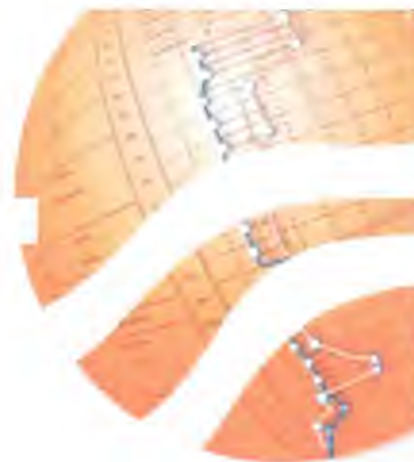


3. INFORME GEOTÉCNICO DE LA EBAR DE CABO LLANOS

El informe lo ha realizado la empresa Terragua, S.L. en abril de 2015



CLIENTE: EMMASA



**INFORME GEOTÉCNICO DEL ANTEPROYECTO DE MEJORA
DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE
BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS
T.M. SANTA CRUZ DE TENERIFE**

Fecha: ABRIL 2015
Expediente: 15/15

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"	Página 2 de 20

1.3. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

1.3.1. Marco geológico general

La parcela objeto de estudio se sitúa en el la estribaciones occidentales del Edificio Anaga, constituido por los materiales más antiguos de la isla (con una edad comprendida entre 12-7,5 Ma). Estos materiales se encuentran parcialmente recubiertos en la zona de estudio por depósitos de ladera y por coladas del vulcanismo subreciente (Serie III) que rellenan el valle de Tegueste. Las erupciones ligadas a esta serie, se produjeron a largo de fisuras de dirección NE-SO. Se generaron como consecuencia alineaciones de centros volcánicos que coinciden aproximadamente con la línea de cumbres actual. Los materiales emitidos por los mismos fueron fundamentalmente coladas basálticas, piroclastos basálticos y pumitas. Los conos volcánicos asociados suelen hallarse bien conservados, con el cráter aún reconocible. Este episodio se extiende desde los 200.000 a los 10.000 años.

1.3.2. Geología de la parcela

Según la cartografía del ITGE, la parcela estudiada se asienta sobre coladas basálticas del Serie III (ver "Mapa geológico", anejo 2). En el momento de la realización del presente informe la parcela estaba cubierta por rellenos de origen antrópico y no se observó ningún afloramiento cercano del sustrato volcánico (fotos 1 y 2).



Foto 1. Vista general de la parcela.



Foto 2. Otra vista de la parcela.

1.3.3. Nivel freático

Se instaló un piezómetro para el control del nivel freático en el sondeo S-1. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las medidas realizadas, junto con la hora de la pleamar más próxima en el tiempo. Las medidas de profundidad están realizadas desde la cota actual de la parcela.

Fecha	Hora	Profundidad (m)	Pleamar más próxima
30/03/15	8:00	8	11:41
31/03/15	9:30	8	12:22
31/03/15	12:30	7	12:22
10/04/15	13:00	8	18:06
14/04/15	11:20	7.3	10:50

1.3.4. Grado de sismicidad de la zona

Los sismos volcánicos en Canarias son relativamente frecuentes, pero de baja intensidad, y están siempre asociados al propio desarrollo de las islas. Esto limita su intensidad por lo que no cabe esperar terremotos destructivos como los "tectónicos", propios de los bordes de las placas litosféricas (las Islas Canarias están en el interior de una de estas placas, la Africana). La actividad sísmica está fundamentalmente, asociada a los procesos magmáticos y eruptivos que han originado las islas y

continúan actuando y a los derivados del crecimiento progresivo de los edificios insulares. La sismicidad está principalmente asociada a tres procesos:

- La fracturación hidráulica producida por la inyección de magma, generalmente en forma de diques, que pueden alcanzar la superficie y generar una erupción volcánica.
- Las intrusiones en el interior de los edificios insulares que no llegan a producir una erupción, mucho más numerosas.
- La inestabilidad de los edificios insulares.

Según la Norma de la Construcción Sismorresistente vigente (NCSE-02) la edificación prevista se encuadrarían dentro de las construcciones de importancia normal.

En el municipio de Santa Cruz de Tenerife el valor de la aceleración sísmica básica es de 0,04 g. El coeficiente de contribución tiene un valor de 1. La aceleración sísmica de cálculo a_c se define como el producto:

$$a_c = S \cdot p \cdot a_b, \text{ donde}$$

a_b : Aceleración sísmica básica = 0,04g.

p : Coeficiente adimensional de riesgo que, para construcciones de importancia normal como las que nos ocupa, toma un valor de 1.

S : Coeficiente de amplificación del terreno. Para $p \cdot a_b < 0,1g$ $S = C/1,25$ siendo C el coeficiente del terreno.

Según la norma NCSE-02 los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- **Terreno tipo I:** Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s.
- **Terreno tipo II:** Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ m/s.
- **Terreno tipo III:** Suelo granular de compactación media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ m/s.

- **Terreno tipo IV:** Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200$ m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la siguiente tabla:

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

En los sondeos realizados se atravesaron coladas basálticas con intercalaciones de roca masiva (terreno tipo I) y escorias de compacidad media (terreno tipo III). En este caso se opta por asignar al subsuelo un valor de C intermedio entre los extremos I y III de 1.3. A partir de este valor se estima una *aceleración sísmica de cálculo* para la zona de estudio de *0.042 g*.

CAPÍTULO 2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

2.1. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS

2.1.1. Sondeos

Se realizaron tres sondeos de 14.3 a 15.7 metros de profundidad. La altura de excavación prevista oscila entre 8.5 metros en el vaso 1 y vaso 2, donde se realizaron los sondeos S-1 y S-3, y 9.5 m en la zona de bombeo, donde se ejecutó el sondeo S-2. El sistema de perforación empleado fue el de rotación con extracción continua de testigos. Para ellos se utilizó una sonda rotacional montada sobre orugas modelo PAGANI P-250. La localización de los puntos de perforación se recoge en el ANEJO 3 "Plano de situación de sondeos". En las plantillas de testificación (ver ANEJO 5 "Informe de Sondeos") se han representado los parámetros característicos de los suelos y rocas atravesados, así como la localización y resultados de los ensayos in situ realizados y la profundidad a la que se han tomado las muestras que se han llevado al laboratorio. Las secuencias obtenidas se recogen en la siguiente tabla:

Sondeo n°	Profundidad (m)	Litología
S-1	0.00-0.70	Relleno antrópico
	0.70-5.40	Basalto masivo
	5.40-7.80	Toba
	7.80-11.00	Basalto masivo
	11.00-12.00	Escorias basálticas
	12.00-13.40	Basalto masivo
	13.40-15.30	Escorias basálticas
	15.30-15.70	Basalto masivo
S-2	0.00-0.80	Relleno antrópico
	0.80-2.50	Basalto masivo
	2.50-3.10	Escorias basálticas
	3.10-6.20	Basalto masivo
	6.20-7.45	Toba
	7.45-9.10	Arenas limosas con gravas
	9.10-10.20	Basalto masivo
	10.20-10.80	Escorias basálticas
	10.80-12.00	Basalto masivo
	12.00-12.40	Escorias basálticas
12.40-14.30	Basalto masivo	
S-3	0.00-1.20	Relleno antrópico
	1.20-2.70	Basalto masivo
	2.70-2.90	Escorias basálticas
	3.80-5.10	Basalto masivo
	5.10-8.00	Toba
	8.00-8.70	Arenas limosas con gravas
	8.70-11.70	Basalto masivo
	11.70-14.70	Escorias basálticas
	14.60-15.00	Basalto masivo

Tabla 1. Secuencia litológica obtenida en los sondeos realizados

2.1.2. Ensayos

2.1.2.1. Ensayos "in situ"

Ensayos de penetración estándar SPT

El ensayo SPT se utiliza para estimar la resistencia de los suelos a la penetración. SPT está ideado para determinar la resistencia de los suelos a la penetración de un tubo tomamuestras. El ensayo se realiza dentro del sondeo y consiste en hincar un tubo bipartido de 51 mm de diámetro y 813 mm de longitud mediante una maza de 63,5 Kg de peso. Esta masa se deja caer libremente desde 0,76 m de altura sobre el varillaje, en cuyo extremo inferior se encuentra roscado el tomamuestras. Durante la prueba se cuenta el número de golpes para penetrar 4 tramos de 15 cm cada uno. Se denomina "N" al número de golpes necesario para penetrar los dos tramos finales, desestimándose el valor del primer golpeo por la posibilidad que se halle afectado por la perforación del sondeo. Cuando el valor de N es superior a 50 se considera rechazo. Si el valor del golpeo disminuye en el último tramo se toma como valor de N la suma de los dos últimos tramos. España por la norma UNE-EN-ISO 22476-3 (2006).

Los resultados obtenidos en los SPT realizados se muestran en la siguiente tabla:

Sondeo	Profundidad (m)	GOLPEO	N ₃₀	Material
S-1	13.40-14.00	6-26-19-13	32	Escorias basálticas
	14.00-14.60	9-7-12-41	19	Escorias basálticas
S-2	6.40-6.70	37-48-50R	R	Toba alterada
	8.80-8.90	50R	R	Gravas arenosas
	10.30-10.50	11-50R	R	Escorias basálticas
S-3	1.20-1.30	50R	R	Basalto
	8.60-8.70	50R	R	Arenas limosas con
	10.50-10.55	50R	R	Basalto
	11.70-11.90	7-50R	R	Escorias basálticas
	12.90-13.10	50R	R	Escorias basálticas

Tabla 2. Resultados de los ensayos SPT realizados

Toma de muestras inalteradas

Durante la ejecución de los sondeos se tomaron dos muestras inalteradas para su análisis en laboratorio. Para ello se ha utilizado un tomamuestras de pared gruesa con estuche interior y se ha seguido el procedimiento descrito en la norma XP P94-202.

El golpeo obtenido durante la realización de la toma de muestras debe corregirse para poder asimilarlo al N obtenido en el ensayo SPT. La corrección normalmente utilizada es la siguiente:

$$N_{SPT} = 0.6 N_{\text{Muestra inalterada}}$$

En la siguiente tabla se muestra la situación de las muestras analizadas y el golpeo obtenido:

Sondeo	Profundidad (m)	GOLPEO	N ₃₀	N _{SPT} equivalente	Material
S-2	7.00-7.60	34-46-31-34	77	46	Toba alterada
S-3	6.00-6.60	35-37-27-32	64	38	Toba alterada

Tabla 3. Resultados de golpeo durante la toma de las muestras inalteradas

2.1.2.2. Ensayos de Laboratorio

Ensayos de identificación de suelos. Granulometrías y Límites de Atterberg

Se realizaron tres ensayos granulométricos por tamizado siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM-D 2487/00. En estas muestras se analizaron además los límites de Atterberg (normas UNE 103/103/94 y UNE-1023104/93). Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Ensayos de carga puntual (Point Load Test)

Este ensayo consiste en aplicar una carga concentrada sobre una muestra de roca mediante un par de puntas cónicas, en la dirección de su menor dimensión, hasta producir la rotura del testigo. El índice del ensayo I_s , se define como $I_s = P/D^2$, siendo P la carga de rotura y D el diámetro del testigo. La longitud de la probeta debe ser de al menos 1,5 veces su diámetro y no se exige ninguna preparación especial en sus extremos. Para obtener la resistencia a compresión simple equivalente se multiplica el índice $I_{s(50)}$ por un factor de correlación K ($\sigma_c = I_{s(50)} \times K$). El índice $I_{s(50)}$ es el que se obtiene al romper testigos de 50 mm de diámetro. Cuando los testigos ensayados tienen diámetros diferentes es necesario realizar una corrección por tamaño. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$I_s(50) = F \cdot I_s, \text{ donde } F = (D/50)^{0,45}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en los ensayos realizados, utilizando los factores de correlación recomendados en la "Guía para la planificación y realización de Estudios Geotécnicos para la Edificación en la Comunidad Autónoma de Canarias".

Sondeo	Prof. (m)	D (mm)	Litolito	P (kN)	I_s (kp/cm ²)	$I_{s(50)}$ (kp/cm ²)	Factor correl. K	Resistencia δ (kp/cm ²)
S-1	7,64-7,76	67	IGNIMBRITA	0,07	0,17	0,19	9	1,69
S-1	8,70-9,00	71	BASALTO VACUOLAR	15,58	33,40	38,60	14	540,43
S-1	9,00-9,30	71	BASALTO VACUOLAR	15,82	33,91	39,20	14	548,76
S-2	11,68-12,00	71	BASALTO VACUOLAR	17,21	37,45	43,14	14	603,97
S-3	9,30-9,60	71	BASALTO VACUOLAR	16,23	35,32	40,68	14	569,58
S-3	9,90-10,20	71	BASALTO VACUOLAR	8,99	19,87	22,80	14	319,25

Tabla 6. Resultado de los ensayos de rotura a carga puntual

SÓNDEO	PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRÍA (%)			LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación
		Gravas	Arenas	Limos y arcillas	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	
S-2	7.00-7.60	33.97	52.38	13.66	N.P.	N.P.	--	Arenas limosas con grava (SM)
S-3	6.00-6.60	22.54	69.16	8.30	N.P.	N.P.	--	Arenas mal graduadas con limo y gravas (SP-SM)
S-2	7.80-9.10	21.83	48.41	29.76	N.P.	N.P.	--	Arenas limosas con grava (SM)

Tabla 4. Resultados de los ensayos de identificación en suelos

Humedad natural

La humedad de seis de las muestras inalteradas se determinó a través del método de la estufa, de acuerdo con la norma S/UNE 103300:1993. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Sondeo	Profundidad (m)	Humedad (%)
S-3	6.00-6.60	61.17
S-2	7.80-9.10	35.70

Tabla 4. Resultados de humedad de las muestras inalteradas

Contenido en sulfatos solubles en suelos

Se realizaron dos ensayos de contenido en sulfatos siguiendo el procedimiento descrito en la EHE. En una muestra de arenas limosas con gravas tomada en el sondeo S-2 se obtuvo un valor de 156 mg/kg. En la toba alterada el resultado obtenido fue 31 mg/kg. Ambos suelos se situarían por debajo del campo de ataque débil establecido en dicha norma. El acta de laboratorio se recoge en el ANEJO 6.

