0156	20,5	13,2
1	1,7115	18,4	15,3

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA LA GITANA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-03-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-2
Ubicación:	PFV LA Gitana	**Calicata:**	C-2
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	2,3653	19,5	12,5
1			

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA LA RESTINGA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-04-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-3
Ubicación:	PFV LA RESTINGA	**Calicata:**	C-1
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	1,4697	17,9	12,5
1	2,8702	18,3	13,2

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA LA RESTINGA
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-05-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-4
Ubicación:	PFV LA RESTINGA	**Calicata:**	C-2
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	0,5259	17,5	9,85
1	1,5052	18,2	12,54

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)

Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)

Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA ROSARIO
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-06-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-5
Ubicación:	PFV ROSARIO	**Calicata:**	C-1
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	2,1628	18,4	12,35
1	1,8124	18,6	15,42

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)

Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)

Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA ROSARIO
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-07-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-6
Ubicación:	PFV Rosario	**Calicata:**	C-2
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	0,6021	12,65	4,65
1	0,4638	16,87	6,15

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

METER GROUP
ATMOGEE INST
LABFERRER
FOOD - ENVIRONMENT - CROP

Laboratorio de Análisis de Propiedades Térmicas
Protocolo de Trabajo basado en el estándar ASTM D5334-08 y IEEE Standard 442-1981

Centro de Asesoría Dr Ferrer SL
CIF: B-61994620
c/ Ferran el Catòlic, 3
25200 CERVERA (LLEIDA)
Tel.: 973 532 110
info@lab-ferrer.com
www.lab-ferrer.com

Boletín análisis de Resistividad y Conductividad Térmica de suelos (ASTM D5334)

Fecha	20/12/2021
Nombre cliente	Arcotierra
Nombre muestra	Restinga 21AT216
Registro muestra	1221'2621

La resitividad térmica (rho) y la conductividad térmica (K) de la muestra La Pita ha sido medida a la densid aparente de 1,7 gr/cm^3 respectivamente y con el contenido de humedad del suelo de saturación. Se ha utilizado el equipo de propiedades térmicas TEMPOS (SN TEM00001036) y su sensor de suelos asociado TR-3 (SN 01482) (METER Group Inc., Pullman, WA, USA). La precisión del sensor TR-3 y el equipo TEMPOS ha sido verificada con el patrón de verificación de glicerina antes de empezar las medidas. La rho y K se han medido varias veces en un mismo punto de las muestras para comprobar la repetitividad de los valores obtenidos. Las medidas se han realizado a temperatura ambiente.
El contenido de humedad de las muestras ha sido determinado midiendo el contenido gravimétrico de las muestras.
Los datos de las muestras son presentados en la Tabla 1 y Figura 1.

Nombre muestra	Media rho ($K \cdot m \cdot W^{-1}$)	Desviación estándrad rho	Media K ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Humedad muestra ($gr \cdot gr^{-1}$)
Restinga 21AT216	0,76	0,03	1,32	0,10

Tabla 1. Datos medidos de la resitividad, conductividad térmica y humedad de las muestras.

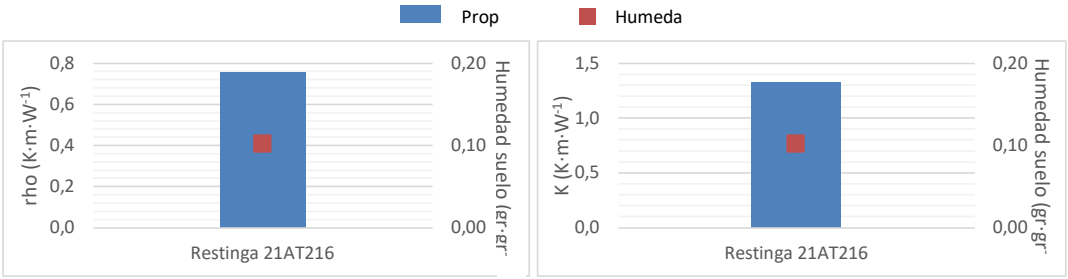


Figura 1. Gráfico de la resistividad, conductividad térmica y humedad de las muestras.

Francesc Ferrer Alegre
Doctor Ingeniero Agrónomo
LabFerrer

Para consultas y preguntas contactar con info@lab-ferrer.com

Los resultados obtenidos sólo dan fé de la muestra analizada

21AT216

ANEJO 8:
DOCUMENTACIÓN CONFORME AL RD 1000/2010, 5 de Agosto

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

En conformidad con el R.D 1000/2010 de 5 de Agosto, el visado del estudio geotécnico deja de ser obligatorio. En sustitución al visado, se le adjunta la documentación necesaria, que certifica que los técnicos redactores del proyecto, están colegiados y habilitados para la realización del estudio geotécnico que se le presenta, y que forman parte de la plantilla de la empresa Arcotierra, S.L, acreditada desde el 22 de Junio de 2004, por la Consejería de Obras Públicas y Transportes en las áreas de geotecnia y mecánica de suelos (GTC y GTL).

La documentación aportada es:

1. Certificación de colegiación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.
2. Certificación de la habilitación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.

Los técnicos redactores de este estudio geotécnico son:

- Carlos Cárdenas Cauqui

Fdo. Francisco Rodríguez Cañas
Gerente

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3690	12838	21AT216	**C-1**	13/12/2021

Coordenadas: X (m): Y (m): Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0			
1,70	1,70		Relleno antropizados. Bolos y gravas en matriz arenosa grises marrones con intercalaciones de arcillas grises.
3,30	1,60		Facies de Aluvial/Coluvial: De 1.70 a 2.80 m. Arcilla arenosa marrones y grises con grava heterométrica subredondeada y subangulosa. De 2.80 a 3.30 m. Arcilla arenosa marrón con grava redondeada y vetas arcillosas
5,00			

OBSERVACIONES:

EXCAVABILIDAD: Media

NIVEL FREATICO: No detectado

ESTAB. TALUDES: 0,0-1,70 Inestables
1,70-3,30 Semiestables

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3690	12838	21AT216	**C-1**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3694	12838	21AT216	**C-2**	13/12/2021

Coordenadas: X (m): Y (m): Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0	2,50		Rellenos y suelos antropizados. Bolos y gravas en matriz arenosa gris marrón con intercalaciones areno arcillosas y arcillosas grises marrones.
2,50	2,10		Facies de Aluvial/Coluvial. De 2.50 a 3.50 m. Arcilla limosa con indicios de arena y algo de grava y bolos con olor fétido y color negruzco y con alta humedad. De 3.50 a 4.60 m. Arcilla gris y ocre. Algunas caras de rotura con brillo céreo. Indicios de grava redondeada
4,60			
5,00			

OBSERVACIONES:

EXCAVABILIDAD: Media

ESTAB. TALUDES: 0,0-2,50 Semiestables- Inestables
2,50-4,60 Semiestables

NIVEL FREATICO: No detectado. Zona con alta humedad de :

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 356 modulos solares de 490 W (Restinga). Carmona. Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3694	12838	21AT216	**C-2**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TECOINSA TP-50
Obra:	356 modulos solares de 490W (Restinga). Carmona. Sevilla
Peticionario:	Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

SONDEO: SR-1

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/3689	12838	21AT216	2021/216	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z (m):

Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado	Muestras				R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard)
						20% 40% 60% 80% 100%	TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	K (cm/seg)
0,0	0,30	0,30			Suelo vegetal.							
1,0												
2,0							SPT	1,50	2,10	14-12-16-13	28	
							MI	2,30	2,90	18-28-26-28	54	
3,0		6,3			Facies de Aluvial/coluvial. Gravas y bolso en matriz areno arcillosa marron verdosa							
4,0												
5,0												
6,0	6,6						SPT	6,00	6,60	11-10-13-13	23	
7,0												
8,0												
9,0												
10,0												

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TECOINSA TP-50
Obra:	356 modulos solares de 490W (Restinga). Carmona. Sevilla
Peticionario:	Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, SL

SONDEO: SR-2

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/3693	12838	21AT216	2021/216	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z (m):

Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado	Muestras				R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard)
						20% 40% 60% 80% 100%	TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	K (cm/seg)
0,0												
	1,0	1,00			Suelo vegetal/relleno. Gravas y bolos en matriz arcillo arenosa							
1,0												
							MI	1,50	2,10	15-18-24-22	42	
2,0							SPT	2,10	2,70	12-11-9-8	20	
3,0												
		5,0			Facies de Aluvial/coluvial. Gravas y bolso en matriz arcillosa marrón grisácea, muy plástica		MI	3,40	4,00	8-9-10-12	19	
4,0												
5,0												
	6,0											
6,0												
7,0												
8,0												
9,0												
10,0												

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

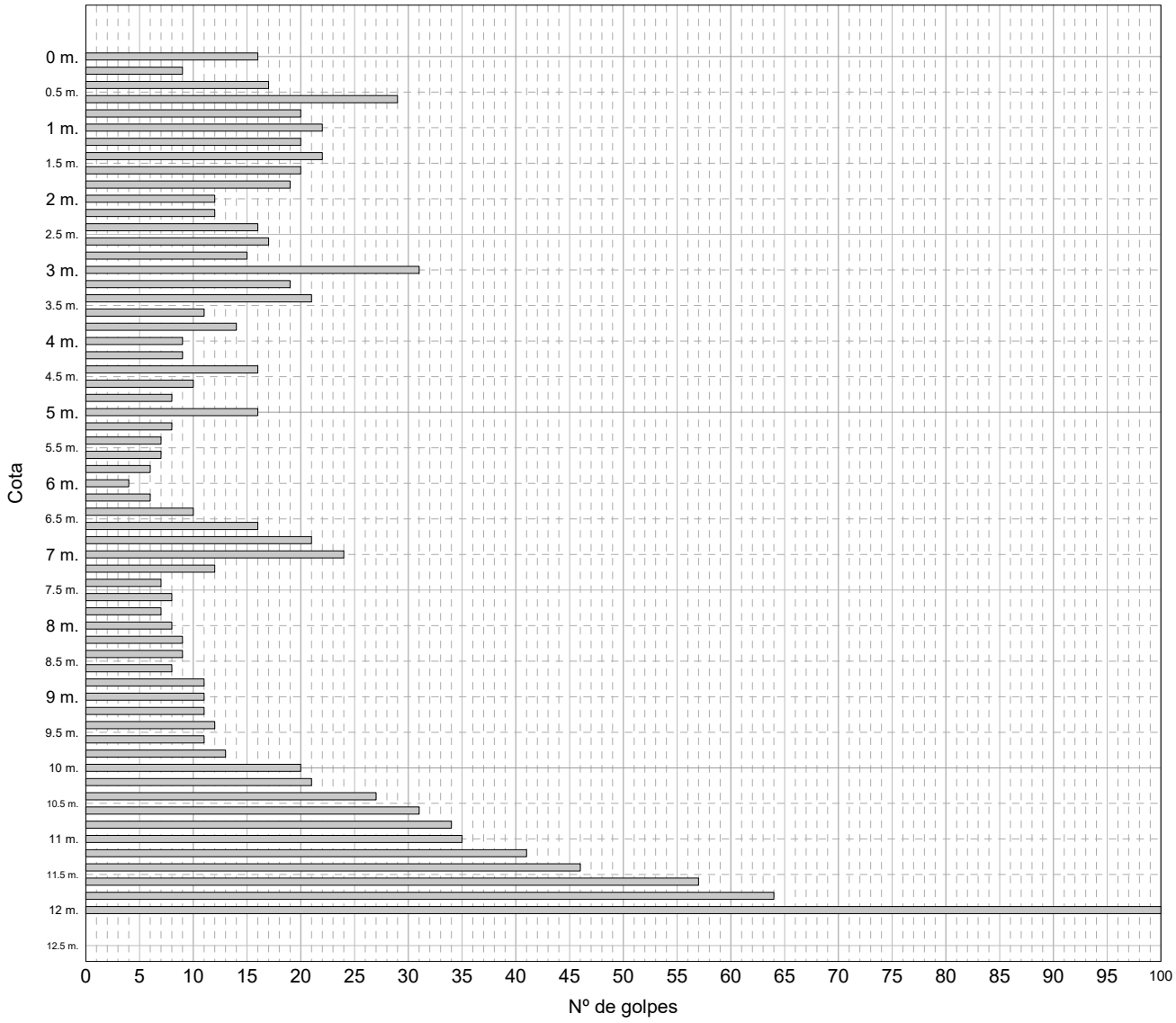
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3691	12838	216	.2021/216	13/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P1 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 12.00 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
antes UNE-EN ISO 22476-2-2008, s/norma UNE 103-801:1994

Obra: 356 Módulos Solares de 490 W (Restinga)
Dirección: , Carmona, Sevilla

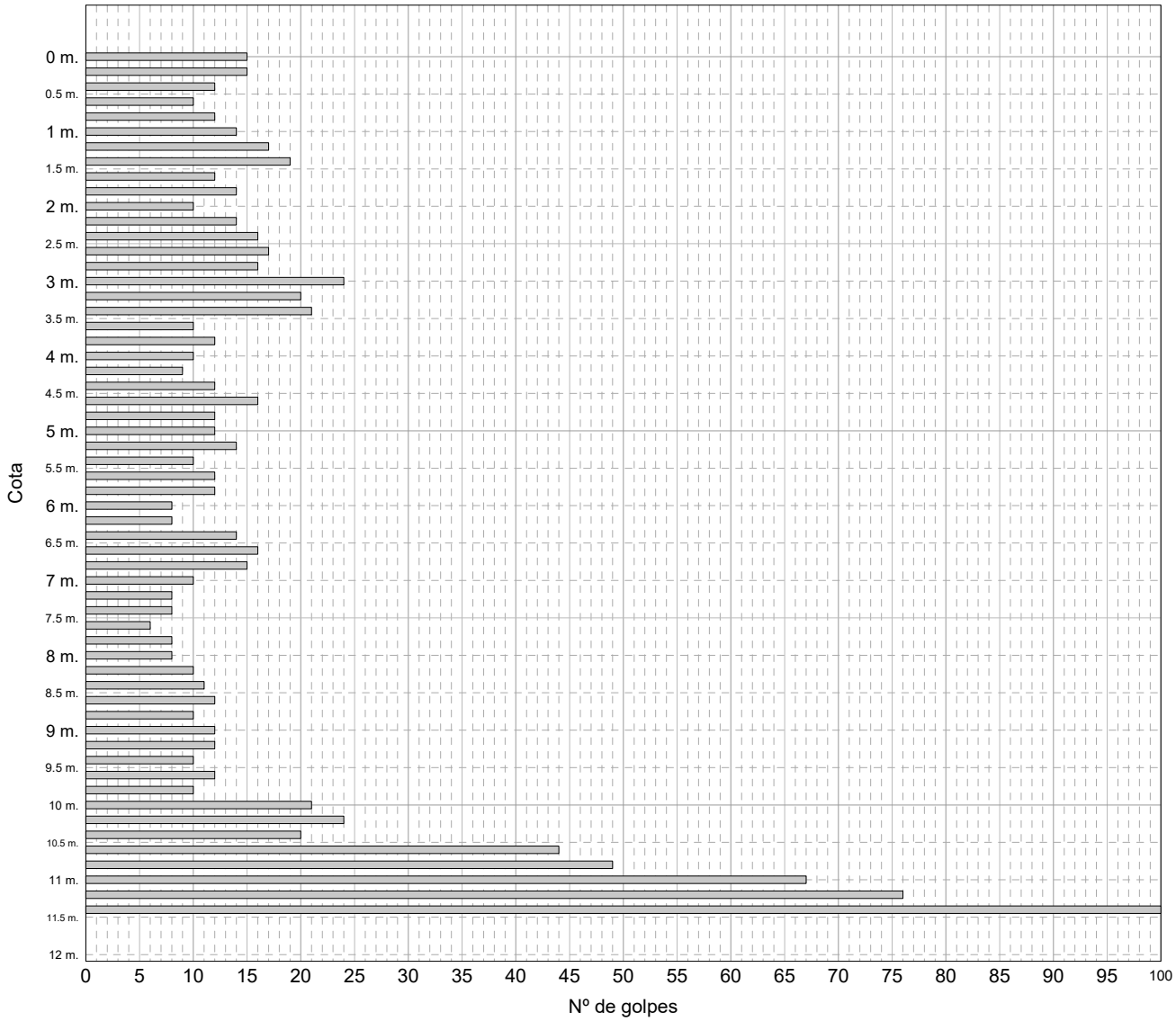
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3692	12838	216	.2021/216	13/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra:

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P2 Fecha ejecución: 02/12/2021



Profundidad alcanzada: 11.40 m.

CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Responsable de Ensayos GTC

Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Col.326

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

ESTUDIO GEOTÉNICO ROSARIO

21AT217-REV03

INFORME GEOTÉCNICO

234 Módulos Solares de 490W
"Rosario"
Villanueva del Río y Minas
(SEVILLA)

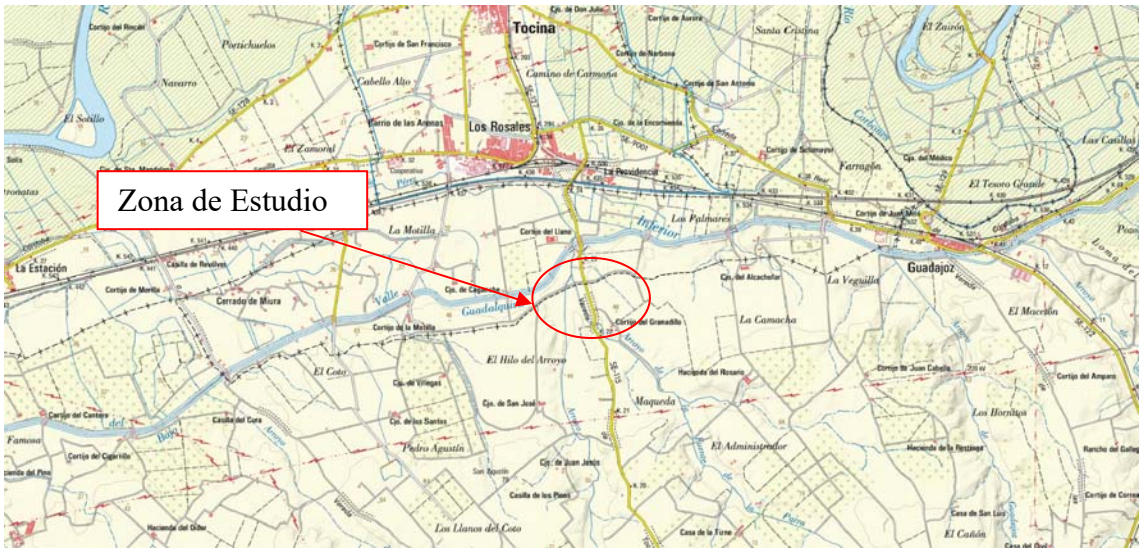
CLIENTE: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados S,L

FECHA: 06/07/2022

1.- INTRODUCCIÓN:

Se realiza el presente informe geotécnico a petición de Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados S,L para la construcción de un parque fotovoltaico compuesto de 234 Módulos solares de 490W, situado en la subestación "ROSARIO", en Villanueva del Río y Minas (Sevilla).

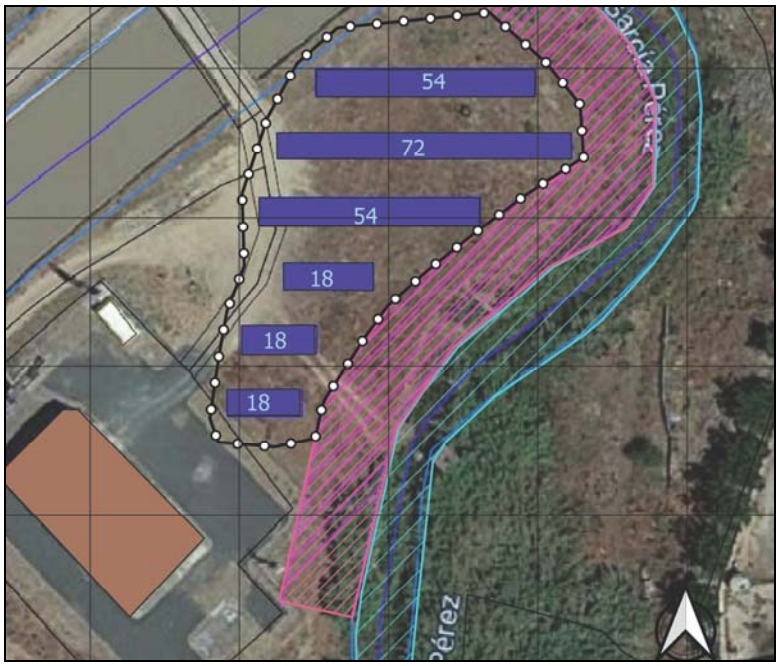
La zona de estudio se sitúa al Sur de Tocina/Los Rosales como se muestra en la siguiente imagen:



La parcela presenta una morfología sensiblemente rectangular con su eje mayor orientado según una dirección Norte-Sur.

Por la inspección visual de la zona, en superficie se pueden observar gravas y bolos subredondeados, posiblemente pertenecientes a suelos de cauces antiguos, terrazas y depósitos aluviales/Coluviales antiguos y recientes.

El proyecto constructivo se trataría de la instalación de 234 módulos fotovoltaicos cuya cimentación será superficial mediante la hinca de perfiles metálicos. Por ende, la resistencia por fuste será depreciable, siendo considerada únicamente una tensión admisible en punta.



Se pretende con el presente estudio conocer todos los aspectos que desde el punto de vista geotécnico afecten al proyecto, y más concretamente:

- Condiciones geológicas generales de la zona.
- Características geotécnicas del subsuelo, con obtención de los distintos parámetros geotécnicos de los materiales.
- Características químicas del terreno y el agua (en el caso de encontrarse) ante agresividad a los hormigones.
- Condiciones de cimentación: tipo de cimiento, cota de apoyo, cargas admisibles.
- Otras recomendaciones.

2.- TRABAJOS REALIZADOS:

Para el estudio de las características litológicas y propiedades del subsuelo se han realizado los siguientes trabajos de investigación:

2.1.- Trabajos de campo:

2.1.1. Sondeo a rotación

Se han realizado dos sondeos a rotación con extracción continua de testigo hasta una profundidad de:

Sondeo	Profundidad (m)
SR-1	6.60
SR-2	6.00

La ejecución de los sondeos ha sido realizada mediante Sonda TECOINSA TP-50, utilizando como herramienta de corte coronas de Widia, y procediéndose a la extracción de testigo continuo, ensayos S.P.T. y toma de muestra inalterada, que nos permiten conocer el corte estratigráfico del terreno, así como sus características físicas y mecánicas.

En la siguiente fotografía se muestra el equipo empleado:

Durante la perforación de los sondeos se han realizado un total de 3 ensayos estándar de penetración SPT y 2 ensayos de hinca de muestra inalterada, cuyos valores, resultados de N_{30} y N_{MI}, nos permiten conocer la compacidad y homogeneidad de las capas prospectadas. La tabla siguiente muestra las diferentes profundidades de ejecución durante la perforación de los sondeos.

Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)	
		Inicio	Final
SR-1	SPT	1.50	2.10
	MI	4.00	4.60
	SPT	6.00	6.60
SR-2	MI	1.50	2.10
	SPT	2.10	2.70

Para la realización del ensayo SPT el aparato utilizado fue la cuchara normalizada tipo Terzaghi, con zapata de diámetro exterior 50.8 mm., e interior de 35.0 mm.

Pertenece al grupo de los ensayos de penetración, y este consiste en la hinca de una cuchara estándar mediante golpes propinados por una maza de 64 Kg. que cae desde una altura de 75 cm., lo que equivale a un trabajo de 0.5 Kjulios por golpe aproximadamente.

Previamente se marcan en el varillaje tres señales, de forma que queden entre sí cuatro espacios de 15 cm. cada uno. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar cada uno de estos espacios de 15 cm. la cuchara en el suelo. La primera serie de golpes no se tiene en cuenta por considerar que el hueco del sondeo esta alterado como consecuencia de la rotación de la corona del sondeo. Si se cuentan las dos series siguientes cuya suma nos da el valor de N_{30}.

Los testigos y muestras obtenidas se han depositado en cajas de PVC, las cuales han sido fotografiadas y transportadas hasta el laboratorio.

En el Anejo 3 se presenta el registro de los sondeos.

2.1.2. Ensayos de penetración dinámica

Se han realizado 2 ensayos penetrométricos tipo DPSH, sobre la superficie de implantación de las futuras edificaciones, cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 2).

Las profundidades alcanzadas en los mismos fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
P-1	8.40
P-2	10.55

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Estos ensayos penetrométricos dinámicos y continuos fueron realizados con un penetrómetro automático. Este ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (19.5 cm^2) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 Kg, que cae desde una altura de 75 cm. El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cm. recibe el nombre de “numero de penetración” (N_{20}). El ensayo se da por finalizado cuando aparece el “rechazo”, es decir, cuando una serie de 100 golpes consecutivos dan menos de 20 cm. de penetración.

El varillaje empleado es de 32 mm. de diámetro, lo que da una sección de 8,04 cm^2, en tanto que la de la puntaza es de 19,50 cm^2, es decir, que esta última resulta ensanchada para que el rozamiento del terreno a lo largo del varillaje sea mínimo.