Determinación de la agresividad de las aguas

Se tomó una muestra de agua en el sondeo S-1 para evaluar su agresividad potencial al hormigón, siguiendo el procedimiento descrito en la norma EHE-08. Una vez instalado el piezómetro en este sondeo se purgó varias veces el agua del interior del tubo para eliminar el agua utilizada durante la perforación. La muestra se tomó cuatro días después de finalizado el sondeo para que la propia oscilación de las mareas contribuyera a homogenizar el agua contenida en el tubo piezométrico con el acuífero.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

RESULTADOS ANÁLISIS		GRADO DE AGRESIVIDAD		
Parámetro	Resultado	Débil	Medio	Fuerte
pH	8	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
Magnesio (Mg ²⁺) (mg/l)	8,8	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	<0,044	15 - 30	30 - 60	> 60
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	577,4	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CO ₂ (mg/l)	1,8	15 - 40	40 - 100	> 100
Residuo seco (mg/l)	4350	> 150	150 - 50	< 50

Tabla 7. Resultado del análisis de agresividad del agua subterránea

Se analizó además la conductividad con un resultado de 7320 µS/cm, lo que indica que es un agua salobre.

De los parámetros obtenidos se deduce que el agua freática analizada presenta una **agresividad débil** por la presencia de sulfatos.

2.2. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS Y DE NIVELES FREÁTICOS

Los perfiles geotécnicos realizados (ver anejo 4) muestran que el subsuelo de la parcela está formado por varias coladas basálticas de tipo "aa" en las que se diferencian tramos de roca compacta y capas de escorias. Entre las coladas se identificó una toba alterada de color marrón y un nivel de arenas limosas con gravas.

La secuencia está cubierta superficialmente por un nivel de rellenos de origen antrópico de hasta 1.2 m de espesor.

El nivel freático se localizó a una profundidad que oscila entre 7 y 8 m desde la cota de inicio de los sondeos. Este nivel está afectado por las oscilaciones de la marea.

2.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Las prospecciones realizadas han permitido diferenciar tres tipos de materiales bajo la cota de cimentación prevista: rellenos antrópicos, basaltos, escorias basálticas, tobas alteradas y arenas limosas con gravas. A continuación se resumen las propiedades de cada uno de ellos.

2.3.1. Rellenos antrópicos

Se identificaron en el tramo inicial de todas las perforaciones realizadas, en una capa de 0.7 a 1.20 m de espesor (ver "Perfiles geotécnicos" anejo 4). Están formados por picones y gravas envueltas en arenas.


Este material será eliminado por completo durante las labores de excavación previstas. Puede excavar fácilmente con retroexcavadora. A corto plazo no deberá superar relaciones 1H:1V sin medidas de sostenimiento.

2.3.2. Basaltos

Se identificaron en todos los sondeos realizados en varias coladas intercaladas con tobas alteradas. Las coladas son de tipo "aa", con alternancias de tramos de roca masiva y niveles de escorias (ver "Perfiles geotécnicos", anejo 4).

Por encima del nivel de toba el basalto presenta cristales dispersos de olivino y piroxeno. Por debajo de la toba el basalto contiene un porcentaje muy elevado de cristales de piroxeno y abundantes vacuolas (basalto ankaramítico).

Los parámetros geotécnicos obtenidos durante la testificación de estas rocas, por debajo de la cota de cimentación prevista, fueron los siguientes:

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 13 de 20

- ✓ R.Q.D. = 67 % (valor medio estimado)
- ✓ Índice de fracturación: Varía entre 0-1 y 1-4 diaclasas por 30 centímetros de longitud de testigo. Las juntas tienen buzamientos variables entre 45 y 90°, son rugosas y presentan tapices de óxidos y carbonatos.
- ✓ Grado III de meteorización (localmente grado IV).

Se realizaron cinco ensayos de carga puntual en los testigos extraídos durante la perforación. Los valores de resistencia a compresión simple equivalente obtenidos oscilaron entre 319 y 604 kp/cm².

A partir del valor medio de rotura (516.4 kp/cm²) y de los datos obtenidos durante la testificación se calculó el índice RMR (ROCK MASS RATING SYSTEM) de la clasificación geomecánica de Bieniawski (1989). El valor RMR estimado para el basalto estudiado es 47 (calidad media).

El módulo de deformación del macizo según la relación de Hoek (1995) sería:

$$E = \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \times 10^{(GSI - 10/40)}$$

Donde GSI= RMR -5. El valor obtenido para esta roca es 45321 kp/cm².

Según la norma de construcción sismorresistente (CSR-02) este basalto se clasificaría como un terreno de tipo I. Para su excavación será necesaria la utilización de martillo neumático rompedor y admiten taludes prácticamente verticales.

2.3.2. Escorias basálticas

Se identificaron en los tres sondeos realizados, en varias capas intercaladas con basalto masivo (ver "Perfiles geotécnicos" anejo 4). Están formadas por fragmentos angulosos, con bordes espinosos, de 7-8 cm de tamaño envueltos en arenas.

Sobre estos suelos se realizaron 5 ensayos SPT. En tres de ellos se obtuvo rechazo, mientras que en los restantes se obtuvieron valores de N de 32 y 19. A partir del valor medio pueden deducirse los siguientes parámetros de cálculo para estos suelos:

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 14 de 20

Para N = 25

- ✓ Módulo de deformación $E_u = 400 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Ángulo de rozamiento interno $\phi = 35^\circ$
- ✓ Cohesión, $c = 0 \text{ kp/cm}^2$
- ✓ Consistencia: Medianamente denso (CTE)
- ✓ Peso específico: 1.80 gr/cm^3
- ✓ Módulos de balasto = 90-150 MN/m³
- ✓ Coeficiente de Poisson $\nu = 0.3$

Según la norma de construcción sismorresistente (CSR-02) estos suelos se corresponderían con un terreno de tipo III (suelo granular medianamente denso).

Para su excavación se podrá utilizar pala mecánica o retroexcavadora. Los taludes resultantes no deberán superar una relación 1H:2V sin medidas de sostenimiento.


2.3.3. Toba alterada (ignimbrita)

Se identificó en el tramo medio de los tres sondeos realizados (ver "Perfiles geotécnicos" anejo 4). Es de color marrón y presenta abundantes fragmentos de pómez de pequeño tamaño.

Se tomaron dos muestras inalteradas de esta toba para su ensayo en el laboratorio. Los ensayos granulométricos muestran que se trata de un material no plástico, con un contenido en finos que oscila entre 8.3 y 13.66 por lo que se tratarían desde el punto de vista geotécnico como un suelo granular. Las muestras analizadas se corresponden según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos con Arenas limosas con gravas (SM) o Arenas mal graduadas con limos y gravas (SP-SM).

En algunos tramos se recuperaron pequeños testigos continuos. En uno de ellos pudo realizarse un ensayo de rotura a carga puntual, con un resultado de 0.16 MPa. Según la Clasificación ISRM se clasificaría como un suelo.

Sobre este nivel se realizó un ensayo SPT en el que se obtuvo rechazo. Durante la toma de las muestras inalteradas se obtuvieron valores de golpeo equivalente de 46 y

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 15 de 20

38. Si consideramos el valor medio, podemos deducir los siguientes parámetros de cálculo para estas tobas:

Para N=42

- ✓ Ángulo de rozamiento interno: 39° (CTE)
- ✓ Cohesión: 0 kp/cm²
- ✓ Densidad: 1.6 kp/cm²
- ✓ Compacidad: Denso (CTE)
- ✓ Módulo de deformación: 540 kp/cm²
- ✓ Módulo de balasto (K30 para arenas compactas, CTE): 90-200 MN/m³

El contenido en sulfatos obtenido en el laboratorio en una muestra de este suelo fue 31 mg/kg, por lo que estos suelos se situarían por debajo del campo de ataque débil establecido en el CTE.

Para su excavación podrá utilizarse retroexcavadora, aunque puntualmente puede ser necesario el uso de martillo neumático. Los taludes resultantes no deberán superar una relación 1H:3V sin medidas de sostenimiento.

2.3.4. Arenas limosas con gravas

Se identificaron en los sondeos S-2 y S-3, en un nivel de 0.7 a 1.65 m de espesor (ver "Perfiles geotécnicos" anejo 4). Están formadas por gravas subangulosas de composición basáltica envueltas en arenas limosas. Aparece en la base del nivel de ignimbrita, sobre la colada basáltica. Probablemente este nivel se haya generado al depositarse la toba sobre el techo escoriáceo de la colada.

Se realizó un ensayo SPT con resultado de rechazo. En el último tramo de la muestra inalterada tomada en el sondeo S-2, se obtuvo un valor de N₁₅ de 32 en este tramo. El valor de N₃₀ equivalente considerando el doble de este valor (32*2*06) sería 38.

Los parámetros geotécnicos estimados para este material, considerando este valor serían los siguientes:

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 16 de 20

Para N=38

- ✓ Ángulo de rozamiento interno: 39° (CTE)
- ✓ Cohesión: 0 kp/cm²
- ✓ Densidad: 1.6 kp/cm²
- ✓ Compacidad: Denso (CTE)
- ✓ Módulo de deformación: 540 kp/cm²
- ✓ Módulo de balasto (K30 para arenas compactas, CTE): 90-200 MN/m³

El contenido en sulfatos obtenido en el laboratorio en una muestra de este suelo fue 156 mg/kg, por lo que estos suelos se situarían por debajo del campo de ataque débil establecido en el CTE.

Según la norma de construcción sismorresistente (CSR-02) se corresponderían con un terreno de tipo II (suelo granular denso).

Para su excavación podrá utilizarse retroexcavadora. Los taludes resultantes no deberán superar una relación 1H:3V sin medidas de sostenimiento.


CAPÍTULO 3. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

3.1. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS PLANTEADOS

3.1.1. Riesgos naturales. Estabilidad global de la parcela

El subsuelo de la parcela objeto de estudio está formado por coladas basálticas y tobas alteradas hasta una profundidad de al menos 16 metros. No existen antecedentes históricos de movimientos del terreno en esta zona ni daños estructurales apreciables en las estructuras cercanas, por lo que en principio no es probable que se produzcan deslizamientos generalizados en la parcela. En los sondeos no se atravesó ningún nivel plástico que pudiera servir como superficie de deslizamiento.

No se han detectado riesgos de otro tipo (hidrogeológicos, sísmicos, etc) que puedan afectar a la parcela.

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"	Página 17 de 20

3.2.1. Excavabilidad de la parcela. Estabilidad de los taludes resultantes.

La excavación prevista afectará a los rellenos superficiales, las coladas basálticas y la toba alterada. Para la excavación de los rellenos, tramos escoriáceos de la colada y de la toba alterada podrá utilizarse retroexcavadora, mientras que los niveles de basalto masivo requerirán el uso de martillo neumático.

A corto plazo los niveles de basalto y de toba podrán mantenerse con pendientes casi verticales. Sin embargo será necesario contener el nivel superficial de rellenos, las escorias basálticas y los suelos arenoso limosos.

Debe tenerse en cuenta que la excavación prevista estará afectada por el nivel freático, que en esta zona oscila con la marea. En las medidas realizadas en el mes de abril de 2015 el nivel freático se localizó a una profundidad variable entre 7 y 8 metros desde cota de inicio de los sondeos (ver "Perfiles geotécnicos", anejo 4).

Para poder ejecutar la obra será necesario rebajar el nivel freático para prevenir la erosión o la falla de los taludes. De esta manera se asegura que los trabajos se realicen en seco para que la construcción se lleve a cabo de manera rápida y eficiente.

Para rebajar el nivel freático puede optarse por bombear el agua del fondo de la excavación una vez alcanzado este nivel o bien por ejecutar pozos perimetrales y bombear desde el fondo de los mismos antes de iniciar la excavación.

Entre el nivel freático y la cota de excavación se identificaron tobas alteradas y arenas limosas con gravas (ver "Perfiles geotécnicos", anejo 4). A falta de ensayos de permeabilidad puede asignarse un coeficiente de permeabilidad orientativo para estos materiales de 10^{-5} - 10^{-9} .

Una vez alcanzada la cota de excavación prevista se recomienda que se ejecute la cimentación de las losas y la construcción de los muros en el menor tiempo posible, evitando que los taludes queden expuestos a la intemperie durante prolongados espacios de tiempo.

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"	Página 18 de 20

Los parámetros para el cálculo de los muros, en el caso de que se encofren a sola cara empotrados contra el terreno podrán ser los siguientes:

- ✓ Angulo de rozamiento interno = 35°
- ✓ Cohesión = 0 kp/cm^2
- ✓ Densidad = $1,8 \text{ gr/cm}^3$
- ✓ Coeficiente de empuje al reposo = $K' = 1 - \tan^2 \phi = 0,43$

3.2 CÁLCULO DE TENSIONES Y ASIENTOS

3.2.1. Tensión admisible de las escorias basálticas


La tensión de estos suelos (los más desfavorables de los identificados) se estimó aplicando la fórmula de Brich Hansen con un coeficiente de seguridad de 3 (ver "Cálculos Justificativos", ANEJO 7). Los cálculos se realizaron mediante el programa informático Load Cap (versión 2010).

Debe tenerse en cuenta que la capacidad portante de estos suelos no depende únicamente de sus características geotécnicas (ángulo de rozamiento interno, cohesión y densidad) sino que además influyen en gran medida las dimensiones, tipo de cimentación y profundidad de enterramiento.