En la siguiente fotografía se muestra el equipo empleado:

En el Anejo nº 4 se adjuntan las diagrafías profundidad/N20 obtenidos de los ensayos penetrométricos realizados. Estos diagramas reflejan una medida indirecta, y casi continua, de la resistencia y de la deformabilidad de los distintos estratos atravesados.

2.1.3. Calicatas de Reconocimiento

Se han realizado 2 calicatas de reconocimiento sobre la superficie de emplazamiento de las futuras instalaciones con el fin de poder analizar el suelo más superficial, caracterizándolo y clasificándolo, y cuyos puntos de emplazamiento se indican en el plano/croquis adjunto (ver Anejo nº 2).

Las profundidades alcanzadas en las mismas fueron las siguientes:

Ensayos	Profundidades (m)
C-1	5.00
C-2	4.40

Las cotas de emplazamiento de los puntos ensayados se corresponden con la superficie existente en la actualidad, anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado.

Las calicatas son ensayos muy útiles para poder analizar in situ los frentes de excavaciones mediante la apertura de una zanja que, además, permite tomar gran cantidad de material para ensayos de caracterización de suelos como asientos de firme.

Todas fueron ejecutadas con retroexcavadora marca JCB modelo 3CX provista de cazo de 60 cm de ancho.

En el anejo nº 3 al presente informe se recogen las columnas de cada una de las calicatas realizadas.

2.2.- Trabajos de laboratorio:

Los ensayos de laboratorio se han realizado a muestras obtenidas en los sondeos a rotación, atendiendo a las características de los materiales y siguiendo las correspondientes Normas. A continuación, se presenta una relación de los ensayos realizados:

Ensayos de identificación:

5 Uds. Granulometría por tamizado (UNE-EN ISO 17892-4:2019)

5 Uds. Limites de Atterberg (UNE-EN ISO 17892-12:2019)

5 Uds. Clasificación de suelos (ASTM D 2487/00)

Ensayos de resistencia:

2 Uds. Compresión Simple (UNE-EN ISO 17892-7:2019)

Ensayos de expansividad:

2 Uds. Presión de hinchamiento en edómetro (UNE 103 602/96)

Ensayos químicos:

3 Uds.	Contenido en sulfatos solubles en suelo (UNE 83963:2008)
2 Uds.	Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)
1 Ud.	Análisis de Agresividad Agua Freática

2.3.- Trabajos de gabinete:

Recopilación de datos, ensayos de laboratorio e interpretación de los mismos, así como, la confección de la presente memoria, en la que se incluyen las conclusiones del mismo.

No se contempla en este informe la influencia de cimentaciones vecinas, deslizamientos, pozos, oquedades, restos arqueológicos, etc., que en los reconocimientos puntuales no se hayan detectado.

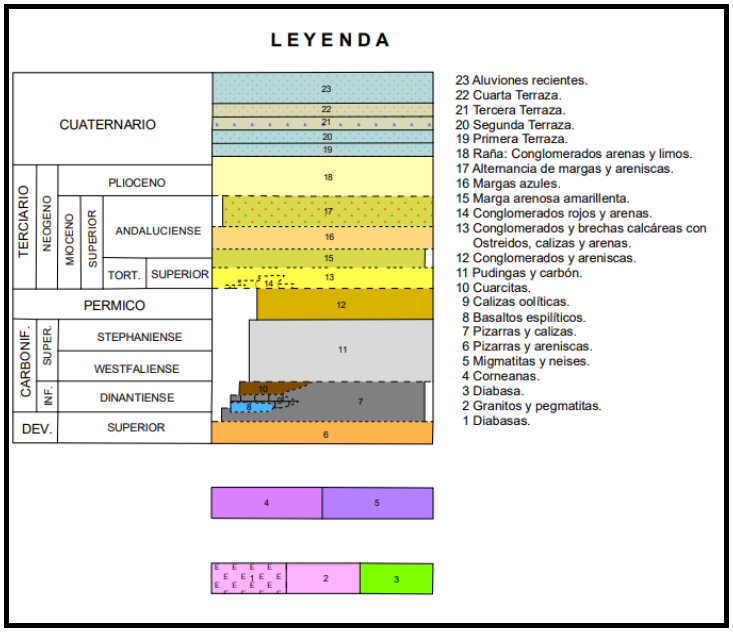
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

3.1 Geología de la Zona

Desde un punto de vista geológico y de acuerdo con la información extraída de la **Memoria de la Carta Geológica nº 963/13-39 (Lora del Rio)** a esc. 1:50.000 editada por el IGTE, en todo el área local afloran facies de aluviones recientes (ref. 23 Leyenda), facies de terraza (ref. 20 Leyenda) y como sustrato más antiguo, facies de margas azules (ref. 16 Leyenda).

Las facies más modernas, están compuestas por depósitos de aluviones recientes, de edad Cuaternario, al igual que los materiales de facies de terraza (en este caso segunda terraza).

Las facies de mayor antigüedad, y que suponen el sustrato de la parcela, serían facies de margas azules de edad del Andaluciense (Mioceno Superior).



3.2 Niveles Geotécnicos

A continuación, se describen los niveles geotécnicos que consideramos en este informe, a partir de los datos aportados por los sondeos, calicatas, los ensayos de penetración y los análisis de las muestras extraídas del mismo, que nos permiten definir unos niveles geotécnicos teóricos y simplificados.

Nivel geotécnico nº 1: Facies de suelo vegetal y rellenos.

Espesor en C-1: De 0.00 a 3.00 m.

Espesor en C-2: De 0.00 a 3.10 m.

Espesor en SR-1: De 0.00 a 1.50 m.

Espesor en SR-2: De 0.00 a 0.80 m.

Este primero nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, entre suelo vegetal y relleno de suelo antropizado. Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 0.00 a 3.00 m. Gravas, bolos y arcillas marrones grisáceas con restos de plásticos y ladrillos.

C-2:

De 0.00 a 3.10 m. Gravas, bolos y arcillas marrones grisáceas con restos de plásticos y ladrillos.

SR-1:

De 0.00 a 1.50 m. Tierra vegetal y relleno de arena limosa marrón con bolos y raíces.

SR-2:

De 0.00 a 0.80 m. Arena limosa marrón rojiza con raíces y gravas.

Estos niveles más superficiales se asocian con materiales alterados, antropizados y podrían representar niveles de echadizos de excavaciones, vertidos para igualar o explanar la parcela.

Estos niveles alterados y/o antropizados presentan unas características de baja compactación, siendo potencialmente colapsable por inundación bajo carga, por lo que no se considera apto para apoyar cualquier elemento de cimentación, por lo que se deberá atravesar por los elementos de cimentación.

Nivel geotécnico nº 2: Facies de Aluvial

Espesor en C-1: De 3.00 a 5.00 m. (fin de la calicata)
Espesor en C-2: De 3.10 a 4.40 m. (fin de la calicata)
Espesor en SR-1: De 1.50 a 5.40 m.
Espesor en SR-2: De 0.80 a 6.00 m. (fin del sondeo)

Este segundo nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, con niveles con gran cantidad de gravas y bolos de canto rodado y algunos angulosos (indicativos de aluviales). Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 3.00 a 5.00 m. Arenas arcillosas marrones y arcillas arenosas grises oscuras con olor fétido con algo de grava redondeada.

C-2:

De 3.10 a 4.00 m. Arcillas marrones y grises muy plásticas con algo de grava redondeada.

De 4.00 a 4.40 m. Arenas limosas marrones con indicio de arcilla y algo a bastante grava y bolos.

SR-1:

De 1.50 a 5.40 m. Gravas redondeadas en matriz arenoarcillosa marrón oscura.

SR-2:

De 0.80 a 6.00 m. Gravas redondeadas en matriz arenoarcillosa marrón oscura.

Los resultados de ensayos analizados en este nivel se reflejan en la tabla siguiente:

Sondeo:		SR-1		SR-2	
Muestra:		SPT	MI	MI	SPT
Profundidad (m):		1.50-2.10	4.00-4.60	1.50-2.10	2.20-2.70
Clasificación (U.S.C.S/A.S.T.M./ I.G)		SC/A-7-5/2	CH/A-7-5/3	SC/A-7-5/5	CL/A-6/9
Granulometría por tamizado	**% # nº 5**	69.0	74.0	69.0	93.0
	% # nº 0.4	41.0	41.0	51.0	78.0
	% # nº 0,08	32.6	30.6	42.5	55.6
Límites Atterberg	**Límite Líquido (LL)**	49.0	59.4	43.6	43.5
	Limite Plástico (LP)	22.4	23.7	20.3	22.2
	Índice Plasticidad (IP)	26.6	35.7	23.4	21.3
Agresividad del suelo	**Sulfatos (mg/kg)**	Inap.	-	Inap.	Inap.
	Baumann-Gully (ml/kg)	Inap	-	Inap	-

La fracción fina (% Pasa por Tamiz 0.08 mm) en las muestras analizadas representa un intervalo del 30.6-55.6 % del total en las muestras .

El porcentaje máximo (% que retiene el tamiz 5) es variable y con un intervalo del 31-7%.

Las muestras analizadas que se consideran más representativas de este nivel pertenecen al grupo de materiales con porcentajes de fracción fina intermedios. A efecto de cálculos, se considerará como un material intermedio, aplicando formulaciones más basadas en los valores de golpeo.

Las muestras más representativas se clasifican dentro del subgrupo A-7-5 de la clasificación HRB, que incluye aquellos materiales arcillo-limosos, que tienen

elevados índices de plasticidad en relación con las humedades en el límite líquido, y que están sujetos a cambios de volumen muy importante.

Se caracteriza por tener propiedades ingenieriles tales como; permeabilidad muy baja a impermeable, capilaridad media-elevada, características de drenaje muy pobres a no-drenantes. Tienen deficiente capacidad de soporte y resistencia al corte, aun cuando son compactados a máxima densidad, mostrando elevada compresibilidad, y pierden capacidad de soporte cuando absorben humedad.

Nivel geotécnico nº 3: Margas

Espesor en SR-1: De 5.40 a 6.60 m. (fin del sondeo)

A partir de 5.40 metros y solo observado en el sondeo SR-1 se reconoce un nivel de margas de color marrón con veteado verdoso y grisáceo.

Los resultados de ensayos analizados en este nivel se reflejan en la tabla siguiente:

Sondeo:		SR-1
Muestra:		SPT
Profundidad (m):		6.00-6.60
Clasificación (U.S.C.S/A.S.T.M./ I.G)		CH/A-7-6/63
Granulometría por tamizado	**% # nº 5**	99.0
	% # nº 0.4	96.0
	% # nº 0,08	95.2
Límites Atterberg	**Límite Líquido (LL)**	92.4
	Limite Plástico (LP)	38.8
	Índice Plasticidad	53.6

	(IP)	
Agresividad del suelo	**Sulfatos (mg/kg)**	-
	Baumann-Gully (ml/kg)	-

La fracción fina (% Pasa por Tamiz 0.08 mm) en la muestra analizada representa el 95.2 % del total en la muestra.

3.3. Nivel Freático y Coeficiente de Permeabilidad

A la profundidad alcanzada en los sondeos a rotación (6.60 metros) se ha detectado la presencia de Nivel Freático en el pozo que quedo revestido como pozo de observación, mediante tubería piezométrica de a una profundidad de 5.00-5.30 m.

A continuación, en función de la permeabilidad de los suelos y la presencia del nivel freático, se darán los parámetros para el cálculo del grado de impermeabilidad.

La presencia de agua se considera:

a) Baja: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.

b) Media: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.

c) Alta: Cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso en concreto la **presencia de agua es BAJA** al encontrarse la cara inferior del suelo en contacto con el terreno por encima del nivel freático.

El coeficiente de permeabilidad es una de las propiedades más importantes y que más difiere de unos suelos a otros. Quizá una de las causas principales del radicalmente diferente comportamiento de una arena y una arcilla será el que la arcilla es mucho más impermeable. Podemos citar los siguientes valores típicos del coeficiente de permeabilidad en suelos:

Tipo de suelo	***K* (cm/s)**
Gravas	> 1
Arenas gruesas	10^{-1}
Arenas medias	10^{-1} - 10^{-2}
Arenas finas	10^{-2} - 10^{-3}
Arenas limosas	10^{-3} - 10^{-4}
Turba	3.8×10^{-3} - 10^{-4}
Limos, arcillas meteorizadas	10^{-4} - 10^{-7}
Terraplén compacto impermeable	10^{-6} - 10^{-8}
Arcillas no meteorizadas	10^{-7} - 10^{-9}

El sustrato de la parcela está formado por grava arcillosa, por lo que vamos a estimar un valor de **coeficiente de permeabilidad de 10^{-5}.**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

PRESENCIA DE AGUA	**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO**	
	Ks > 10^{-5}	**Ks ≤ 10^{-5}**
ALTA	5	4
MEDIA	4	3
BAJA	2	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Por lo tanto, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, vamos a estimar un **coeficiente de impermeabilidad de 1.**

3.4. Expansividad

Con el fin de determinar el potencial expansivo de los materiales presentes en la parcela se han realizado dos ensayos de Máxima Presión de Hinchamiento en edómetro sobre Muestra Inalterada. Los resultados obtenidos son:

Sondeo	Prof. (m)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Presión de Hinchamiento(kg/cm^2)
SR-1	4.00-4.60	11.63	13.14	0.05
SR-2	1.50-2.10	14.43	20.95	1.78

Además de los resultados obtenidos en los ensayos de hinchamiento expuestos anteriormente, podemos tomar los valores promedio de los ensayos de identificación con los siguientes índices medios para evaluar el potencial expansivo de las arcillas (tomamos los valores de las muestras más superficiales):

Índice de Plasticidad (IP): 35.7%-23.4%
Límite Líquido (LL): 59.4%-43.6%
%Tamiz 0,08: 30.6%-42.5%

Con estos valores se puede evaluar el potencial expansivo de estos materiales en función de diversos criterios, cuyos rangos de valores empleados comúnmente en la bibliografía se presentan a continuación:

Criterios para evaluar el potencial expansivo

EXPANSIVIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
Indice de plasticidad	<18	15-28	25-40	>35
Límite líquido	<30	30-60	40-60	>60
% tamiz nº200 ASTM	>30	30-60	60-95	>95
Lambe (CPV)	0-2	2-4	4-6	6-12
W/Wl	>0.55	0.55-0.37	0.37-0.25	<0.25
W/Wp	>1.0	1.0-0.8	0.8-0.6	<0.6
Presión máx. hinch. (Kg/cm^2)	<0.3	0.3-1.2	1.2-3.0	>3.0
Hinch. probable superf (cm)	0-1	1-3	3-7	>7
% Hincham. probable	<1	1.5	3-10	>10

Según se desprende de la tabla anterior, los materiales del nivel geotécnico 2 se pueden clasificar por los parámetros indirectos (índice de plasticidad, límite líquido, % tamiz 0.08, etc) como de expansividad Media-Alta.

Sin embargo, existen otros criterios que podrían afinar más la definición de su potencial expansivo. Uno de los más usados es el propuesto por Seed et al (Correlations of Soil Properties) mediante la siguiente formulación:

$$S = 60 \cdot K \cdot IP^{2,44}$$

Siendo K una constante de valor igual a $3,5 \cdot 10^{-5}$, e IP es el índice de plasticidad.

De este modo, a partir del valor de S obtenido, siguiendo el siguiente cuadro es posible evaluar el riesgo de expansividad que presenta una unidad geotécnica:

Swelling potential (%)	*Description*
0–1.5	Low
1.5–5	Medium
5–25	High
25+	Very high

En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos para los índices de plasticidad característicos de los materiales analizados:

Sondeos:	**SR-1**	**SR-2**
Muestra:	MI-1	MI-1
Profundidad (m):	4.00-4.60	1.50-2.10
Clasificación (U.S.C.S)	CH	SC
Índice Plasticidad (IP)	35.7	23.4
Potencial Expansivo (%)	**8.7**	**5.72**
	Alto	**Medio-Alto**

Según estos datos, los materiales que forman este nivel presentarían un riesgo por expansividad de tipo Medio -Alto, por lo que no se descarta que puedan presentar procesos de naturaleza expansiva en caso de variaciones en el grado de humedad (expansividad/retracción) en relación con este nivel.

La capa activa del terreno se considera a los 3.00 primeros metros del subsuelo por debajo de la superficie. Esta “capa activa” es la profundidad que puede estar afectada por cambios de humedad atmosféricos y, por tanto, puede intervenir en los cambios de humedad de materiales potencialmente expansivos, como los aquí estudiados. Esta condición será determinante para la elección del tipo de cimentación.

Con todos los datos podemos establecer un rango de Expansividad Media-Alta.

Es adecuado recordar que los problemas expansivos en arcillas vienen condicionados, aparte de por la propia naturaleza de la arcilla y su potencial intrínseco de cambio de volumen, por la variación en las condiciones de humedad que en ellas se produzcan. Si se consiguen mantener unas condiciones estables para el contenido de agua no aparecerán problemas de cambio de volumen y en consecuencia tensiones derivadas.

3.5. Características Resistentes

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los dos ensayos de penetración dinámica realizados en la zona de implantación de la edificación, denominados P-1 y P-2, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2. Además se cuenta con la información obtenida en el ensayo de hinca realizados en el interior de los sondeos (Muestra Inalterada y ensayos SPT). A continuación se exponen los resultados obtenidos en todos ellos:

- Ensayos de hinca en el interior de los sondeos:

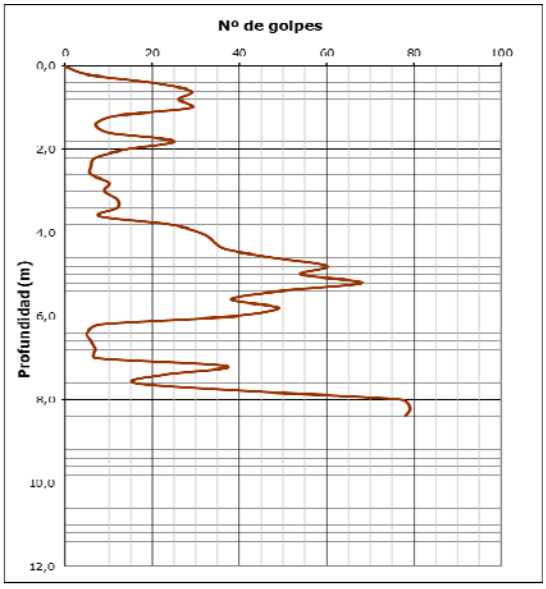
En el interior del sondeo se ha realizado un ensayo de hinca de Muestra Inalterada y SPT. Los valores de golpeo obtenidos son los siguientes:

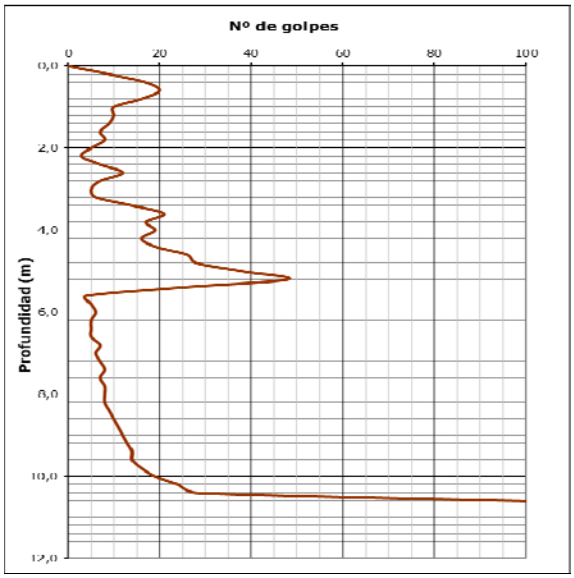
Sondeo	Tipo Muestra	Profundidad (m)		N_{SPT}	N_{MI}
		Inicio	Final		
SR-1	SPT	1.50	2.10	28	-
	MI	4.00	4.60	-	18
	SPT	6.00	6.60	6	-
SR-2	MI	1.50	2.10	-	26
	SPT	2.10	2.70	14	-

➢ Ensayos de penetración dinámica:

Para determinar las características resistentes de estos materiales, se cuenta con la información obtenida por los dos ensayos de penetración dinámica realizados denominados P-1 y P-2, y cuya localización se puede ver en el Anejo 2.

A continuación, se presentan dichas gráficas:





En los dos ensayos de penetración dinámica se aprecia un comportamiento similar, con lo que son correlacionables. Así, se podrían diferenciar algunos condicionantes resistentes:

- De 0.00 a 1.00 m. aprox. El golpeo medio es de 30 golpes valores que asociamos a la capa superior de tierra vegetal y rellenos.
- De 1.00 a 4.00 m aproximadamente los valores de golpeo permanecen constante con valores promedio en los golpeos en

valores en tono a 10. Este primer tramo resistente indicaría la existencia de niveles de gravas y bolos de origen aluvial.

- De 4.00 a 6.00 m el golpeo aumenta bruscamente por la abundancia en gravas.
- Esa a partir de los 6.0 metros y coincidiendo con las margas donde el golpeo ascendente con la profundidad.
- Ambas verticales demuestran gran homogeneidad tanto en su comportamiento como en su profundidad de rechazo, por lo que a escala de la parcela de estudio se demuestra gran homogeneidad.
- Los resultados de los ensayos de hinca en sondeo están en consonancia con los resultados de las verticales continuas de los ensayos de penetración, por lo que se demuestra la no existencia de niveles flojos o heterogeneidades marcadas en la parcela de instalación del futuro campo fotovoltaico.

Los valores de los ensayos SPT y de toma de Muestra Inalterada estarían en consonancia con los valores de N_{20}, demostrando consistencias blandas a firmes y valores de N_{30} bastante homogéneos de 10-12 hasta 3.00-4.00 m. y aumentando a valores en torno a 25 por debajo de la mencionada cota.

El valor de golpeo normalmente utilizado en las formulaciones de arenas se corresponde con el golpeo del ensayo de penetración estándar (N_{SPT}). La conversión de valores de N_{DPSH} a N_{SPT} atiende a la siguiente relación:

$$N_{SPT} = \alpha \, N_{DPSH}$$

Con "α" variando normalmente entre 1 y 2. En nuestro caso se ha optado por tomar un factor de paso de 1.5.

- Valor de Compresión Simple:

A las Muestras Inalteradas obtenida en el sondeo, se les ha realizado ensayos de compresión simple en el laboratorio, con el fin de obtener los valores de Compresión Simple .El resultado obtenido se presenta en la siguiente tabla:

Sondeo	Nivel Geotécnico	Profundidad (m)		q_u (kg/cm²)	c_u (kg/cm²)
		Inicio	Final		
SR-1	Nivel 2	4.00	4.60	1.14	0.57
SR-2	Nivel 2	1.50	2.10	No se puede realizar el ensayo debido a las características de la muestra	

En la siguiente fotografía se muestra el estado de la muestra al extraerla del tomamuestras:

3.6. Agresividad

Al objeto de analizar las condiciones de agresividad del terreno, se ha ensayado las muestras tomadas en lo sondeos. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

Investigación	Prof.	SO_4 mg/kg	B-Gully ml/kg
SR-1	1.50-2.10	Inapreciable	Inapreciable
SR-2	1.50-2.10	Inapreciable	Inapreciable
SR-2	2.20-2.70	Inapreciable	-

De acuerdo con la Tabla 27.1.a de la Instrucción B.O.E del 10 de Agosto de 2021, la agresividad expresada para suelos en función de los anteriores parámetros, se debe considerar como **Ataque Nulo.**

Por todo ello, las clases Generales y Específicas de exposición serán:

- **Clase general de exposición: XC2**
- **Clases específicas de exposición: No hay**
- **Tipo de ambiente: XC2**

También se han realizado ensayos para determinar la agresividad del agua freática. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Investigación	Prof. (m)	Ensayo	Resultado
SR-1	5.00 m	Valor del ph	7.12
		Dióxido libre mg/l	4.4

		Amonio mg/l	Inapreciable
		Magnesio mg/l	Inapreciable
		Sulfatos mg/l	8775.1
		Residuo Seco mg/l	32173.0

El agua freática analizada presenta un grado de agresividad por contenido de sulfatos. (Ataque fuerte)

El tipo de ambiente en cuanto a clase específica de exposición relativa a otros procesos de deterioro distintos a la corrosión, a la que estará sometido cualquier elemento estructural dentro del subsuelo de la zona de estudio, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitaciones consideradas, quedará también definido por el grado de agresividad inducida por el agua freática.

3.7. Zonación sísmica:

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones de esta zona es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSE-02 publicada en el B.O.E. el 11 de Octubre de 2002.