La tensión de hundimiento estimada para una losa de 22 x 11 metros es superior a 10 kp/cm^2 . En los suelos granulares la tensión de servicio se fija limitando el asiento. En este caso se obtiene un asiento admisible para tensiones de hasta 3.0 kp/cm^2 .

3.2.2. Tensión admisible del basalto

La tensión de hundimiento de los basaltos que aparecen en el subsuelo de la parcela se calculó a través del método de Serrano y Olalla (CEDEX 1994 y 1996). El desarrollo de este método y su aplicación aparece en el ANEJO 7 "Cálculos Justificativos". El resultado obtenido en el basalto estudiado fue 3.89 kp/cm^2 .

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 19 de 20

3.3. PLANTEAMIENTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CIMENTACIÓN POSIBLES

La cimentación podrá llevarse a cabo mediante losas de cimentación armado. La tensión admisible a considerar en el cálculo puede ser de 3.0 kp/cm². El módulo de balasto medio de los suelos identificados sería 150 MN/m³. En el cálculo de las losas debe tenerse en cuenta el empuje del agua por la oscilación del nivel freático.

CAPÍTULO 4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente informe se ha realizado a petición de la Empresa Mixta de Aguas de Santa Cruz de Tenerife (EMMASA).

El objeto del mismo es la caracterización geotécnica de los terrenos afectados por construcción de tres depósitos de agua que se localizarán dentro de las instalaciones de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos, en el municipio de Santa Cruz de Tenerife. La construcción de estos depósitos se engloba dentro del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento de dicha estación.

Se realizaron tres sondeos de dos sondeos de 14.3 a 15.7 m de profundidad. La altura de excavación prevista oscila entre 8.5 metros en el vaso 1 y vaso 2 y 9.5 m en la zona de bombeo.

En estas perforaciones se atravesaron varias coladas basálticas de tipo "aa" en las que se diferencian tramos de roca compacta y capas de escorias. Entre las coladas se identificó un nivel de toba alterada y una capa de arenas limosas con gravas. La secuencia está cubierta superficialmente por un nivel de rellenos de origen antrópico de hasta 1.2 m de espesor.

En el apartado 2.3. se describen las características geotécnicas de cada una de las unidades identificadas en el subsuelo.

El nivel freático se atravesó a una profundidad variable entre 7 y 8 metros desde la cota de inicio de los sondeos. Está afectado por las oscilaciones de marea. Se tomó

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 20 de 20

una muestra de agua para su análisis en laboratorio. Los análisis realizados muestran una agresividad débil al hormigón.

La excavación prevista sobrepasa el nivel freático por lo que es posible que haya fluencia de agua al fondo de la excavación por debajo de los 7. Debe tenerse en cuenta esta circunstancia para prever medidas de bombeo y drenaje que permitan ejecutar la obra.

La cimentación podrá llevarse a cabo mediante losas de cimentación armado. La tensión admisible a considerar en el cálculo puede ser de 3.0 kp/cm². El módulo de balasto medio de los suelos identificados sería 150 MN/m³. En el cálculo de las losas debe tenerse en cuenta el empuje del agua por la oscilación del nivel freático.

Los suelos estudiados apenas presentan sulfatos y se sitúan por debajo del nivel de ataque débil según la norma EHE.

En La Victoria de Acentejo, 17 de Abril de 2015








Fdo:

M^a Margarita Gutiérrez González

Doctora en Geología N^o colegiada 4553



Fuente: Mapa Geológico de España. Hoja de Santa Cruz (1978)

Leyenda	
	Piroclastos (Serie I Media)
	Coladas basálticas (Serie I Superior)
	Piroclastos (Serie I Superior)
	Derrubios de ladera
	Coladas basálticas (Serie III)
	Derrubios de ladera
	Zona de estudio

Empresa Consultora:


Ciente:


Trabajo:
 Informe Geotécnico del Anteproyecto de
 Mejora del Tratamiento del Agua de la
 Estación de Bombeo de Aguas Residuales de
 Cabo Llanos

Anejo Nº2
 "Mapa geológico"

Escala:
 1:25.000

Fecha:
 Abril
 2015



Empresa consultora:



Ciente:



Trabajo:

Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del
 Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de aguas
 Residuales de Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife

Anejo 1:

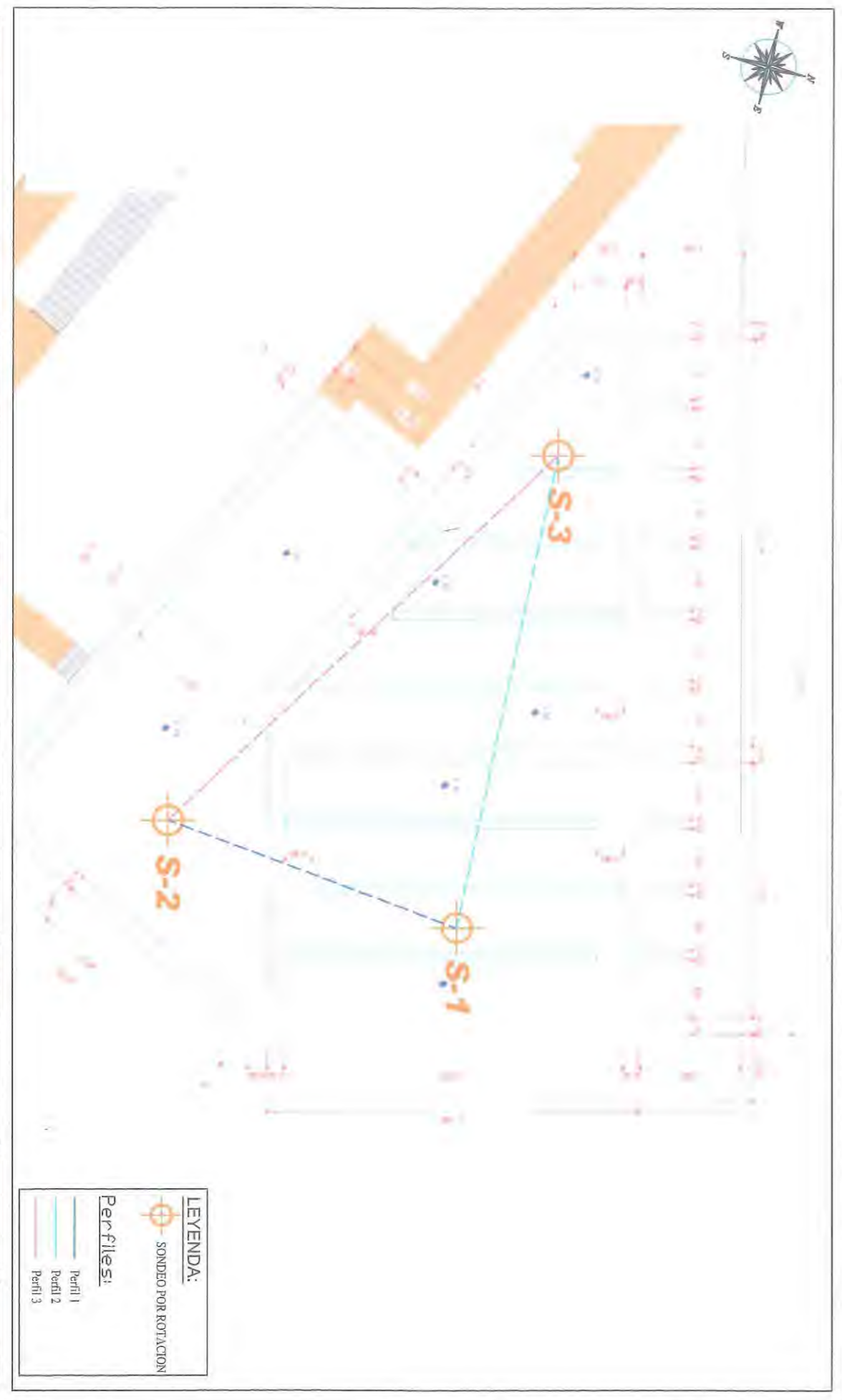
Plano de situación

Escala:

1:5000

Fecha:

Abril
 2015



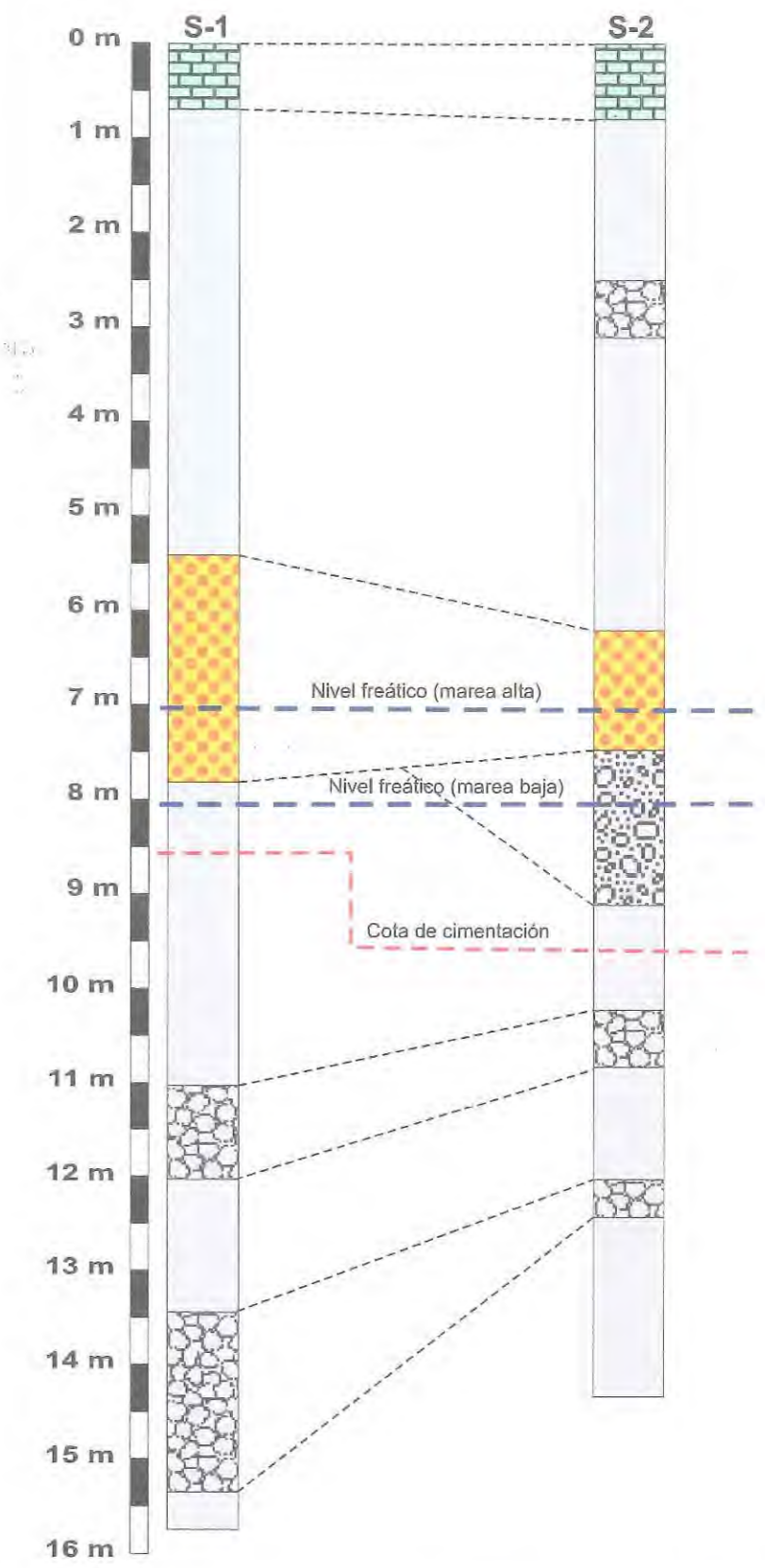
LEYENDA:
 SONDEO POR ROTACION

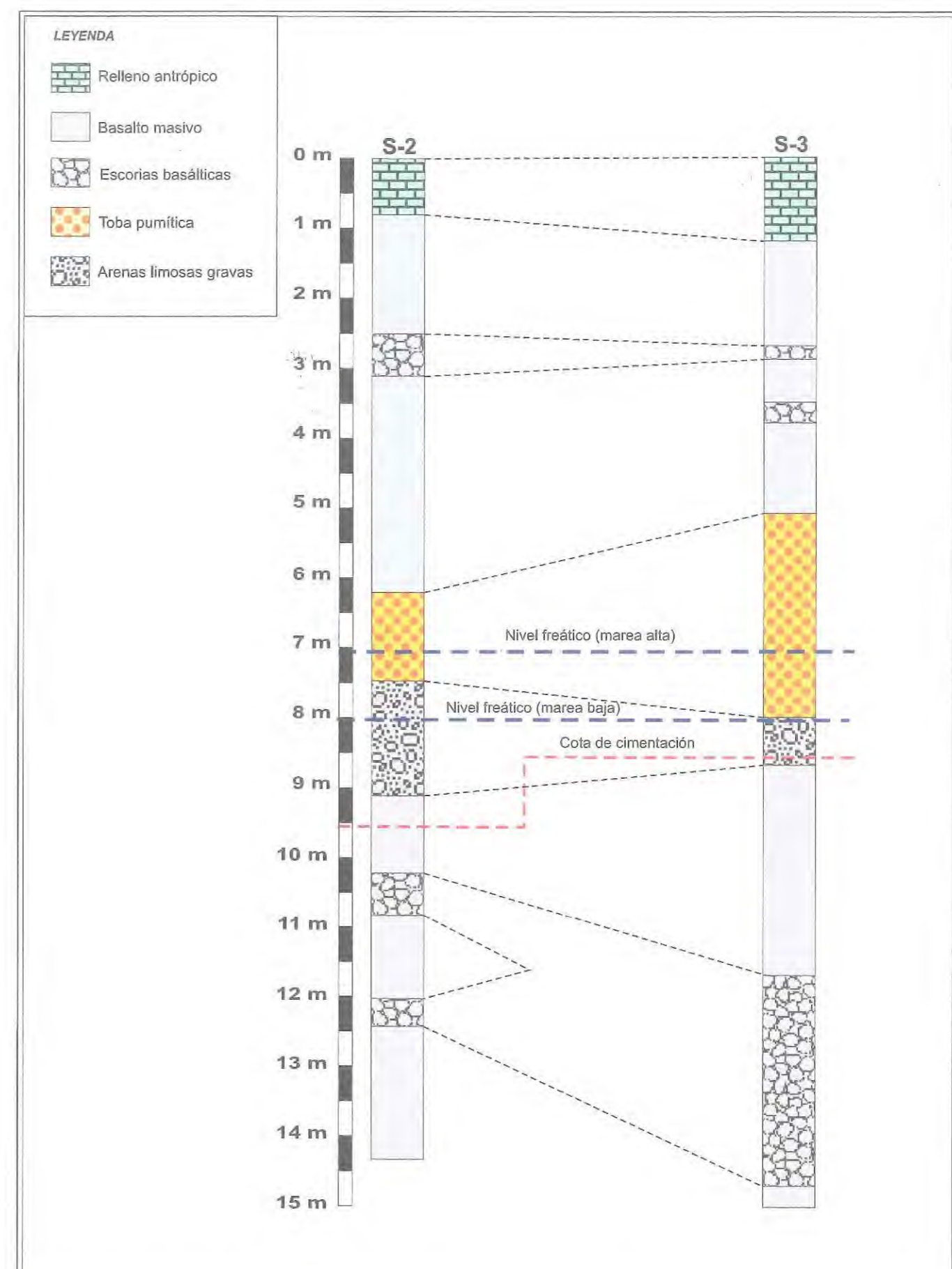
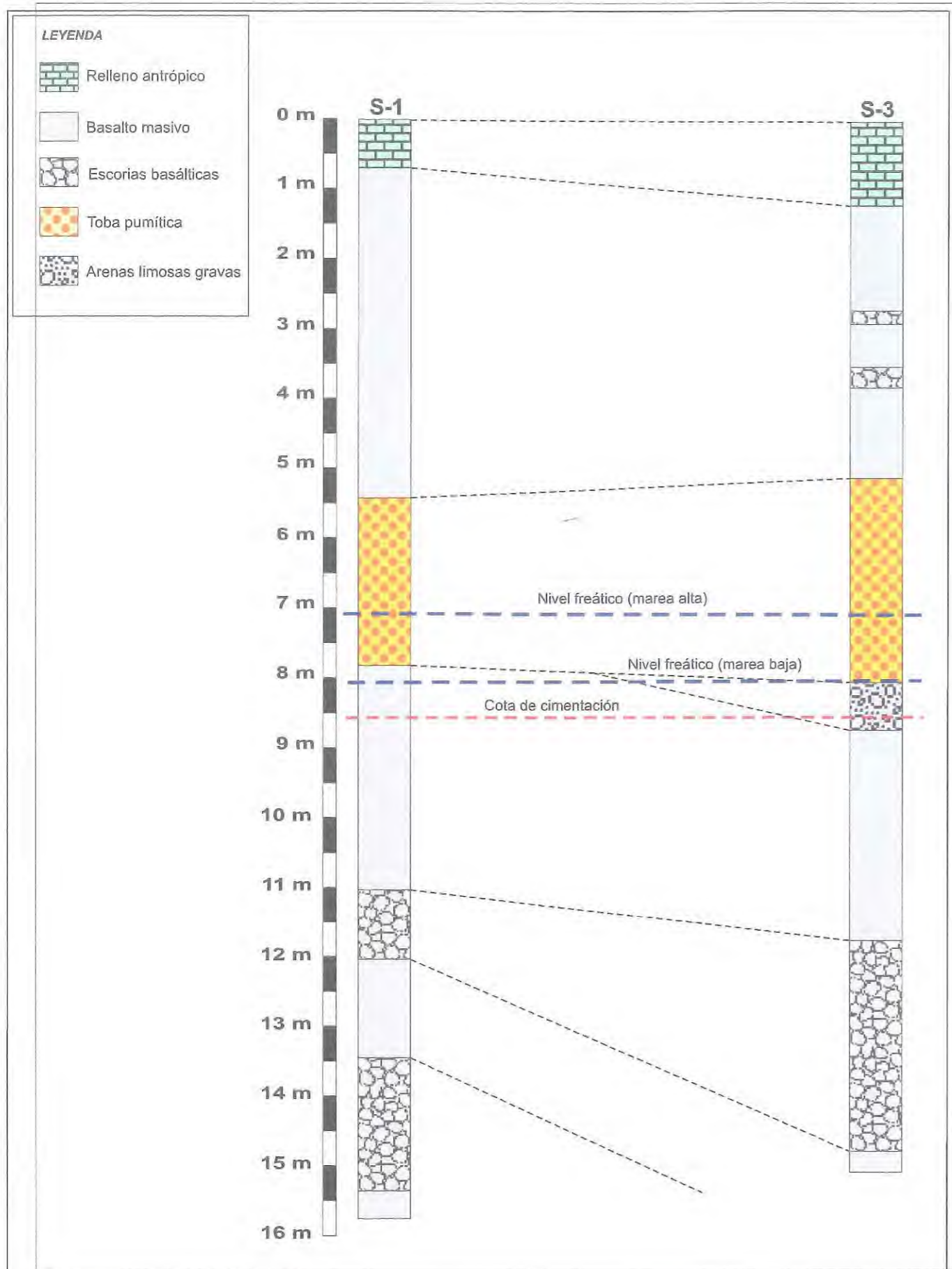
Perfiles:

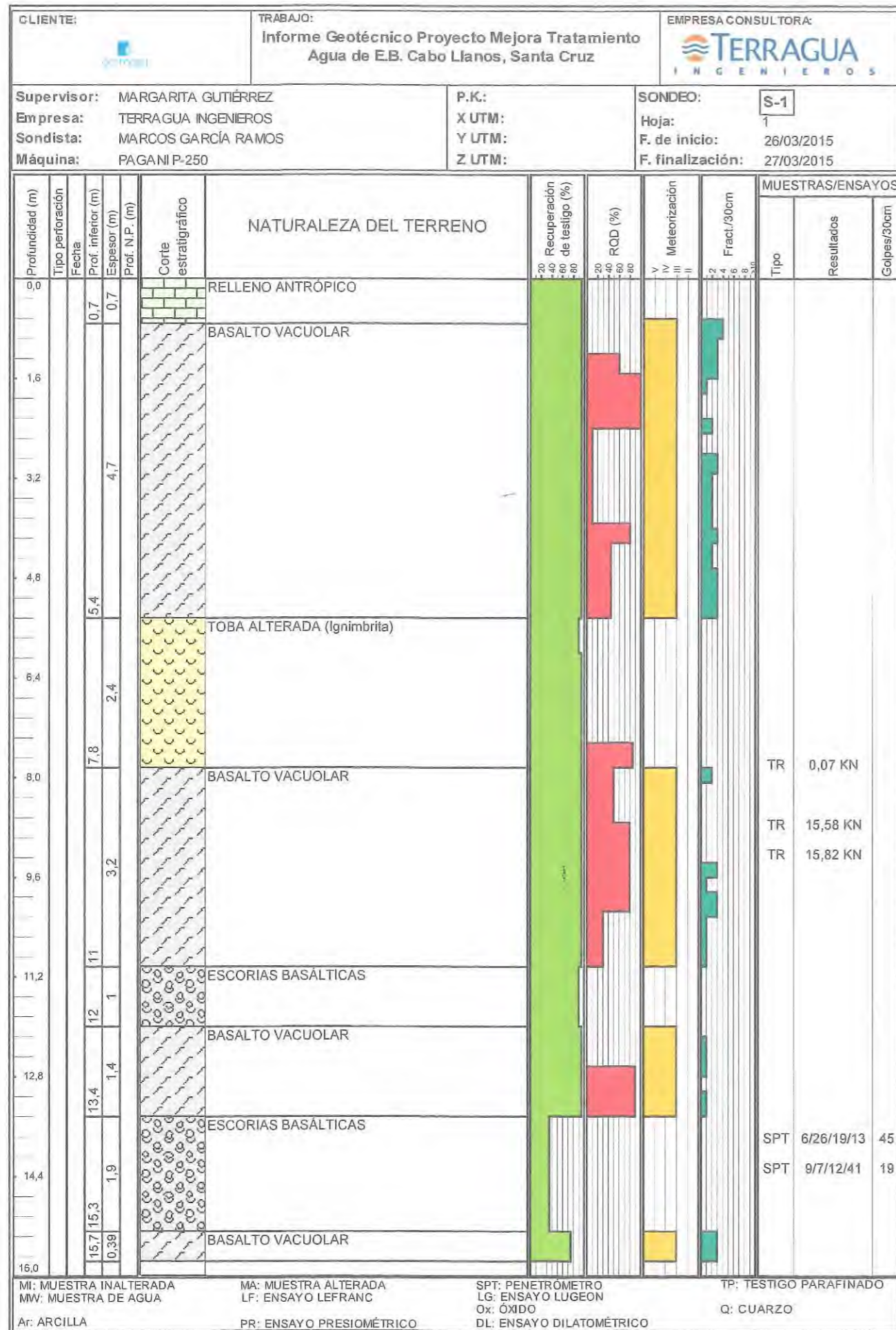
- Perfil 1
- Perfil 2
- Perfil 3

LEYENDA

- Relleno antrópico
- Basalto masivo
- Escorias basálticas
- Toba pumítica
- Arenas limosas gravas







ACTA DE ENSAYOS: EJECUCIÓN DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU

CÓDIGO ACTA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA	S-1
1700	15/15	15/04/2015	

CLIENTE: EMMASA

SITUACIÓN SONDEOS: Estación de Bombeo Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife

EQUIPO UTILIZADO: Pagani P-250

PERSONAL DE SONDEOS: Marcos García Ramos y David Valladares González

FECHA DE INICIO: 26/03/15 FECHA FINAL: 27/03/15

PROFUNDIDAD (m): 15,7
 ÁNG. INCLINACIÓN, °: 90
 CAJAS DE TESTIGOS: Total utilizado: 6
 Tipo: Cartón
 TUBERÍA DE P.V.C.:
 Diámetro, mm:
 Longitud, m:
 Tapa metálica:
 NIVEL FREÁTICO:
 Profundidad, m:

ENSAYOS Y MUESTRAS IN SITU									
PROFUNDIDAD m	SONDEO superior inferior	α mm	TIPO DE BATERIA	TIPO DE CORONA	α REVES-TIMIENTO	PROFUNDIDAD m		TIPO MUESTRA ENSAYO	RESULTADOS
						superior	inferior		
0,00	1,50	101	B	W	98				
1,50	11,00	85	T	D	84				
11,00	12,80	85	B	W	84				
12,80	13,40	75	B	W					
						13,40	14,00	SPT	6/26/19/13
						14,00	14,60	SPT	9/7/11/41
14,60	15,70	75	B	W					

- Tipo utensilio (XP P94-202):
 B Batería simple
 T Batería doble
 TT Batería triple
 TA Bat. doble avanzado
 TTA Bat. triple avanzado
 RP Rotapercusión
 H Helica
 EX Excavadora
- Tipo de cabeza:
 w vidia
 d diamante
 pni pala mecánica
 mn martillo neumático
- Tipo de ensayo:
 SPT P. estándar (UNE 103800/92)
 LF Permeabilidad LeFranc
 LG Permeabilidad Lugeon
 EB Ensayo de bombeo
- Tipo de muestra (XP P94-202):
 MI Tomamuestras pared gruesa
 SH Tomamuestras Shelby
 SHC Tom. Shelby con camisa
 SHP T. pared delg. y piston fijo
 BL M. en bloque (UNE 7371/73)
 TP Testigo parafinado
 TR Testigo representativo
 MR Muestra representativa (suelo)
 H2O Muestra agua (Anexo 6 EHE-98)

OBSERVACIONES:

VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez

Jose F

RESPONSABLE DEL ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez

Margarita

CLIENTE:		TRABAJO: Informe Geotécnico Proyecto Mejora Tratamiento Agua de E.B. Cabo Llanos, Santa Cruz		EMPRESA CONSULTORA: TERRAGUA INGENIEROS	
Supervisor: MARGARITA GUTIÉRREZ		P.K.:		SONDEO: S-2	
Empresa: TERRAGUA INGENIEROS		X UTM:		Hoja: 1	
Sondista: MARCOS GARCÍA RAMOS		Y UTM:		F. de inicio: 27/03/2015	
Máquina: PAGANI P-250		Z UTM:		F. finalización: 30/03/2015	

Profundidad (m)	Tipo perforación	Fecha	Prof. inferior (m)	Espesor (m)	Prof. N.P. (m)	Corte estratigráfico	NATURALEZA DEL TERRENO	Recuperación de testigo (%)	RQD (%)	Meteorización	Fract./30cm	MUESTRAS/ENSAYOS				
												Tipo	Resultados	Golpes/30cm		
0.0			0.8	0.8			RELLENO ANTRÓPICO									
1.6			1.7	1.7			BASALTO MASIVO									
3.2			2.5	0.6			ESCORIAS BASÁLTICAS									
4.8			3.1	0.6			BASALTO MASIVO									
6.4			6.2	3.1			TOBÁ ALTERADA (IGNIMBRITA)						SPT	37/48/50R	R	
8.0			7.45	1.25			ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS						MI	34/46/31/34	R	
9.6			9.1	1.65			BASALTO MASIVO						SPT	50R		
11.2			10.2	1.1			ESCORIAS BASÁLTICAS BASALTO MASIVO						SPT	11/50R	R	
12.8			12.4	0.4			ESCORIAS BASÁLTICAS BASALTO MASIVO						TR	17,21 KN		
14.4			14.3	1.9												
16.0																