El cálculo de las acciones sísmicas según la citada norma se realizará en base a los siguientes parámetros:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: Normal	
Aceleración Básica a_b/g	0.06
Coef. de contribución (K)	1.1

Coef. de suelo (C)	1.40
Clasificación Terreno	II-III

La citada Norma recomienda en lo referente a la cimentación (Apart. 4.3.), entre otras reglas de buena práctica constructiva, las siguientes:

- Debe evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

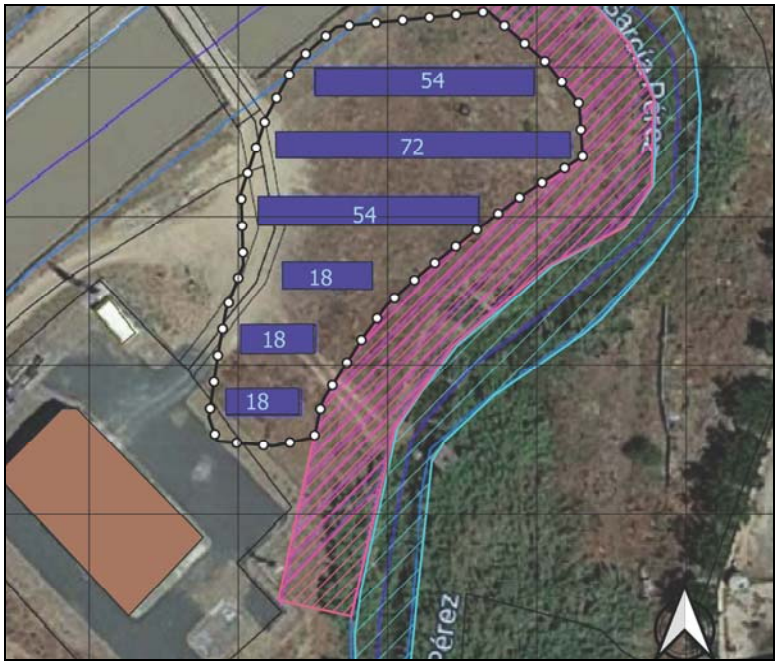
4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

4.1. Consideraciones preliminares

La parcela presenta una morfología sensiblemente rectangular con su eje mayor orientado según una dirección Norte-Sur.

Por la inspección visual de la zona, en superficie se pueden observar gravas y bolos subredondeados, posiblemente pertenecientes a suelos de cauces antiguos, terrazas y depósitos aluviales/Coluviales antiguos y recientes.

El proyecto constructivo se trataría de la instalación de 234 módulos fotovoltaicos cuya cimentación será superficial mediante la hinca de perfiles metálicos. Por ende, la resistencia por fuste será depreciable, siendo considerada únicamente una tensión admisible en punta.



Este primero nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, entre suelo vegetal y relleno de suelo antropizado. Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 0.00 a 3.00 m. Gravas, bolos y arcillas marrones grisáceas con restos de plásticos y ladrillos.

C-2:

De 0.00 a 3.10 m. Gravas, bolos y arcillas marrones grisáceas con restos de plásticos y ladrillos.

SR-1:

De 0.00 a 1.50 m. Tierra vegetal y relleno de arena limosa marrón con bolos y raíces.

SR-2:

De 0.00 a 0.80 m. Arena limosa marrón rojiza con raíces y gravas.

Estos niveles más superficiales se asocian con materiales alterados, antropizados y podrían representar niveles de echadizos de excavaciones, vertidos para igualar o explanar la parcela.

Este segundo nivel se reconoce en todos los ensayos ejecutados, con niveles con gran cantidad de gravas y bolos de canto rodado y algunos angulosos (indicativos de aluviales). Las descripciones a muestras de mano en cada ensayo se describen a continuación:

C-1:

De 3.00 a 5.00 m. Arenas arcillosas marrones y arcillas arenosas grises oscuras con olor fétido con algo de grava redondeada.

C-2:

De 3.10 a 4.00 m. Arcillas marrones y grises muy plásticas con algo de grava redondeada.

De 4.00 a 4.40 m. Arenas limosas marrones con indicio de arcilla y algo a bastante grava y bolos.

SR-1:

De 1.50 a 5.40 m. Gravas redondeadas en matriz arenoarcillosa marrón oscura.

SR-2:

De 0.80 a 6.00 m. Gravas redondeadas en matriz arenoarcillosa marrón oscura.

A partir de 5.40 metros y solo observado en el sondeo SR-1 se reconoce un nivel de margas de color marrón con veteado verdoso y grisáceo.

A la profundidad alcanzada en los sondeos a rotación (6.60 metros) se ha detectado la presencia de Nivel Freático en el pozo que quedo revestido como pozo de observación, mediante tubería piezométrica de a una profundidad de 5.00-5.30 m.

4.2. Recomendaciones de cimentación

La solución viable geotécnicamente que se recomienda adoptar para la obra de instalación de paneles fotovoltaicos proyectada, en función de un balance razonado entre los requerimientos de la economía y los de la seguridad, que deberá asegurar una correcta transmisión de los esfuerzos de la estructura al terreno, y garantizar la estabilidad del conjunto a lo largo de la vida útil de la obra, es mediante una cimentación de los tipos siguientes;

- **Perfiles metálicos hincados**. Si bien en las condiciones de profundidad, carga admisible, asientos y con las medidas adicionales que se detallan en los apartados siguientes.

El comportamiento de toda cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud al servicio. A estos efectos se distinguirá, respectivamente, en los apartados siguientes, entre estados límite último por hundimiento y estados límite de servicio por asientos.

4.2.1.- Profundidad de cimentación

El objetivo a cubrir para emplazar la superficie de apoyo de los perfiles es doble:

1. Se deberá cimentar siempre por debajo o próximo al límite de la profundidad de la “capa activa”, por ser la zona más estable (poco afectada por cambios climáticos estacionales y por ende; cambios de estado de humedad).
2. Se deberá evitar apoyar en los rellenos/suelos vegetal/suelo antropizado, por ser niveles de baja capacidad portante y heterogéneos.
3. El nivel elegido para la cimentación deberá presentar suficiente capacidad portante para no producir el fallo de la cimentación, ya que, es recomendable ir a la máxima carga admisible posible compatible con la tolerancia de asientos de la estructura, tendente a contrarrestar posibles presiones de hinchamiento.

Por ello, consideramos que la profundidad de apoyo de los perfiles deberá ser como

mínimo de 3.0 m. (mínimo tres metros) respecto de la superficie actual sobre la que se ejecutaron los ensayos de laboratorio y donde fueron emplazadas las sondas penetrométrica y de sondeos a rotación (estado anterior a cualquier movimiento de tierras proyectado).

Para este orden de magnitud de profundidad la base de los pozos de hallan en el seno de las facies de coluvial/aluvial, donde los perfiles de los ensayos DPSH y ensayos SPT aseguran compacidades "medianamente densas" con resistencias dinámicas que se mantienen en profundidad.

4.2.2.- Consideraciones de tensión admisible

En suelos de composiciones heterogéneas con cantidades variables de proporciones arcillosas, limosas y arenosas y con comportamiento intermedio entre suelos granulares (asentamiento inmediato, permeables, tamaño de grano grueso) y cohesivos (materiales de grano fino, impermeables y de asentamientos a largo plazo) no serían de aplicación estricta ninguna de las teorías clásicas de cálculo de la tensión admisible.

Por lo anterior, se puede recurrir a fórmulas basadas en métodos empíricos que estiman la tensión admisible en base a los datos de resistencia de los ensayos de golpeo, DPSH o ensayos de penetración estándar (SPT).

Se estima el valor de la tensión admisible mediante la expresión de Hiley, (G. y C. III, pg. 340), (Revista de Obras Públicas, Dic-1971, por H. Bolomey Frazer) la cual cumple este requerimiento y según la cual:

$$Rd = \frac{MH\left(1 + n^2 a\right)}{\left(e + c\right)\left(1 + a\right) \cdot 20} \text{ (Kg/cm2)}$$

Siendo:

M = 63.5 Kg. masa de la máquina.

H = 75 cm. altura de caída de la máquina.

e = Penetración unitaria (N20).

n, a, c = Coeficientes que dependen de la penetración unitaria y de la profundidad del ensayo.

La tensión admisible geotécnica vendría dada por la expresión siguiente:

$$Q_{admisible} = \frac{Rd}{FS} \text{ (Kg/cm2)}$$

Rd = Resistencia dinámica del terreno.

FS = Coeficiente dependiente del tipo de terreno. En este caso, para terreno tipo intermedio, se considera F = 55.

Para la profundidad del nivel considerado a -3.0 m, tomando N_{20} = 10, se obtendrían los siguientes valores de resistencia dinámica y carga admisible del terreno;

La tensión calculada se considera como única tensión máxima admisible en punta, ya que al tratarse de perfiles metálicos lisos, la resistencia por el fuste seria despreciable.

MASA DE LA MAQUINA	ALTURA	n	a	e	c	10	3
63,5	75	0,7	0,56757	2	0,5	N20	Profundidad

HILEY.....	77,6615645	55
	Rd	FS

Rd/FS
1,4120

Qadm
1.40 Kg/cm^2

5.- INSPECCIÓN EN OBRA:

Tanto la elección de la cota de cimentación, la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación, responden a los resultados geotécnicos obtenidos de los ensayos realizados, con las limitaciones propias del tipo de estudio realizado; en ningún caso pretenden suplir las funciones y responsabilidades que la Ley de Ordenación de la Edificación contempla para cada uno de los agentes intervinientes en el proceso constructivo, y por ello deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la Obra. De conformidad con la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, tanto el proyectista, como el director de obra y el director de la ejecución de la obra, son los que tienen la obligación de redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente, verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de las estructuras proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

Por otra parte, debe indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto de la parcela de estudio en las condiciones actuales del subsuelo.

Si se detectasen características geotécnicas diferentes a las que recoge este informe, se deberá comunicar a Arcotierra, S.L., para que se pueda proceder a la realización de una nueva campaña de ensayos, con el fin de verificar y determinar la correcta extrapolación al conjunto de la parcela.

Este documento consta de una memoria de treinta y cuatro (34) páginas con el sello de ARCOTIERRA, SL., numeradas correlativamente, y de ocho (8) anejos.

Bornos (Cádiz), a 06/07/2022

Realizado por:

Cristina Gómez Garci
Licenciado en Geología
Colegiado ICOGA Nº 891

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación expresa de Arcotierra S.L.

ANEJOS A LA MEMORIA

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 1:
LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOGRÁFICA

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)

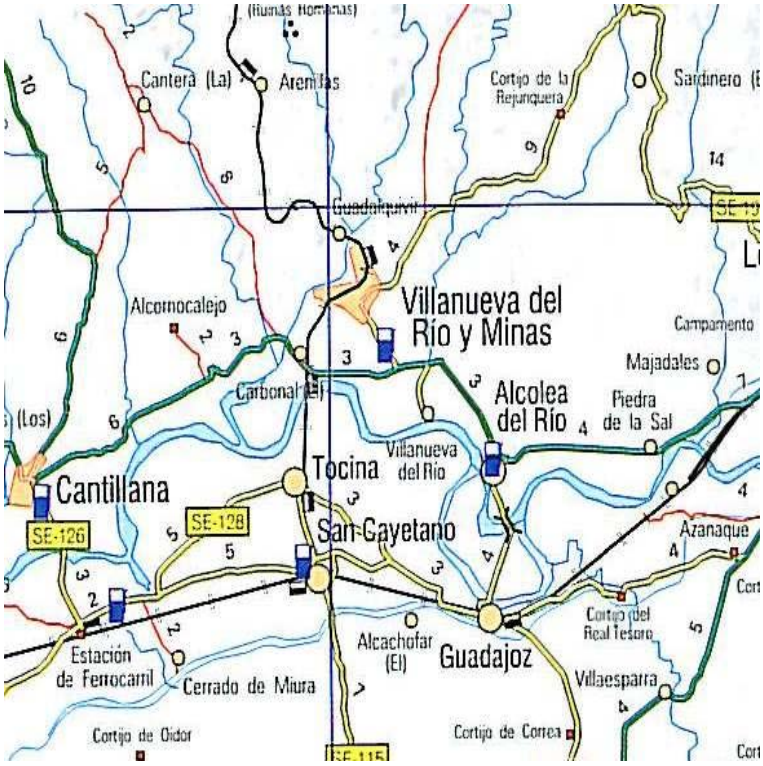
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

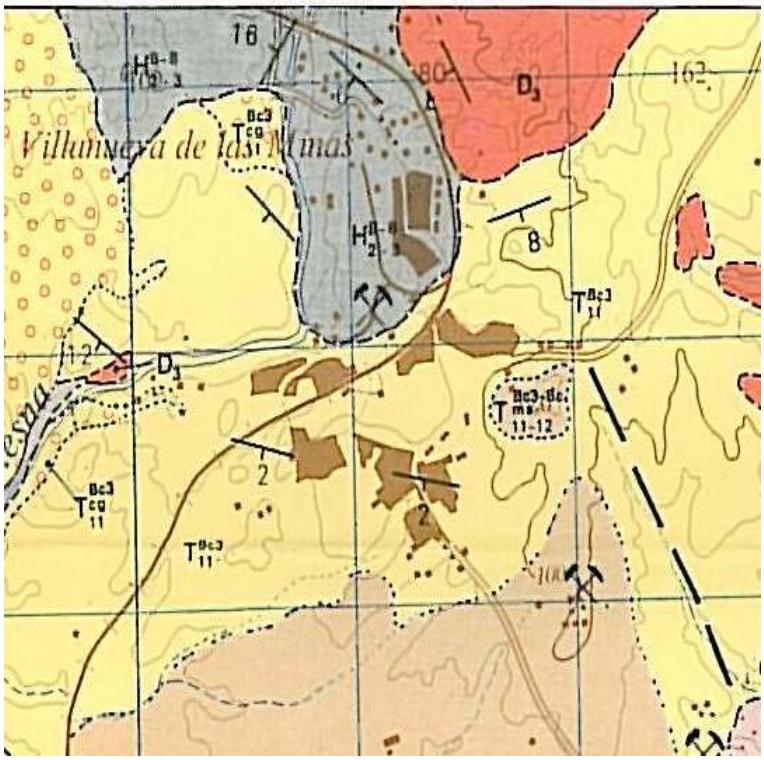
Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