MI: MUESTRA INALTERADA	MA: MUESTRA ALTERADA	SPT: PENETRÓMETRO	TP: TESTIGO PARAFINADO
MW: MUESTRA DE AGUA	LF: ENSAYO LEFRANC	LG: ENSAYO LUGEON	Ox: ÓXIDO
Ar: ARCILLA	PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO	Q: CUARZO

ACTA DE ENSAYOS: EJECUCIÓN DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU

CÓDIGO ACTA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
1701	15/15	15/04/2015

S-2

DATOS GENERALES

CLIENTE: EMMASA
SITUACIÓN SONDEOS: Estación de Bombeo Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife
EQUIPO UTILIZADO: Pagani P-250
PERSONAL DE SONDEOS: Marcos García Ramos y David Valladares González

FECHA DE INICIO: 27/03/15 FECHA FINAL: 30/03/15

PROFUNDIDAD (m): 14.3
ÁNG. INCLINACIÓN, °: 90
CAJAS DE TESTIGOS:
Total utilizado: 5
Tipo: Cartón
TUBERÍA DE P.V.C.:
Diámetro, mm:
Longitud, m:
Tapa metálica:
NIVEL FREÁTICO:
Profundidad, m:

ENSAYOS Y MUESTRAS IN SITU									
PROFUNDIDAD m	SONDEO		TIPO DE BATERIA	TIPO DE CORONA	REVERSES-TIMPERITO	PROFUNDIDAD m		TIPO MUESTRA ENSAYO	RESULTADOS
	superior	inferior				superior	inferior		
0.00	1.00	1.01	B	W	98				
1.00	6.40	85	T	W		6.40	6.70	SPT	37-48-50R
6.70	7.00	85	B	W		7.00	7.60	MI	34-46-31-34
7.60	8.80	86	B	W		8.80	8.90	SPT	50R
8.90	10.30	86	B	W		10.30	10.50	SPT	11-50R
10.50	14.30	86	B	W					

Tipo utensilio (XP P94-202):	B Batería simple T Batería doble TT batería triple TA Bat. doble avanzado TTA Bat. triple avanzado RP Rotoperforación H Helice EX Excavadora
Tipo de cabeza:	w vial d diamante pm pala mecánica mn martillo neumático
Tipo de ensayo:	SPT P. estándar (UNE 103800/92) LF Permeabilidad Lefranc LG Permeabilidad Lugeon EB Ensayo de bombeo
Tipo de muestra (XP P94-202):	M Tomamuestras pared gruesa SH Tomamuestras Shelby SHC Tom. Shelby con camisa SHP T. pared delg. y pistón ligo BL M. en bloque (UNE 7371/75) TP Testigo parafinado TR Testigo representativo MR Muestra representativa (suelta) H2O Muestra agua (Arreglo 5 EHE-98)

OBSERVACIONES:

VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez

Jose F

RESPONSABLE DEL ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez

Margarita

CLIENTE:		TRABAJO:		EMPRESA CONSULTORA:	
		Informe Geotécnico Proyecto Mejora Tratamiento Agua de E.B. Cabo Llanos, Santa Cruz		TERRAGUA INGENIEROS	
Supervisor: MARGARITA GUTIÉRREZ		P.K.:		SONDEO: S-3	
Empresa: TERRAGUA INGENIEROS		X UTM:		Hoja: 1	
Sondista: MARCOS GARCÍA RAMOS		Y UTM:		F. de inicio: 30/03/2015	
Máquina: PAGANI P-250		Z UTM:		F. finalización: 31/03/2015	

Profundidad (m)	Tipo perforación	Fecha	Prof. interior (m)	Espesor (m)	Prof. N.P. (m)	Corte estratigráfico	NATURALEZA DEL TERRENO	Recuperación de testigo (%)	RQD (%)	Meteorización	Fract./30cm	MUESTRAS/ENSAYOS				
												Tipo	Resultados	Golpes/30cm		
0,0			1,2		1,2		RELLENO ANTRÓPICO									
1,5			1,5		1,5		BASALTO MASIVO						SPT	50R		
3,2		2,7	2,9	0,2			ESCORIAS BASÁLTICAS									
		3,5	3,6	0,1			BASALTO MASIVO									
		3,8	3,9	0,1			ESCORIAS BASÁLTICAS									
		4,1	4,2	0,1			BASALTO MASIVO									
4,8		5,1	5,4	0,3			TOBA ALTERADA (IGNIMBRITA)									
6,4		8	8,7	0,7			ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS						MI	35/37/27/32	R	
8,0		8,7	8,7	0,0			BASALTO MASIVO						SPT	50R		
9,6					3								TR	16,23 KN		
													TR	8,99 KN		
													TR	50R		
11,2		11,7	11,7	0,0			ESCORIAS BASÁLTICAS						SPT	4/50R	R	
12,8					3								SPT	50R		
14,4		14,7	14,7	0,0			BASALTO MASIVO									
16,0		15	15	0,30												

MI: MUESTRA INALTERADA	MA: MUESTRA ALTERADA	SPT: PENETRÓMETRO	TP: TESTIGO PARAFINADO
MW: MUESTRA DE AGUA	LF: ENSAYO LEFRANC	LG: ENSAYO LUGEON	Ox: ÓXIDO
Ar: ARCILLA	PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO	Q: CUARZO

ACTA DE ENSAYOS: EJECUCIÓN DE SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS IN SITU

CÓDIGO ACTA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
1702	15/15	15/04/2015

S-3

DATOS GENERALES

CLIENTE: EMMASA
SITUACIÓN SONDEOS: Estación de Bombeo Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife
EQUIPO UTILIZADO: Pagani P-250
PERSONAL DE SONDEOS: Marcos García Ramos y David Valladares González

FECHA DE INICIO: 30/03/15 FECHA FINAL: 31/03/15

PROFUNDIDAD (m): 15
ÁNG. INCLINACIÓN, °: 90
CAJAS DE TESTIGOS: Total utilizado: 5
Tipo: Cartón
TUBERÍA DE P.V.C.: Diámetro, mm: 84
Longitud, m:
Tapa metálica:
NIVEL FREÁTICO: Profundidad, m:

ENSAYOS Y MUESTRAS IN SITU

PROFUNDIDAD m	SONDEO		TIPO DE BATERIA	TIPO DE CORONA	REVERTE	PROFUNDIDAD m		TIPO MUESTRA ENSAYO	RESULTADOS
	superior	inferior				superior	inferior		
0,00	1,20	101	B	W	98				
1,30	2,00	101	B	W	98	1,20	1,30	SPT	50R
2,00	6,00	85	B	W	84				
6,60	8,70	85	B	W	84	6,00	6,60	MI	35-37-27-32
8,71	10,50	86	B	W	84	8,70	8,71	SPT	50R
11,55	11,70	86	B	W	84	10,50	10,55	SPT	50R
11,90	12,90	86	B	W	84	11,70	11,90	SPT	7-50R
13,10	14,30	86	B	W	84	12,90	13,10	SPT	50R
14,30	15,00	76	T	W	84				

Tipo utensilio (XP P94-202):

- B Batería simple
- T Batería doble
- TT Batería triple
- TA Bat. doble avanzado
- TTA Bat. triple avanzado
- RP Rotoperforación
- H Helice
- EX Excavadora

Tipo de cabeza:

- w vitela
- d diamante
- pm pala mecánica
- mn martillo neumática

Tipo de ensayo:

- SPT P. estándar (UNE 103900/92)
- LF Permeabilidad Lefranc
- LG Permeabilidad Lugeon
- EB Ensayo de bombeo

Tipo de muestra (XP P94-202):

- MI Tomamuestras pared gruesa
- SH Tomamuestras Shelby
- SHC Tom. Shelby con camisa
- SHP T. pared delg. y presión ligo
- BL M. en bloque (UNE 7371/75)
- TP Testigo parafinado
- TR Testigo representativo
- MR Muestra representativa (suelta)
- H2O Muestra agua (Anejo 5 EHE-98)

OBSERVACIONES:

VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez

Jose F

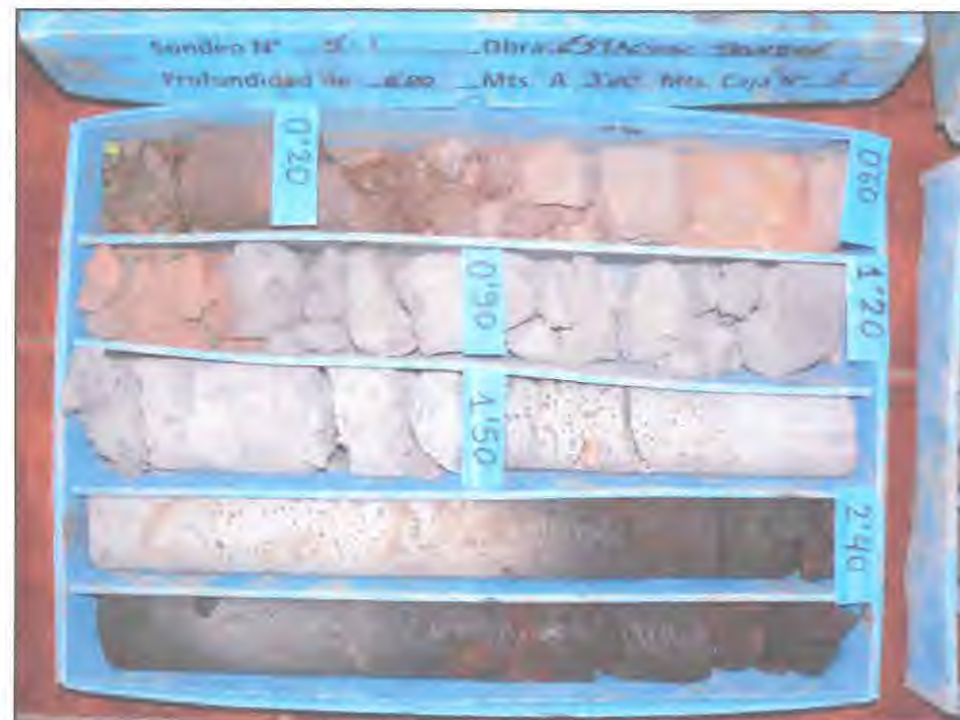
RESPONSABLE DEL ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez

Margarita

SONDEO S-1

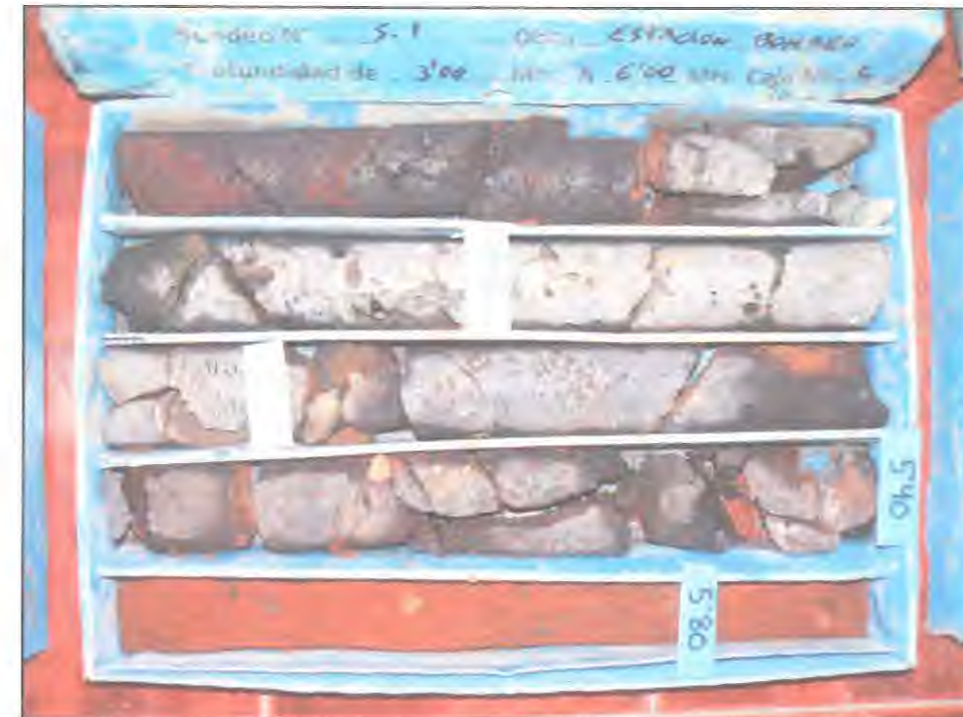


Emplazamiento del sondeo S-1



CAJA 1. De 0,00 a 3,00 m.

SONDEO S-1



CAJA 2. De 3,00 a 6,00 m.