21AT217

Localización Geográfica



Localización Geológica



Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

ANEJO 2:
PLANO/CROQUIS DE UBICACIÓN DE ENSAYOS

LEYENDA

- Ensayo de penetración dinámica
- Sondeo a rotación con extracción de muestra
- Calicata de investigación

ARCOTIERRA, S.L. Estudios Geotécnicos	EXPEDIENTE: 21AT217	ESCALA (orlginal A3): 1:300	TRABAJO: 234 Módulos Solares " Rosario" Villanueva del Río y Minas (Sevilla)	ANEJO: 2	TÍTULO: LOCALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO	FECHA: DICIEMBRE 2.021

ANEJO 3:
REGISTROS DE SONDEOS Y CALICATAS

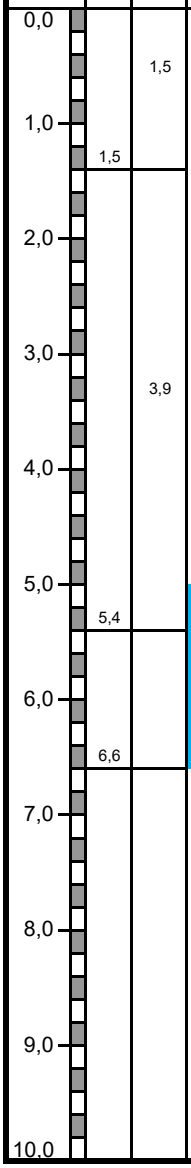
ARCO TIERRA, S.L.
Estudios Geotécnicos

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TP-50
Obra:	234 Módulos Solares de 490 W (Rosario), Villanueva del Río y Minas (Sevilla)
Peticionario:	Desarrollo e Instalaciones y Servicios Avanzados S.L

SONDEO: SR-1

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/217	12839	21AT217	2021/217	02/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z (m):



Profundidad (m)	Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica	% Testigo recuperado 20%	40%	60%	80%	100%	Muestras TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}	R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard) K (cm/seg)
0,0					Tierra vegetal/Relleno												
	1,5	1,5			Arena limosa marrón con bolos y raíces												
					Depósito aluvial												
2,0					Gravas redondeadas en matriz arenoarcillosa marrón oscura						SPT	1,5	2,1	11-15-13-15	28		
3,0		3,9															
4,0											MI	4,0	4,6	4-8-10-13	18		
5,0	5,4		5														
					Margas marrones con veteados verdosos y grisáceos												
6,0	6,6										SPT	6,00	6,60	2-3-3-7	6		
					Fin de sondeo a 6,6 metros												
7,0																	
8,0																	
9,0																	
10,0																	

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

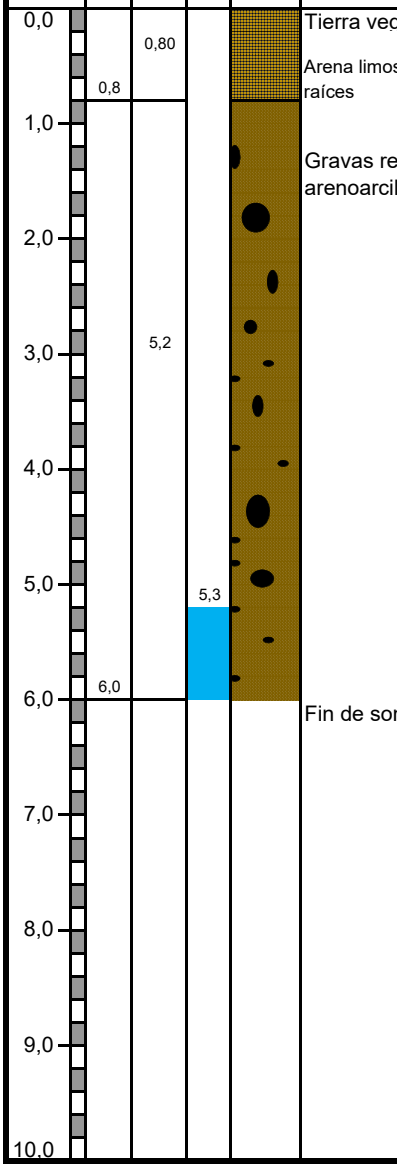
ARCO TIERRA, S.L.
Estudios Geotécnicos

Ensayo a realizar:	Sondeo a rotación, s/norma XP P94-202
Sonda:	TP-50
Obra:	234 Módulos Solares de 490 W (Rosario), Villanueva del Río y Minas (Sevilla)
Peticionario:	Desarrollo e Instalaciones y Servicios Avanzados S.L

SONDEO: SR-2

CÓDIGO ACTA	CÓDIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA ACTA
2021/217	12839	21AT217	2021/217	02/12/2021

Coordenadas: **X (m):** **Y (m):** **Z (m):**



Profundidad del muro de la capa (m)	Espesor capa (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Columna estratigráfica	Descripción litológica
0,8	0,80			Tierra vegetal/Relleno
				Arena limosa marrón rojiza con bolos y raíces
				Depósito aluvial
				Gravas redondeadas en matriz arenoarcillosa marrón oscura
6,0	5,2	5,3		Fin de sondeo a 6,0 metros

% Testigo recuperado					Muestras					R.Q.D. (%)	Permeabilidad (Lefranc o Gilg-Gavard)
20%	40%	60%	80%	100%	TIPO	Prof. INICIAL	Prof. FINAL	GOLPEOS / 15 cm	N_{SPT}/N_{MI}		K (cm/seg)
					MI	1,5	2,1	12-14-12-10	26		
					SPT	2,1	2,7	3-4-10-6	14		

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. CC. Geológicas Nº Colegiado 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 234 Módulos Solares de 490W " Rosario" Villanueva del Río y Servicios Avanzados S.L (Sevilla)
Peticionario: Desarrollo de Insatalaciones y Servicios Avanzados S,L

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3849	12839	21AT217	**C-1**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
0			
0,50			Relleno Antrópico : Gravas,bolos y arcillas marrones grisáceas con restos de plásticos y ladrillos
1,00			
1,50	3		
2,00			
2,50			
3,00	3		
3,50			Arenas arcillosas marrones y arcillas arenosas grises oscuras con olor fétido con algo de grava
4,00	2		
4,50			
5	5		Fin de calicata a 5,0 metros

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Ensayos a realizar:
Calicata de investigación

Obra: 234 Módulos Solares de 490W " Rosario" Villanueva del Río y Servicios Avanzados S.L (Sevilla)
Peticionario: Desarrollo de Insatalaciones y Servicios Avanzados S,L

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA DE ACTA
2021/3850	12839	21AT217	**C-2**	13/12/2021

Coordenadas:	X (m):	Y (m):	Z(m):

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	***DESCRIPCIÓN***
0			
	3,1		Relleno Antrópico : Gravas,bolos y arcillas marrones grisáceas con restos de plásticos y ladrillos
3,1	1,3		De 3,10 a 4,0 metros : Arcillas marrones y grises muy plásticas con algo de grava redondeada. De 4,0 a 4,40 metros : Arenas limosas marronescon indicios de arcilla y algo a bastante bolos
4,4			Fin de calicata a 4,40 metros

Responsable de Ensayos GTC
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 4:
DIAGRAFIAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Ensayos a realizar:
Ensayo de penetración dinámica continua DPSH, s/ Norma UNE-EN-ISO 22476-2

Obra: 234 Módulos Solares de 490W (Rosario),Villanueva del Río y Minas (Sevilla)

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados S.L

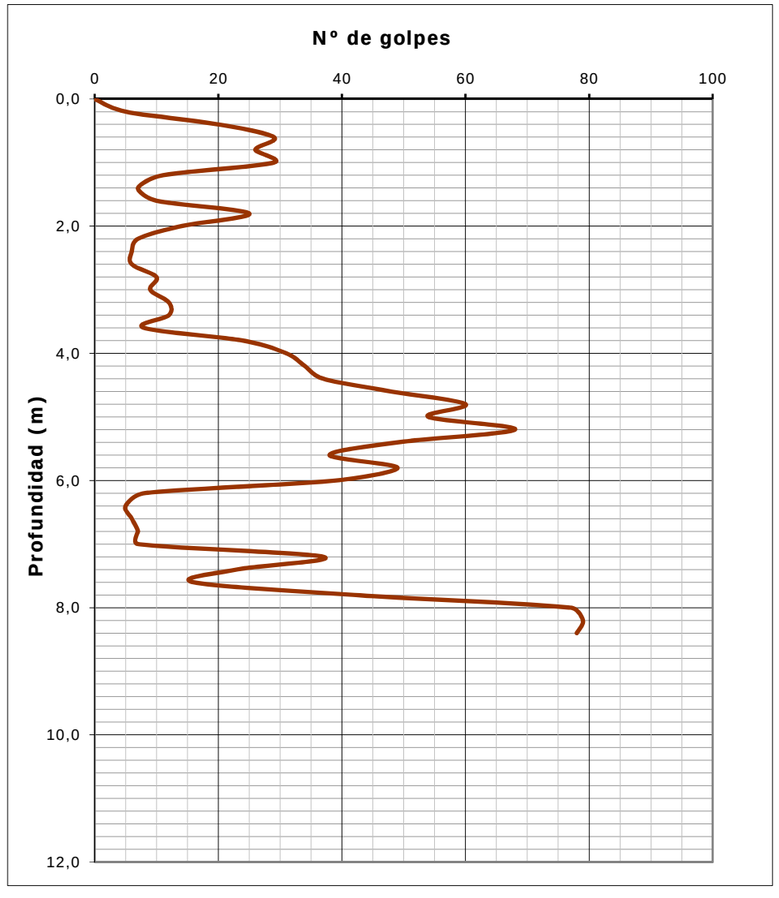
ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecámica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA
2021/3846	12839	21AT217	**P-1**	01/12/2021

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Cono		**Varillaje**		**Dispositivo Golpeo**	
Tipo:	conica	Diámetro:	33 mm +/- 2 mm	Masa:	63,5 +/- kg
Área:	20 cm^2	Longitud:	1 m	Altura caída:	75 cm
		Masa:	8 kg/m		

X (m): Y (m): Z (m):



PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO
0,00	**0**	4,00	**31**	8,00	**77**	12,00		16,00	
0,20	**5**	4,20	**34**	8,20	**79**	12,20		16,20	
0,40	**20**	4,40	**37**	8,40	**78**	12,40		16,40	
0,60	**29**	4,60	**48**	8,60		12,60		16,60	
0,80	**26**	4,80	**60**	8,80		12,80		16,80	
1,00	**29**	5,00	**54**	9,00		13,00		17,00	
1,20	**11**	5,20	**68**	9,20		13,20		17,20	
1,40	**7**	5,40	**49**	9,40		13,40		17,40	
1,60	**10**	5,60	**38**	9,60		13,60		17,60	
1,80	**25**	5,80	**49**	9,80		13,80		17,80	
2,00	**14**	6,00	**39**	10,00		14,00		18,00	
2,20	**7**	6,20	**8**	10,20		14,20		18,20	
2,40	**6**	6,40	**5**	10,40		14,40		18,40	
2,60	**6**	6,60	**6**	10,60		14,60		18,60	
2,80	**10**	6,80	**7**	10,80		14,80		18,80	
3,00	**9**	7,00	**7**	11,00		15,00		19,00	
3,20	**12**	7,20	**37**	11,20		15,20		19,20	
3,40	**12**	7,40	**23**	11,40		15,40		19,40	
3,60	**8**	7,60	**16**	11,60		15,60		19,60	
3,80	**24**	7,80	**42**	11,80		15,80		19,80	

Remposable Ensayos Campo
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

Ensayos a realizar:
Ensayo de penetración dinámica continua DPSH, s/ Norma UNE-EN-ISO 22476-2

Obra: 234 Módulos Solares de 490W (Rosario),Villanueva del Río y Minas (Sevilla)

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados S.L

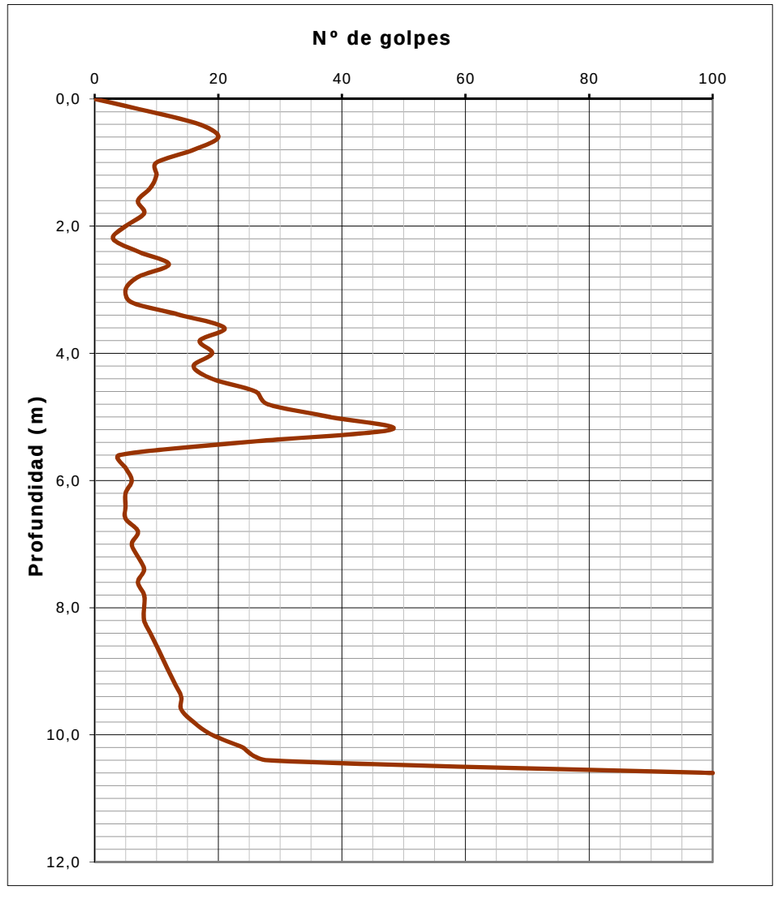
ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecámica de Suelo

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	ENSAYO	FECHA
2021/3847	12839	21AT217	**P-2**	01/12/2021

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Cono		**Varillaje**		**Dispositivo Golpeo**	
Tipo:	conica	Diámetro:	33 mm +/- 2 mm	Masa:	63,5 +/- kg
Área:	20 cm^2	Longitud:	1 m	Altura caída:	75 cm
		Masa:	8 kg/m		

X (m): Y (m): Z (m):



PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO	PROF.	GOLPEO
0,00	**0**	4,00	**19**	8,00	**8**	12,00		16,00	
0,20	**9**	4,20	**16**	8,20	**8**	12,20		16,20	
0,40	**17**	4,40	**19**	8,40	**9**	12,40		16,40	
0,60	**20**	4,60	**26**	8,60	**10**	12,60		16,60	
0,80	**16**	4,80	**28**	8,80	**11**	12,80		16,80	
1,00	**10**	5,00	**38**	9,00	**12**	13,00		17,00	
1,20	**10**	5,20	**48**	9,20	**13**	13,20		17,20	
1,40	**9**	5,40	**24**	9,40	**14**	13,40		17,40	
1,60	**7**	5,60	**4**	9,60	**14**	13,60		17,60	
1,80	**8**	5,80	**5**	9,80	**16**	13,80		17,80	
2,00	**5**	6,00	**6**	10,00	**19**	14,00		18,00	
2,20	**3**	6,20	**5**	10,20	**24**	14,20		18,20	
2,40	**7**	6,40	**5**	10,40	**28**	14,40		18,40	
2,60	**12**	6,60	**5**	10,60	**100**	14,60		18,60	
2,80	**7**	6,80	**7**	10,80		14,80		18,80	
3,00	**5**	7,00	**6**	11,00		15,00		19,00	
3,20	**6**	7,20	**7**	11,20		15,20		19,20	
3,40	**14**	7,40	**8**	11,40		15,40		19,40	
3,60	**21**	7,60	**7**	11,60		15,60		19,60	
3,80	**17**	7,80	**8**	11,80		15,80		19,80	

Remposable Ensayos Campo
Daniel Paniagua Muñoz
Lic. C.C. Geológicas Nº Col. 326

Director Técnico
Ana Belén Pin Puga
Ing. Tec. Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra S.L
P.I Cantarranas, 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf. : 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

ANEJO 5:
ENSAYOS DE LABORATORIO

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, , s/norma UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

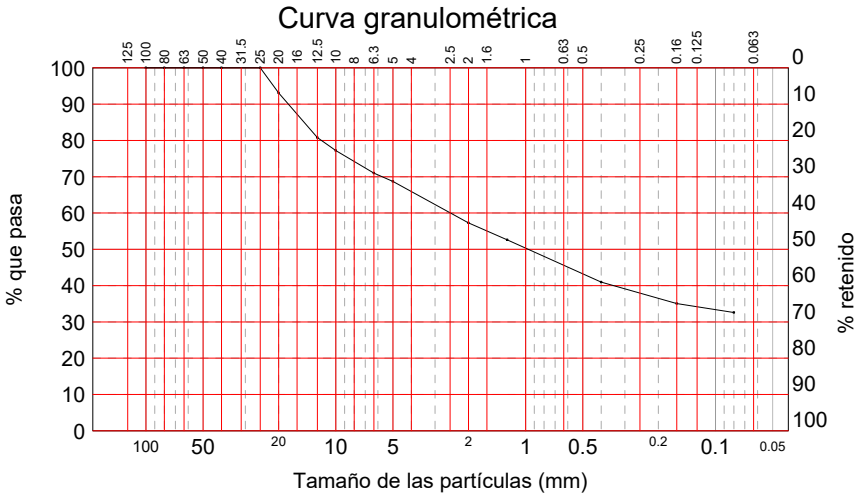
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3725	12839	217	.2021/1069	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,50 - 2,10) m

Granulometría S/UNE-EN ISO 17892-4:2019	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	93
12.5	81
10	77
6.3	71
5	69
2	57
1.25	53
0.4	41
0.16	35
0.08	32.6



LÍmites Atterberg S/UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019	
Límite Líquido	**49.0**
Límite Plástico	**22.4**
INDICE DE PLASTICIDAD	**26.6**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**2**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, UNE 83962:2008, s/norma UNE 83962:2008

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3726	12839	217	.2021/1069	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-1 (1,50 - 2,10) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Acidez de Baumann Gully S/UNE 83962:2008		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, , s/norma UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

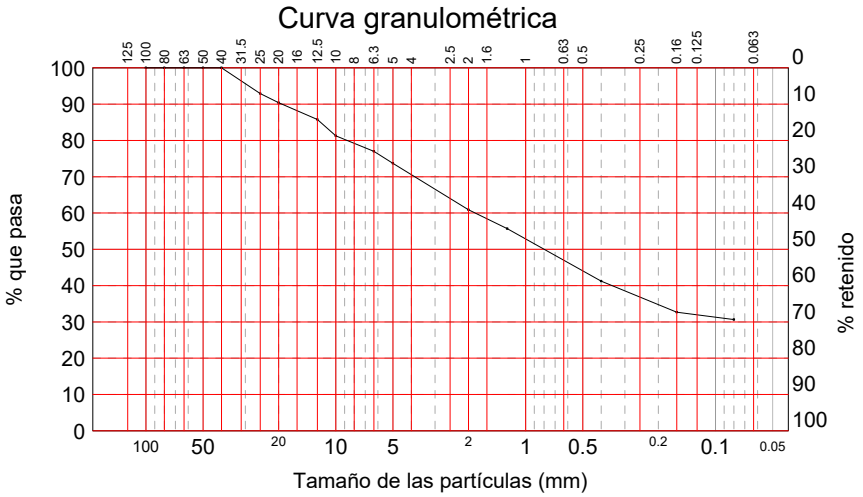
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3727	12839	217	.2021/1070	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (4,0 - 4,60) m

Granulometría S/UNE-EN ISO 17892-4:2019	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	93
20	90
12.5	86
10	81
6.3	77
5	74
2	61
1.25	56
0.4	41
0.16	33
0.08	30.6



LÍmites Atterberg S/UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019	
Límite Líquido	**59.4**
Límite Plástico	**23.7**
INDICE DE PLASTICIDAD	**35.7**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**3**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CH**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo para calcular la Presión de Hinchamiento de un suelo en edómetro, UNE 103-602/96, s/norma UNE 103-602/96

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3728	12839	217	.2021/1070	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (4,0 - 4,60) m

Presión de Hinchamiento S/UNE 103-602/96		
Humedad Inicial	%	**11.63**
Humedad Final	%	**13.14**
Densidad de la Probeta	g/cm³	**2.21**
Presión de hinchamiento	Kp/cm²	**0.05**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, UNE 103 400/93, s/norma UNE 103 400/93

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

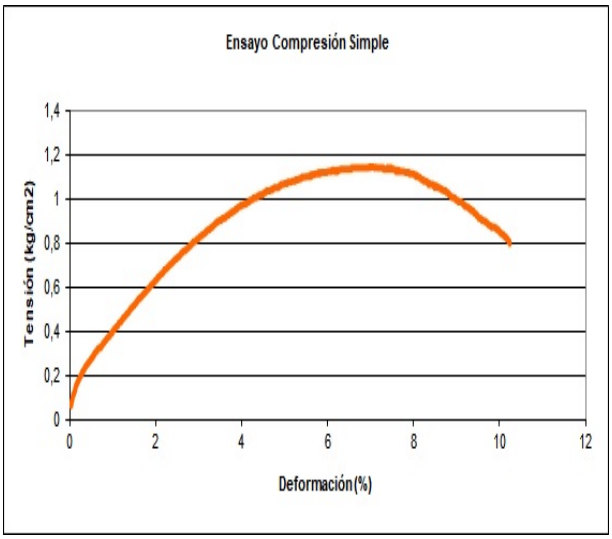
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3729	12839	217	.2021/1070	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, MI-1 (4,0 - 4,60) m

Compresión Simple S/UNE 103 400/93		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	**11**
Diámetro	cm	**5.9**
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	**11.05**
Humedad zona de rotura	%	**18.01**
DENSIDAD		
Densidad Seca	g/cm³	**1.85**
RESULTADOS		
Resistencia	Kg/cm²	**1.14**
Deformación	%	**7.02**



Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, , s/norma UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

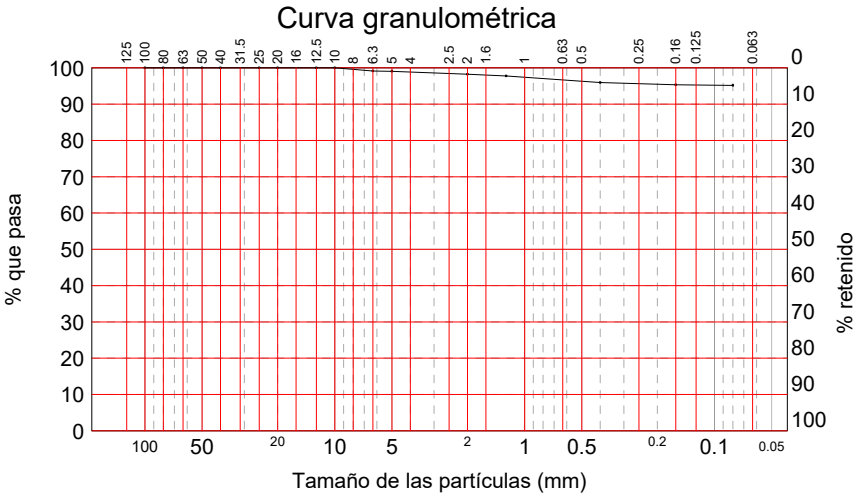
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3730	12839	217	.2021/1071	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1, SPT-2 (6,0 - 6,60) m

Granulometría S/UNE-EN ISO 17892-4:2019	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
6.3	99
5	99
2	98
1.25	98
0.4	96
0.16	95
0.08	95.2



LÍmites Atterberg S/UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019	
Límite Líquido	**92.4**
Límite Plástico	**38.8**
INDICE DE PLASTICIDAD	**53.6**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**63**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CH**
Clasificación HRB	**A-7-6**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, , s/norma UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