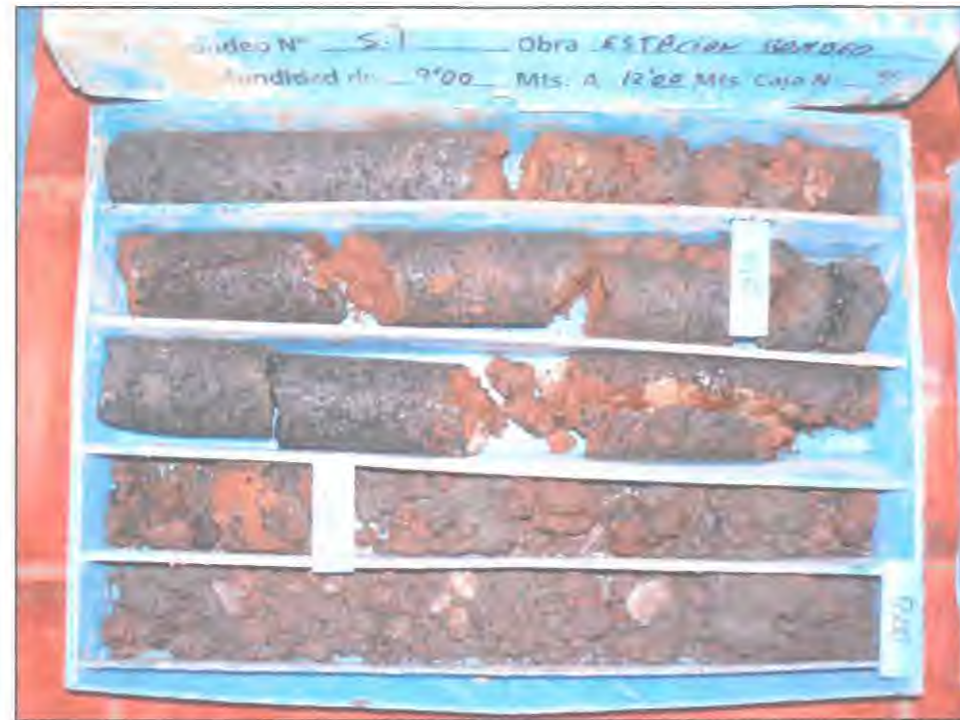


CAJA 3. De 6,00 a 9,00 m.

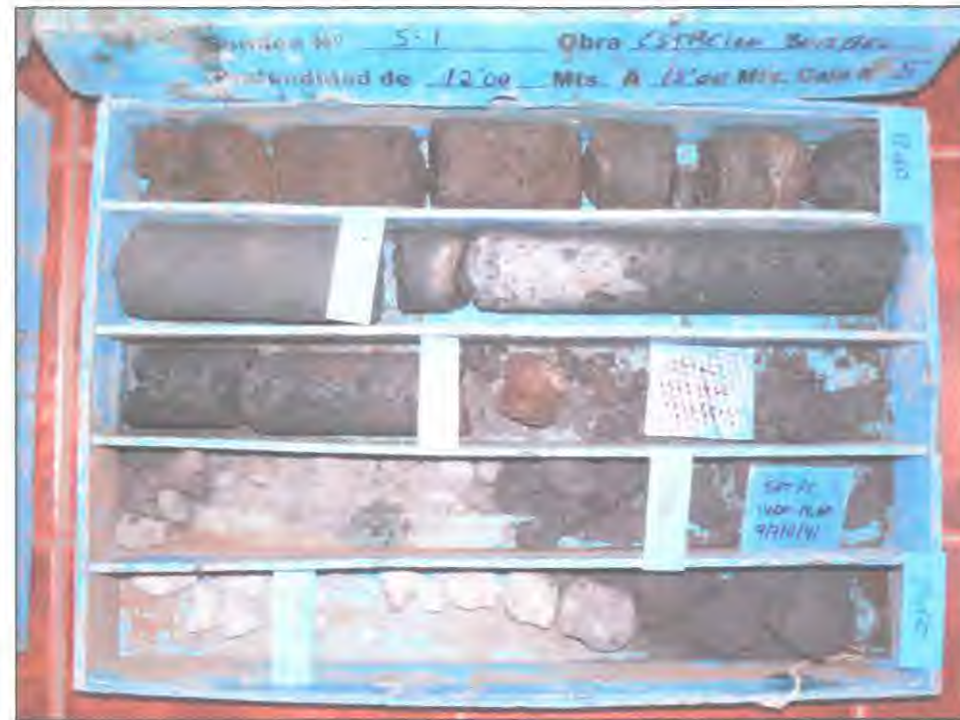
Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

SONDEO S-1



CAJA 4. De 9,00 a 12,00 m.



CAJA 5. De 12,00 a 15,00 m.

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

SONDEO S-1



CAJA 6. De 15,00 a 15,70 m.

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

SONDEO S-2

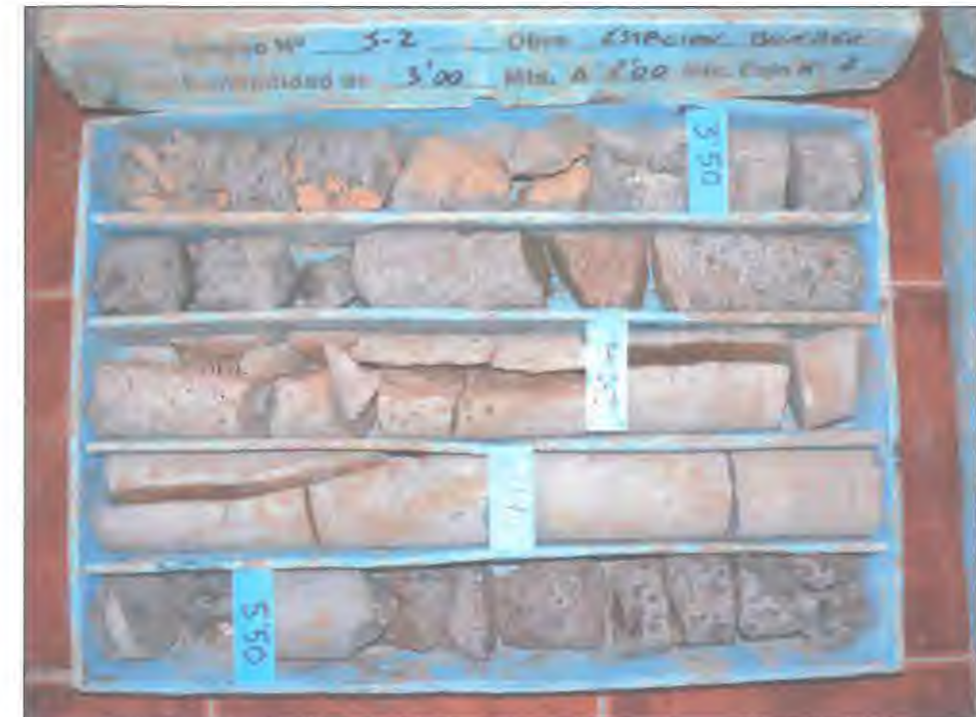


Emplazamiento del sondeo S-2



CAJA 1. De 0,00 a 3,00 m.

SONDEO S-2



CAJA 2. De 3,00 a 6,00 m.



CAJA 3. De 6,00 a 9,00 m.

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

SONDEO S-2



CAJA 4. De 9,00 a 12,00 m.



CAJA 5. De 12,00 a 14,30 m.

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

SONDEO S-3



Emplazamiento del sondeo S-3



CAJA 1. De 0,00 a 3,00 m.

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

SONDEO S-3



CAJA 2. De 3,00 a 6,00 m.

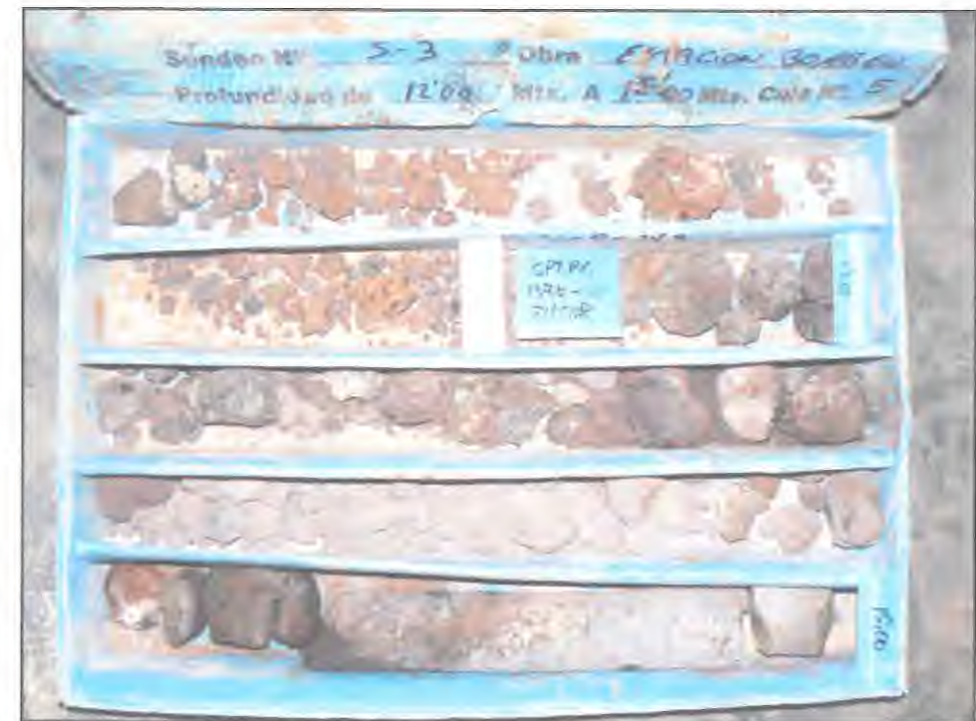


CAJA 3. De 6,00 a 9,00 m.

SONDEO S-3



CAJA 3. De 9,00 a 12,00 m.



CAJA 5. De 12,00 a 15,00 m.

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

Empresa consultora: 	Cliente: 	Trabajo: Informe Geotécnico del Anteproyecto de Mejora del Tratamiento del Agua de la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Cabo Llanos	Anejo 5: Informe de Sondeos	Fecha: Abril 2015
-------------------------	--------------	--	--------------------------------	----------------------

**ACTA DE RESULTADOS. TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS CON
TOMAMUESTRAS DE PARED GRUESA CON ESTUCHE INTERIOR
(NORMA XP P94-202)**

CÓDIGO ACTA	REF. OBRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
1705	15/15	15/15	7/04/15

Cliente: IRCARE CANARIAS S.L.
Lugar del ensayo: Estación de Bombeo de Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife
Fecha del ensayo: 26-30/03/15
Personal auxiliar: Marcos García Ramos y David Valladares
Masa golpeo = 63,5 Kg Altura de caída= 760 mm

Sondeo	Profundidad (m)	GOLPEO	N ₃₀
S-2	7.00-7.60	34-46-31-34	77
S-3	6.00-6.60	35-37-27-32	64

VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez



RESPONSABLE ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez



Los resultados obtenidos se refieren únicamente a los tramos de suelos ensayados.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS. ENSAYOS SPT (NORMA UNE-EN-ISO 22476-3:2006)

CÓDIGO ACTA	REF. OBRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
1704	15/15	15/15	07/04/15

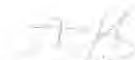
Cliente: IRCARE CANARIAS S.L.
Lugar del ensayo: Estación de Bombeo de Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife
Fecha del ensayo: 26-30/03/15
Personal auxiliar: Marcos García Ramos y David Valladares
Masa golpeo = 63,5 Kg Altura de caída= 760 mm

Sondeo	Profundidad (m)	GOLPEO	N ₃₀
S-1	13.40-14.00	6-26-19-13	32
	14.00-14.60	9-7-12-41	19
S-2	6.40-6.70	37-48-50R	R
	8.80-8.90	50R	R
	10.30-10.50	11-50R	R
S-3	1.20-1.30	50R	R
	8.60-8.70	50R	R
	10.50-10.55	50R	R
	11.70-11.90	7-50R	R
	12.90-13.10	50R	R

VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez



RESPONSABLE ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez



Los resultados obtenidos se refieren únicamente a los tramos de suelos ensayados. Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

DATOS GENERALES

Cliente: EMMASA
Nº Expediente: 15/15
Nº muestra: 2015/093

DATOS DE LA MUESTRA

Situación: Estación de Bombeo Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife
Profundidad: 7,00 - 7,60 m (S-2)

Tipo de muestra: Cilíndrica
Dimensiones de la muestra:
Diámetro: 5,5 cm.
Longitud: 46 cm.

Fecha de toma: 30/03/2015 Fecha de recepción: 30/03/2014 Fecha de apertura: 06/04/2015

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Descripción

Se aprecian dos niveles:
De 7.00 a 7.45 toba alterada de color marrón claro (suelo arenoso sin cohesión)
De 7.45 a 7.60 arenas limosas con gravas basálticas

FOTOGRAFÍA



VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez

Jose F

RESPONSABLE ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez

Margarita

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS

CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN EL S.U.C.S. (ASTM-D 2487/00)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL666	2015/093	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ TENERIFE
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 06 al 07/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-2
Profundidad: 7,00 - 7,60 m.
Fecha de muestreo: 30/03/2015

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:1995)

CÁLCULOS PREVIOS

Letra	Descripción	Valor (g)
A	Muestra total seca al aire (g)	1065
B	Muestra total retenida sobre el tamiz de 20 mm, lavada y seca (g)	174
C	Porción que pasa por el tamiz de 20 mm, seca al aire ensayada (g)	891
D	Muestra retenida entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	264,4
E = D x f _i	Muestra total entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	264,40
F = B + E	Muestra total retenida en el tamiz de 2 mm lavada y seca (g)	438,40
G	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada secada al aire (g)	116,311
H = G x f	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada y seca (g)	104,53
J = (A-F) x f	Muestra total que pasa por el tamiz de 2 mm seca (g)	563,14
K = F + J	Muestra total seca (g)	1001,54