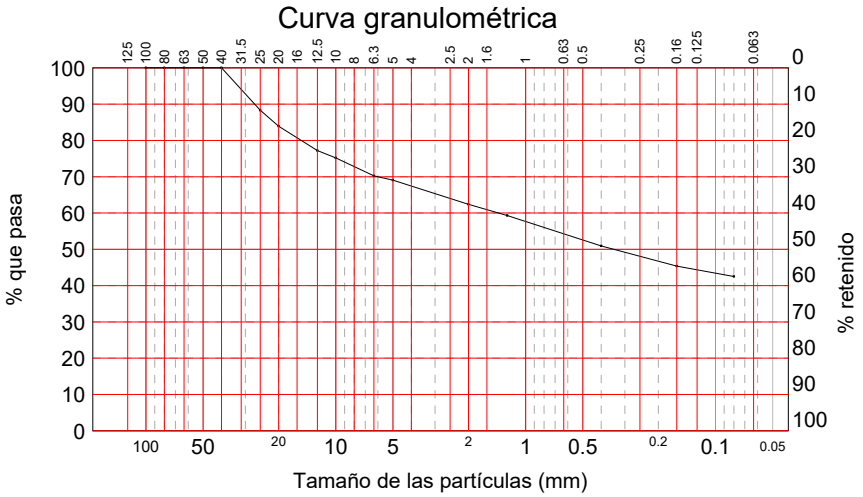
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3731	12839	217	.2021/1072	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Granulometría S/UNE-EN ISO 17892-4:2019	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	88
20	84
12.5	77
10	75
6.3	70
5	69
2	62
1.25	59
0.4	51
0.16	45
0.08	42.5



LÍmites Atterberg S/UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019	
Límite Líquido	**43.6**
Límite Plástico	**20.3**
INDICE DE PLASTICIDAD	**23.4**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**5**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**SC**
Clasificación HRB	**A-7-5**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo para calcular la Presión de Hinchamiento de un suelo en edómetro, UNE 103-602/96, s/norma UNE 103-602/96

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3732	12839	217	.2021/1072	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Presión de Hinchamiento S/UNE 103-602/96		
Humedad Inicial	%	**14.43**
Humedad Final	%	**20.95**
Densidad de la Probeta	g/cm³	**2.04**
Presión de hinchamiento	Kp/cm²	**1.78**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/norma UNE 103 400/93

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3733	12839	217	.2021/1072	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Compresión Simple FOTO S/UNE 103 400/93
Observaciones: Debido a las características de la muestra, no ha sido posible la realización del ensayo.

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008
Determinación de la Acidez de Baumann Gully, UNE 83962:2008, s/norma UNE 83962:2008

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3734	12839	217	.2021/1072	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, MI-1 (1,50 - 2,10) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Acidez de Baumann Gully S/UNE 83962:2008		
Acidez de Baumann-Gully	ml/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS
Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
Determinación de los Límites Atterberg de un suelo, , s/norma UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

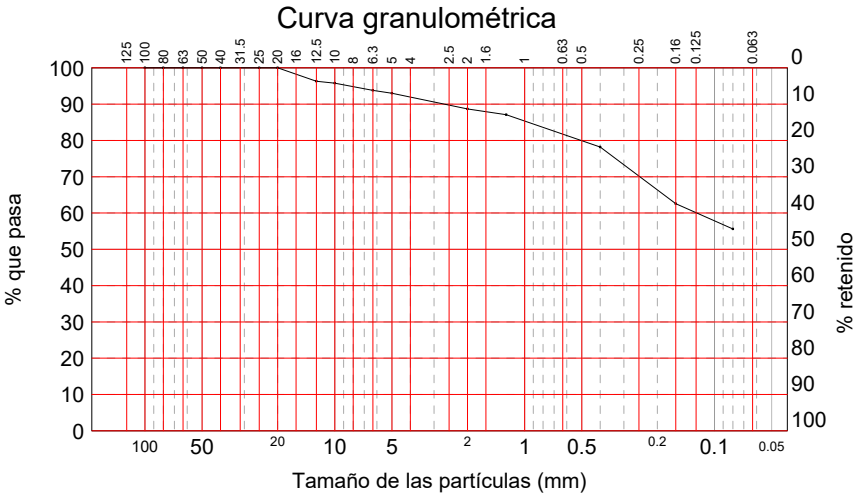
Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3735	12839	217	.2021/1073	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, SPT-1 (2,20 - 2,70) m

Granulometría S/UNE-EN ISO 17892-4:2019	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	96
10	96
6.3	94
5	93
2	89
1.25	87
0.4	78
0.16	63
0.08	55.6



LÍmites Atterberg S/UNE-EN ISO 17892-12:2019 y UNE-EN ISO 17892-7:2019	
Límite Líquido	**43.5**
Límite Plástico	**22.2**
INDICE DE PLASTICIDAD	**21.3**

Clasificación de Suelos	
Indice de Grupo	**9**
Clasificación de Suelos S/ASTM D 2487-00	**CL**
Clasificación HRB	**A-6**

Responsable de Ensayos Físicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Determinación del contenido del íon sulfatos en suelo, s/norma UNE 83963:2008

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3736	12839	217	.2021/1073	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-2, SPT-1 (2,20 - 2,70) m

Sulfatos en suelos S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	**Inapreciable**

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

Arcotierra
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ACTA DE RESULTADOS

Laboratorio de Mecánica de Suelo

Inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción con Nº AND-L-001

Ensayos a realizar:
Análisis de Aguas

Obra: 234 Módulos Solares de 490 W (Rosario)
Dirección: , Villanueva del Río y Minas, Sevilla

Peticionario: Desarrollo de Instalaciones y Servicios Avanzados, S.L.

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2021/3737	12839	217	.2021/1074	16/12/2021

RESULTADOS DEL ENSAYO

Muestra: SR-1 (3,0) m

Análisis de Aguas S/		
Determinación del pH. Método Potenciométrico s/ UNE 83.952		
pH		**7.12**

Determinación del contenido de ióxido de Carbono Agresivo s/ UNE-EN 13.577		
Dióxido Libre	mg/l	**4.4**

Determinación del ión Amonio s/ UNE 83.954		
Amonio	mg/l	**Inapreciable**

Determinación del contenido en ión Magnesio s/ UNE 83.955		
Magnesio	mg/l	**Inapreciable**

Determinación del ión Sulfatos s/ UNE 83.956		
Sulfatos	mg/l	**8775.1**

Determinación del Residuo Seco s/ UNE 83.957		
Residuo Seco	mg/l	**32173.0**

Observaciones: El agua presenta un color rojizo permanente, no es posible determinar el amonio ni el magnesio debido a las interferencias del color con el método de determinación de estos parámetros.

Responsable de Ensayos Químicos

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Director Técnico

Ana Belén Pin Puga
Ing Tec Química Industrial Nº Col. 2313

Arcotierra.S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf : 956 729026
Fax : 956 729034
Móvil : 615 521102
central@arcotierra.es

ANEJO 6:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Sondeo: 217S1

Sondeo: 217S2

Penetrómetro: 217P1

Penetrómetro: 217P2

Caja: 217T1

Caja: 217T1A

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf :956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

Caja: 217T2

Caja: 217T2A

Arcotierra S.L.
P.I Cantarranas 27. 11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Tlf :956 729 026
Móvil : 615 521 102
central@arcotierra.es

ANEJO 7:
MEDICIONES DE RESITIVIDAD ELECTRICA Y TERMICA

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA
(ASTM G57-95a)

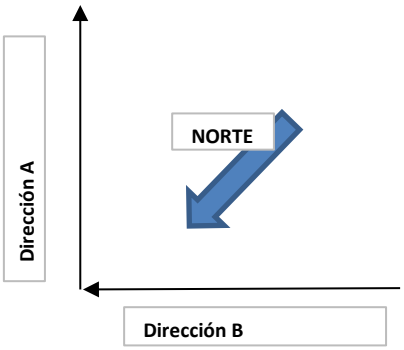
Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA FOTOVOLTAICA ROSARIO
CLIENTE:	ARCOTIERRA

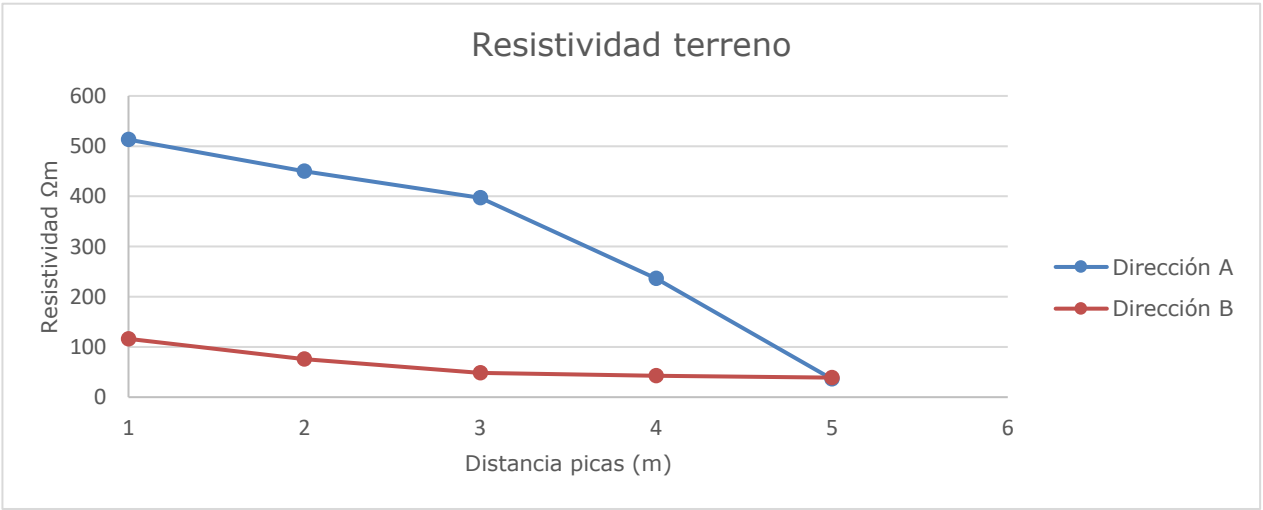
Datos del ensayo:

Referencia:	SA-0060-22	**Acta nº:**	GTC-10
Fecha:		**Página:**	1/1
Equipo / Método:	HT Instrument GSG 53N / Método Wenner (4 puntos)	**Ensayo nº:**	RE-1
Ubicación:	Exp. 21AT-217	**Dirección Test:**	(ver esquema)
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:



Distancia Picas (m)	Resistividad (Ωm)	
	Dirección A	Dirección B
1	513	116,2
2	450,1	75,85
3	397	48,5
4	236,4	42,6
5	36,2	38,9



San Roque, 31 de enero de 2022

José Ramón Gil Osuna (I.T.I.)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA ROSARIO
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-06-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-5
Ubicación:	PFV ROSARIO	**Calicata:**	C-1
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	2,1628	18,4	12,35
1	1,8124	18,6	15,42

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)

Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)

Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

Sergeyco

MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD TERMICA IN SITU

(ASTM D5334-14 & IEEE 442-03)

Datos del proyecto:

OBRA:	PLANTA ROSARIO
CLIENTE:	ARCOTIERRA

Datos del ensayo:

Referencia:	SAC-01-07-22	**Acta nº:**	GTC-09
Fecha:	21/01/2022	**Página:**	1/1
Equipo:	TEMPOS Numero de serie: TEM00000936	**Ensayo nº:**	RT-6
Ubicación:	PFV Rosario	**Calicata:**	C-2
Coordenadas:		**Material:**	Terreno natural

Valores:

Profundidad (m):	Conductividad térmica		Humedad natural (%)
	k (W/mK)	t (ºC)	
0,5	0,6021	12,65	4,65
1	0,4638	16,87	6,15

Fotografías:

Observaciones:

San Roque, 2 de febrero de 2022

F. Javier Manzano Diosdado (Ldo. Geología)
Responsable del ensayo

Daniel M. Sotillo Sáez (Ldo. CC. Geológicas)
Director técnico

Laboratorio San Roque, inscrito en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Andalucía con el número AND-L-046

ANEJO 8:
DOCUMENTACIÓN CONFORME AL RD 1000/2010, 5 de Agosto

Arcotierra S.L.
P.I. Cantarranas 27
11640 Bornos, Cádiz
www.arcotierra.es

Telf.: 956 729026
Fax: 956 729034
Móvil: 615 544011
central@arcotierra.es

En conformidad con el R.D 1000/2010 de 5 de Agosto, el visado del estudio geotécnico deja de ser obligatorio. En sustitución al visado, se le adjunta la documentación necesaria, que certifica que los técnicos redactores del proyecto, están colegiados y habilitados para la realización del estudio geotécnico que se le presenta, y que forman parte de la plantilla de la empresa Arcotierra, S.L, acreditada desde el 22 de Junio de 2004, por la Consejería de Obras Públicas y Transportes en las áreas de geotecnia y mecánica de suelos (GTC y GTL).

La documentación aportada es:

1. Certificación de colegiación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.
2. Certificación de la habilitación del técnico redactor y del técnico revisor del estudio geotécnico.

Los técnicos redactores de este estudio geotécnico son:

- Cristina Gómez Garci

Fdo. Francisco Rodríguez Cañas
Gerente