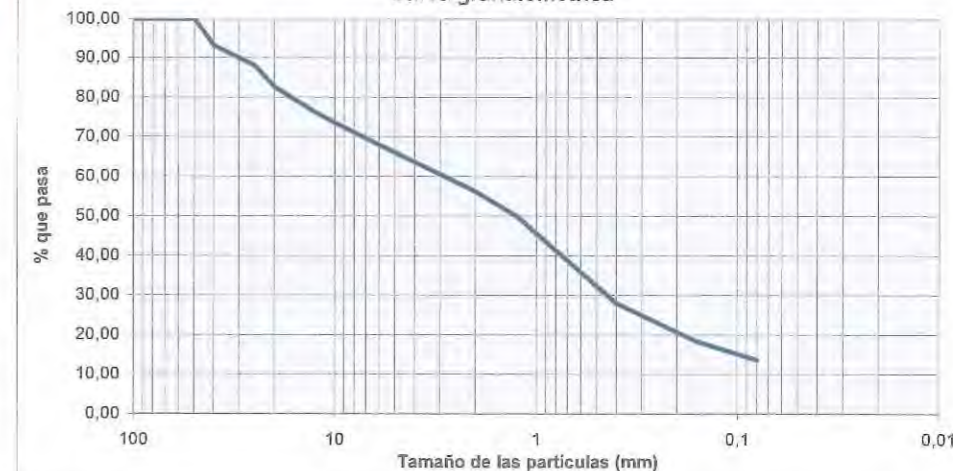
HUMEDAD HIGROSCÓPICA

Variable	Descripción	Valor
W = (a/s)x100	Humedad higroscópica	11,27
--	Referencia tara	0,00
a	Agua (g)	3,35
t + s + a	tara + suelo + agua (g)	50,77
t + s	tara + suelo (g)	47,43
t	tara (g)	17,75
s = (t+s) - t	suelo (g)	29,68
f = 100/(100+W)	Factor de corrección	0,899

GRANULOMETRÍA

Tamiz UNE (mm)	Pasa (%)
100	100,00
80	100,00
63	100,00
50	100,00
40	93,15
25	88,00
20	82,63
12,5	76,17
10	73,64
6,3	68,49
5	66,03
2	56,23
1,25	49,97
0,4	28,01
0,16	18,39
0,08	13,66

Curva granulométrica



VºBº EL DIRECTOR

Jose F

JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Margarita

MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS
CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN EL S.U.C.S. (ASTM-D 2487/00)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL666	2015/093	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ TENERIFE
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 06 al 07/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-2
Profundidad: 7,00 - 7,60 m.
Fecha de muestreo: 30/03/2015

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 Y UNE 103104:1993)

Límite líquido:	--
Límite plástico:	No plástico
Índice de plasticidad:	No plástico

Distribución granulométrica según ASTM-D 2487/00

Bloques		Más de 300 mm	0,00%
Cantos		De 75 a 300 mm	0,00%
Gravas	33,97%	gruesas De 19 a 75 mm	17,37%
		finas De 4,75 a 19 mm	16,59%
Arenas	52,38%	gruesas De 2 a 4,75 mm	9,80%
		medias De 0,425 a 2 mm	28,22%
		finas De 0,080 a 0,425 mm	14,35%
Limos y arcillas		Menos de 0,080 mm	13,66%

Coefficiente de uniformidad ($C_u = D_{60}/D_{10}$)	75,00
Coefficiente de concavidad ($C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$)	1,69

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM)

VºBº EL DIRECTOR

Josef

JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Marg

MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE LA ESTUFA (UNE 103300:1993)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL665	2015/093	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 06/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-2
Profundidad: 7,00 - 7,60 m.
Fecha de muestreo: 30/03/2015

RESULTADOS

Parámetro	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Referencia tara	-	25	24	17
Tara (g)*	M_1	17,555	17,631	17,694
Tara+suelo+agua (g)	M_2	46,62	48,679	59,305
Tara+suelo (g)	M_3	38,748	40,603	48,561
Agua (g)	$M_2 - M_3$	7,872	8,076	10,744
Suelo (g)	$M_3 - M_1$	21,193	22,972	30,867
Humedad (%)	$(M_2 - M_3) / (M_3 - M_1) * 100$	37,14	35,16	34,81
HUMEDAD MEDIA (%):		35,70		

VºBº EL DIRECTOR

Josef

JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Marg

MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO (UNE 103201:1996)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL667	2015/093	15/15	10/04/2014

Obra:	MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ
Cliente:	EMMASA
Fecha de ensayo:	07 al 08/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material:	Suelo	Fecha de muestreo:	30/03/2015
Situación:	S-2		
Profundidad:	7,00 - 7,60 m		

DATOS DEL ENSAYO

Peso de la muestra ensayada (Ms) (g)	14,991
Pasa por el tamiz 2 UNE (%)	56,2
Volumen solución analizada (Vsa) (ml)	250
Volumen solución en el frasco (Vs) (ml)	500
Masa del crisol vacío (Mc) (g)	77,326
Masa del crisol después de calcinar (Mcc) (g)	77,327

RESULTADOS

Parámetro	Símbolo	Valor
Masa del suelo analizado (g)	$Mm = Vsa/Vs \times Ms$	7,496
Masa del precipitado de BaSO ₄ (g)	$Mp = Mcc - Mc$	0,001
Contenido en SO ₄ (mg/kg SO ₄)	$MSO_4 = Mp/Mm \times 0,416 \times 10^6$	31,19
Contenido en SO ₃ (mg/kg SO ₃)	$MSO_3 = Mp/Mm \times 0,34299 \times 10^6$	25,72
Porcentaje SO ₄ (%)	$Mp/Mm \times 0,416 \times 100$	0,003
Porcentaje SO ₃ (%)	$Mp/Mm \times 0,34299 \times 100$	0,003

VºBº EL DIRECTOR

Josef

JOSE FELICIANO GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE ÁREA

Margarita

MARGARITA GUTIERREZ GONZALEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

Página 1 de 1

APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRA

DATOS GENERALES

Cliente: EMMASA
Nº Expediente: 15/15
Nº muestra: 2015/094

DATOS DE LA MUESTRA

Situación: Estación de Bombeo Cabo Llanos, Santa Cruz de Tenerife
Profundidad: 6,00 - 6,60 m (S-3)

Tipo de muestra: Cilíndrica
Dimensiones de la muestra:
Diámetro: 5,5 cm.
Longitud: 60 cm.

Fecha de toma: 31/03/2015 Fecha de recepción: 31/03/2014 Fecha de apertura: 06/04/2015

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Descripción

Suelo arenoso de color marrón con fragmentos de pómez de pequeño tamaño dispersos (toba alterada)

FOTOGRAFÍA



VºBº DIRECTOR
José F. Gutiérrez Glez

Josef

RESPONSABLE ÁREA
Margarita Gutiérrez Glez

Margarita

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

Página 1 de 1

IT-GTL-FA01 Ed.1

ACTA DE RESULTADOS

CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN EL S.U.C.S. (ASTM-D 2487/00)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL670	2015/094	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ TENERIFE
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 06 al 07/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-3
Profundidad: 6,00 - 6,60 m.
Fecha de muestreo: 31/03/2015

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:1995)

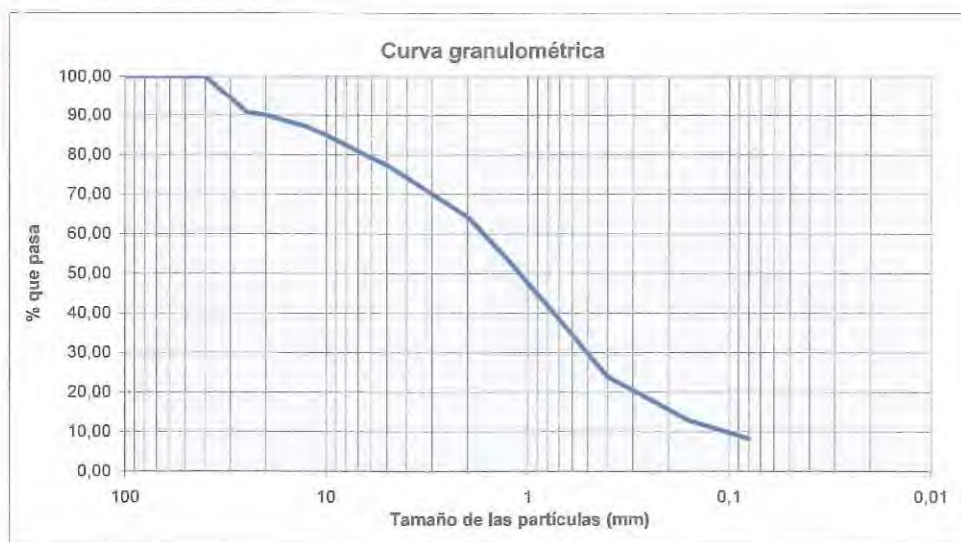
CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire (g)	1748,6
B	Muestra total retenida sobre el tamiz de 20 mm, lavada y seca (g)	152,4
C	Porción que pasa por el tamiz de 20 mm, seca al aire ensayada (g)	1595,4
D	Muestra retenida entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	389,6
E = D x f _i	Muestra total entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	389,80
F = B + E	Muestra total retenida en el tamiz de 2 mm lavada y seca (g)	542,20
G	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada secada al aire (g)	94,766
H = G x f	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada y seca (g)	77,02
J = (A-F) x f	Muestra total que pasa por el tamiz de 2 mm seca (g)	980,46
K = F + J	Muestra total seca (g)	1522,66

HUMEDAD HIGROSCÓPICA

W = (a/s)x100	Humedad higroscópica	23,04
--	Referencia tara	0,00
a	Agua (g)	4,25
t + s + a	tara + suelo + agua (g)	40,25
t + s	tara + suelo (g)	36,00
t	tara (g)	17,56
s = (t+s) - t	suelo (g)	18,44
f = 100/(100+W)	Factor de corrección	0,813

Tamiz UNE (mm)	Pasa (%)
100	100,00
80	100,00
63	100,00
50	100,00
40	100,00
25	90,88
20	89,99
12,5	87,17
10	85,00
6,3	79,73
5	77,46
2	64,39
1,25	53,49
0,4	23,96
0,16	12,96
0,08	8,30



VºBº EL DIRECTOR

Jose/f

JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Marg

MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS

CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN EL S.U.C.S. (ASTM-D 2487/00)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL670	2015/094	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ TENERIFE
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 06 al 07/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-3
Profundidad: 6,00 - 6,60 m.
Fecha de muestreo: 31/03/2015

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 Y UNE 103104:1993)

Limite líquido:	--
Limite plástico:	No plástico
Índice de plasticidad:	No plástico

Distribución granulométrica según ASTM-D 2487/00

Bloques		Más de 300 mm	0,00%
Cantos		De 75 a 300 mm	0,00%
Gravas	22,54%	gruesas De 19 a 75 mm	10,01%
		finas De 4,75 a 19 mm	12,53%
Arenas	69,16%	gruesas De 2 a 4,75 mm	13,07%
		medias De 0,425 a 2 mm	40,43%
		finas De 0,080 a 0,425 mm	15,66%
Limos y arcillas		Menos de 0,080 mm	8,30%

Coefficiente de uniformidad (Cu = D ₆₀ /D ₁₀)	17,00
Coefficiente de concavidad (Cc = D ₃₀ ² /(D ₆₀ *D ₁₀))	159,06

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ARENA MAL GRADUADA CON LIMO Y GRAVA (SP-SM)

VºBº EL DIRECTOR

Jose/f

JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Marg

MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE LA ESTUFA (UNE 103300:1993)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL669	2015/094	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 06/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-3
Profundidad: 6,00 - 6,60 m
Fecha de muestreo: 31/03/2015

RESULTADOS

Parámetro	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Referencia tara	-	29	21	14
Tara (g)*	M ₁	17,75	17,562	17,746
Tara+suelo+agua (g)	M ₂	50,745	46,876	44,546
Tara+suelo (g)	M ₃	38,168	36,07	34,135
Agua (g)	M ₂ - M ₃	12,577	10,806	10,411
Suelo (g)	M ₃ - M ₁	20,418	18,508	16,389
Humedad (%)	$(M_2 - M_3) / (M_3 - M_1) \times 100$	61,60	58,39	63,52
HUMEDAD MEDIA (%):		61,17		

VºBº EL DIRECTOR

Jose/F
JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Marg
MARGARITA GUTIERREZ GONZALEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS
CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN EL S.U.C.S. (ASTM-D 2487/00)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL671	2015/095	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ TENERIFE
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 07 al 08/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-2
Profundidad: 7,80 - 9,10
Fecha de muestreo: 31/03/2015

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101:1995)

CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire (g)	6622
B	Muestra total retenida sobre el tamiz de 20 mm, lavada y seca (g)	660,5
C	Porción que pasa por el tamiz de 20 mm, seca al aire ensayada (g)	3081,7
D	Muestra retenida entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	515
E = D x f ₁	Muestra total entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	996,26
F = B + E	Muestra total retenida en el tamiz de 2 mm lavada y seca (g)	1656,76
G	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada secada al aire (g)	118,997
H = G x f	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada y seca (g)	98,17
J = (A-F) x f	Muestra total que pasa por el tamiz de 2 mm seca (g)	4096,09
K = F + J	Muestra total seca (g)	5752,85

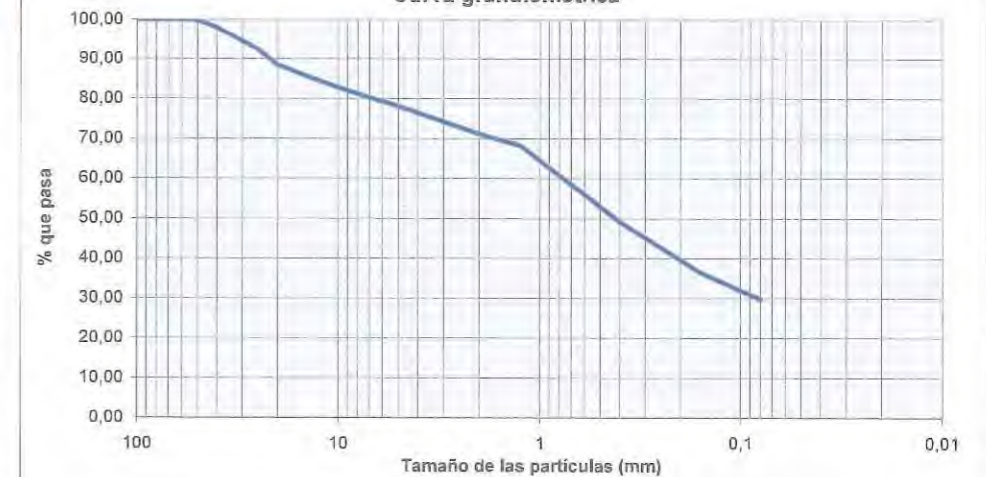
HUMEDAD HIGROSCÓPICA

W = (a/s)x100	Humedad higroscópica	21,22
--	Referencia tara	0,00
a	Agua (g)	5,52
t + s + a	tara + suelo + agua (g)	49,10
t + s	tara + suelo (g)	43,58
t	tara (g)	17,56
s = (t+s) - t	suelo (g)	26,02
f = 100/(100+W)	Factor de corrección	0,825

GRANULOMETRIA

Tamiz UNE (mm)	Pasa (%)
100	100,00
80	100,00
63	100,00
50	100,00
40	98,04
25	92,38
20	88,52
12,5	84,61
10	82,91
6,3	79,65
5	78,17
2	71,20
1,25	68,38
0,4	49,23
0,16	36,64
0,08	29,76

Curva granulométrica



VºBº EL DIRECTOR

Jose/F
JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Marg
MARGARITA GUTIERREZ GONZÁLEZ

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin consentimiento expreso de TERRAGUA INGENIEROS S.L.N.E.

ACTA DE RESULTADOS
CLASIFICACIÓN DE UN SUELO SEGÚN EL S.U.C.S. (ASTM-D 2487/00)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL671	2015/095	15/15	09/04/2015

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ TENERIFE
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 07 al 08/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-2
Profundidad: 7,80 - 9,10
Fecha de muestreo: 31/03/2015

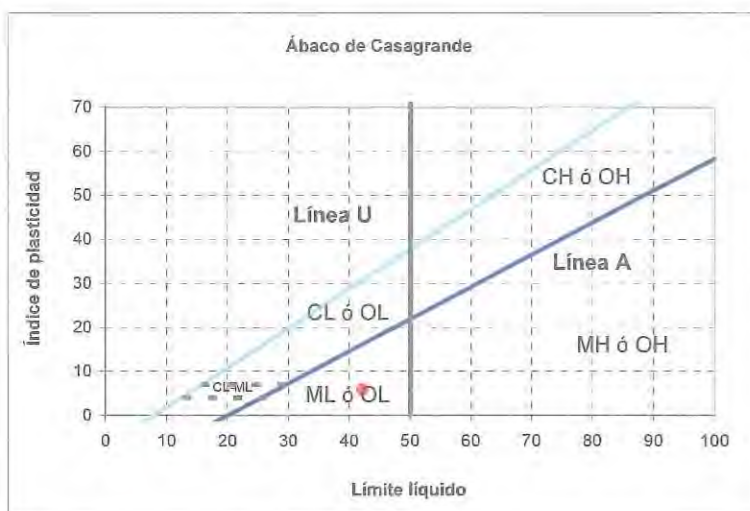
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 Y UNE 103104:1993)

Límite líquido:	42,15
Límite plástico:	36,24
Índice de plasticidad:	5,91

Distribución granulométrica según ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm	0,00%	
Cantos	De 75 a 300 mm	0,00%	
Gravas	21,83%	gruesas De 19 a 75 mm	11,48%
		finas De 4,75 a 19 mm	10,35%
Arenas	48,41%	gruesas De 2 a 4,75 mm	6,97%
		medias De 0,425 a 2 mm	21,97%
		finas De 0,080 a 0,425 mm	19,47%
Limos y arcillas	Menos de 0,080 mm	29,76%	

Coefficiente de uniformidad ($C_u = D_{60}/D_{10}$)	750,00
Coefficiente de concavidad ($C_c = D_{30}^2 / (D_{60} \cdot D_{10})$)	0,09



VºBº EL DIRECTOR

Josef
JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Margarita
MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM)

ACTA DE RESULTADOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO (UNE 103201:1996)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL672	2015/095	15/15	10/04/2014

Obra: MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LA E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ
Cliente: EMMASA
Fecha de ensayo: 08 al 09/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-2
Profundidad: 7,80 - 9,10 m
Fecha de muestreo: 30/03/2015

DATOS DEL ENSAYO

Peso de la muestra ensayada (Ms) (g)	15,157
Pasa por el tamiz 2 UNE (%)	71,2
Volumen solución analizada (Vsa) (ml)	250
Volumen solución en el frasco (Vs) (ml)	500
Masa del crisol vacío (Mc) (g)	75,612
Masa del crisol después de calcinar (Mcc)	75,616

RESULTADOS

Parámetro	Símbolo	Valor
Masa del suelo analizado (g)	$M_m = V_{sa}/V_s \times M_s$	7,579
Masa del precipitado de BaSO ₄ (g)	$M_p = M_{cc} - M_c$	0,004
Contenido en SO ₄ (mg/kg SO ₄)	$MSO_4 = M_p/M_m \times 0,416 \times 10^6$	156,33
Contenido en SO ₃ (mg/kg SO ₃)	$MSO_3 = M_p/M_m \times 0,34299 \times 10^6$	128,90
Porcentaje SO ₄ (%)	$M_p/M_m \times 0,416 \times 100$	0,016
Porcentaje SO ₃ (%)	$M_p/M_m \times 0,34299 \times 100$	0,013

VºBº EL DIRECTOR

Josef
JOSE FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Margarita
MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

ACTA DE RESULTADOS

DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS AL HORMIGÓN (EHE 98 - ANEJO 5)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL663	2015/086	15/15	01/04/2015

Obra:	
Cliente:	
Fecha de ensayo:	01/04/2015

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de agua:	Subterránea	Descripción del agua:	
Punto de recogida:	S-1	Profundidad de muestreo (m):	8,0 - 9,0
Temperatura (°C):	-	Fecha de muestreo:	30/03/2015
Nivel de agua freática (m):	8,0	Altura piezométrica:	

RESULTADOS ANALISIS		GRADO DE AGRESIVIDAD		
Parámetro	Resultado	Débil	Medio	Fuerte
pH	8	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
Magnesio (Mg ²⁺) (mg/l)	8,8	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	<0,044	15 - 30	30 - 60	> 60
Sulfato (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	577,4	200 - 600	600 - 3000	> 3000
CO ₂ (mg/l)	1,8	15 - 40	40 - 100	> 100
Residuo seco (mg/l)	4350	> 150	150 - 50	< 50

EVALUACIÓN

El agua es de **agresividad débil** para el hormigón

OBSERVACIONES

VºBº EL DIRECTOR

Jose/F

JOSE FELICIANO GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Margarita

MARGARITA GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL DIRECTOR

Jose/F

JOSE FELICIANO GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA

Margarita

MARGARITA GUTIERREZ GONZALEZ

ACTA DE RESULTADOS


ENSAYO DE CARGA PUNTUAL SEGÚN NORMA UNE 22950-5

ACTA	OBRA	EXPTE.	FECHA ACTA
GTL673	15/15	15/15	09/04/2015

Obra:	MEJORA TRATAMIENTO DEL AGUA EN E.B. CABO LLANOS, SANTA CRUZ
Cliente:	EMMASA
Fecha de ensayo:	08/04/2015

RESULTADOS - ENSAYO DIAMETRAL

Sondeo	Prof. (m)	L (mm)	D (mm)	D' (mm)	Litolito	P (kN)	I _s (kp/cm ²)	I _{s(50)} (kp/cm ²)	Factor correl. K	Resistencia δ (kp/cm ²)
S-1	7,64-7,76	120	67	64	IGNIMBRITA	0,07	0,17	0,19	9	1,69
S-1	8,70-9,00	300	71	67	BASALTO VACUOLAR	15,58	33,40	38,60	14	540,43
S-1	9,00-9,30	300	71	67	BASALTO VACUOLAR	15,82	33,91	39,20	14	548,76
S-2	11,68-12,00	320	71	66	BASALTO VACUOLAR	17,21	37,45	43,14	14	603,97
S-3	9,30-9,60	300	71	66	BASALTO VACUOLAR	16,23	35,32	40,68	14	569,58
S-3	9,90-10,20	300	71	65	BASALTO VACUOLAR	8,99	19,87	22,80	14	319,25

	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	Fecha:17/04/15
	ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS	Página 1 de 4

1. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE HUNDIMIENTO DE LOS SUELOS

Para el cálculo de la carga de hundimiento de los suelos identificados en la parcela se utilizó la fórmula general de Brich Hansen con un coeficiente de seguridad de 3:

$$Q_h = C \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

Donde:

C = cohesión.

N_c, N_q y N_γ son factores de carga que dependen del ángulo de rozamiento interno.

s_c, s_q y s_γ son factores de influencia que dependen de la forma en planta de la zapata.

i_q, i_c, i_γ factores que dependen de la inclinación de carga.

q = sobrecarga sobre el nivel de cimentación = γ x H = densidad aparente por altura de excavación.

B = ancho de la zapata.

γ = peso específico efectivo del terreno.

La tensión de hundimiento estimada para una zapata de 22 x 11 m es superior a 10 kp/cm².

2. CÁLCULO DE ASIENTOS

Para una cimentación rectangular de dimensiones B x L puesta en la superficie de un semiespacio elástico la ecuación de cálculo es la siguiente (Timoshenko e Goodier, 1951):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

donde:

q₀ = Carga

B' = Ancho mínimo de la zapata,


E y μ = Parámetros elásticos del terreno.

I_i = Coeficientes de influencia dependientes de: L'/B', espesor del estrato H, coeficiente de Poisson m, profundidad del nivel de cimentación D

Los coeficientes I₁ y I₂ se pueden calcular utilizando las ecuaciones de Steinbrenner (1934) (V. Bowles), en función de la relación L'/B' y H/B, utilizando B'=B/2 y L'=L/2 para los coeficientes relativos al centro y B'=B y L'=L para los coeficientes relativos al borde.

El coeficiente de influencia I_F deriva de las ecuaciones de Fox (1948), que indican el asiento se reduce con la profundidad en función del coeficiente de Poisson y de la relación L/B.

Para simplificar la ecuación (1) se introduce el coeficiente IS:

	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	Fecha:17/04/15
	ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS	Página 2 de 4

$$I_S = I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2$$

El asentamiento del estrato de espesor H vale:

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} I_S I_F$$

Para aproximar mejor los asientos se subdivide la base de apoyo de manera que el punto se encuentre en correspondencia con un ángulo externo común a varios rectángulos. En práctica se multiplica por un factor igual a 4 para el cálculo de los asentamientos en el centro y por un factor igual a 1 para los asentamientos en el borde.

El asiento estimado para una losa de 22 x 11 m bajo una carga de 3.0 kp/cm² es de 11.6 mm.

3. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE HUNDIMIENTO DE LAS ROCAS

Para el cálculo de la tensión admisible de hundimiento de la ignimbrita identificada en el subsuelo de la parcela se utilizó el método de Serrano y Olalla (1994 y 1996)

3.1. Tensión hundimiento del basalto

a) Datos de partida

σ _c =	Resistencia a la compresión simple de la roca.
RMR =	Clasificación geomecánica de la roca según Bieniawski.
m ₀ =	Coficiente de Hoek y Brown, su valor depende del tipo de roca.
i ₁ =	Inclinación de la carga sobre la cimentación.
σ ₁ =	Peso del terreno exterior a la cimentación si está enterrada.
γ =	Peso específico del material por encima de la superficie de cimentación
H =	Altura de tierras por encima de la superficie de cimentación

$$\sigma_c = 51,64 \text{ MPa}$$

$$\text{RMR} = 47$$


$$m_0 = 20$$

$$i_1 = 0$$

$$\gamma = 0 \text{ KN/m}^3$$

$$H = 0 \text{ m}$$

$$\sigma_1 = H \times \gamma = 0 \text{ KN/m}^2 = 0 \text{ MPa (no se considera sobrecarga).}$$

	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 3 de 4

b) Cálculo de la carga de hundimiento

Se calculan los parámetros m y s, siendo a = 28 y b = 9 valores dados por el método de Serrano y Olalla para rocas no perturbadas.

$$m = m_0 \exp \frac{RMR - 100}{a}$$

$$s = \exp \frac{RMR - 100}{b}$$

Por tanto:

$$m = 3.013$$

$$s = 0.0028$$

Se calculan los parámetros β y ζ :

$$\beta = \frac{m \sigma_c}{8} ; \quad \beta = 19.448 \text{ MPa}$$

$$\zeta = \frac{8 \cdot s}{m^2} ; \quad \zeta = 0.002 \text{ MPa}$$

Se calcula la carga exterior adimensional normalizada:

$$\sigma_{01}^{\#} = \frac{\sigma_1}{\beta} + \zeta$$

$$\sigma_{01}^{\#} = 0.0025$$


Con este valor, se obtiene gráficamente $N_{\beta} = 3$

Ahora se calcula la carga de hundimiento por la ecuación:

$$\sigma_h = \beta \cdot (N_{\beta} - \zeta)$$

$$\sigma_h = 19.448 \times (3 - 0.002)$$

$$\sigma_h = 58.30 \text{ MPa}$$

	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	Fecha: 17/04/15
	<i>"ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABO LLANOS"</i>	Página 4 de 4

c) Determinación del coeficiente de seguridad y carga admisible

El coeficiente de seguridad según Serrano y Olalla (1996) es:

$$F = F_p \cdot F_m$$

Donde,

F_p = Coeficiente de seguridad de los parámetros (se obtiene gráficamente)

F_m = Coeficiente de seguridad del modelo (valor tabulado)

En este caso, $F_p = 30$ y $F_m = 5$. Por tanto, el coeficiente de seguridad es $F = 150$

Finalmente la carga admisible por hundimiento en el basalto es:

$$\sigma_{adh} = \frac{\sigma_h}{F} ; \quad \sigma_{adh} = 0,389 \text{ MPa} \approx \underline{3,89 \text{ kp/cm}^2}$$