

ANEJO 06

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

1. OBJETO	2
2. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO.....	2
3. GEOLOGÍA.....	3
3.1. MARCO GEOLÓGICO GENERAL.....	3
3.2. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE EL HIERRO.....	4
3.3. ZONA GEOLÓGICA DE ESTUDIO	6
3.4. NIVEL FREÁTICO.....	8
4. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO.....	8
5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO	8
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	9

APÉNDICE 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO

Índice Tablas

Figura 1. Geología de la Isla de El Hierro	2
Figura 2. Geología simplificada de la isla de El Hierro (Guillou et al., 1996; Carracedo, 2011).....	5

1. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto describir la geología y geotecnia del Valle de El Golfo, valle donde se emplazan las obras descritas en el presente proyecto de actualización y mejora de la Red de Riego del Valle de El Golfo.

Para realizar la mencionada descripción se cuenta con la información bibliográfica disponible de la zona de estudio, los estudios previos que se han realizado en la zona de afección, y el estudio geotécnico realizado para el presente proyecto.

2. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

La actual Red de Riego del Valle del Golfo, la cual se propone desglosar en el presente proyecto en 3 subredes o zonas. Estas están íntegramente ubicadas en el valle de El Golfo, comprendiéndose la zona regable entre las cotas 190 hasta una cota próxima al nivel del mar.

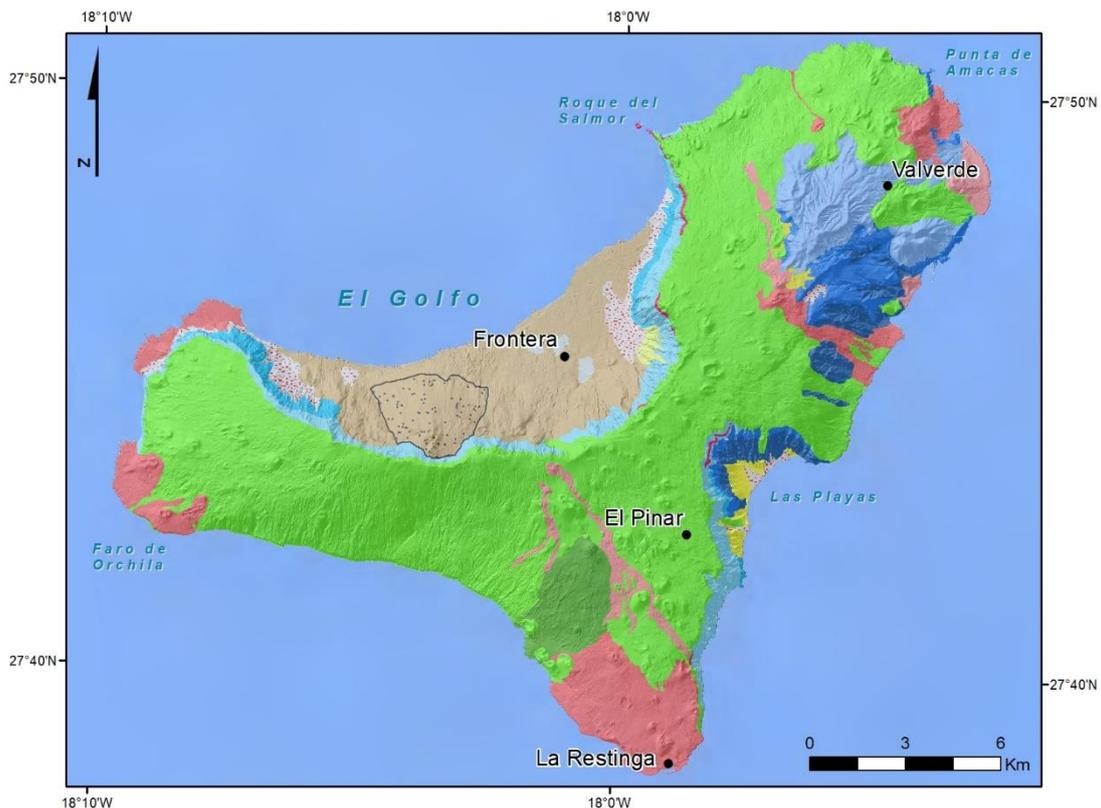


Figura 1. Geología de la Isla de El Hierro

LEYENDA DE EL HIERRO

FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES (Holoceno)	
	Coluviones y depósitos de ladera
	Depósitos aluviales y fondos de barranco (El Golfo)
EMISIONES RECIENTES (Holoceno)	
	Coladas, conos y piroclastos de dispersión basálticos, basaníticos y foidíticos
EMISIONES SUBRECIENTES (Holoceno)	
	Coladas y conos basálticos, basaníticos y foidíticos
RELLENO DEL GOLFO (Pleistoceno med-sup)	
	Sedimentos de ladera
	Coladas basálticas, basaníticas y tefríticas/ C. Cono del volcán Tanganasoga
EJES DE LAS DORSALES (Pleistoceno med-sup)	
	Coladas basálticas tardías
	Coladas basálticas, traquibasálticas, basaníticas y tefríticas/ B. Depósitos sedimentarios, glaciares-conos
EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS (Pleistoceno medio)	
	Tramo medio-superior. Coladas y piroclastos basálticos, traquibasálticos, basaníticos y tefríticos/ A.
	Coladas de traquitas.
	Tramo inferior. Coladas y piroclastos basálticos, traquibasálticos y tefríticos
EDIFICIO TIÑOR (Pleistoceno inf-med)	
	Conjunto Ventejis-Pico Moles. Coladas y piroclastos basálticos
	Tramo tabular. Coladas y piroclastos basálticos, basaníticos y tefríticos
	Tramo inferior. Coladas y piroclastos basálticos, basaníticos y tefríticos

3. GEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO GENERAL

La Isla de El Hierro es la segunda isla más pequeña del archipiélago canario, ocupando una superficie de 268,22 km², siendo la más meridional y occidental de las Islas Canarias, situada entre los 27° 38' de latitud norte, y los 17° 53' y los 18° 09' de longitud oeste.

A escala geológica es una isla muy joven, con pocos suelos y los existentes muy poco evolucionados. No presenta estados de meteorización y erosión relevantes, aunque en su historia y en la construcción de los edificios insulares se han producido fenómenos de deslizamientos y rellenos de nuevas series de coladas volcánicas que condicionan su funcionamiento hidrogeológico.

La altura máxima se sitúa en el centro de la isla, en el Pico de Malpaso, con 1.501 m de altitud, seguido del Pico de Tenerife de 1.253 m. Entre otros accidentes geográficos destaca el Valle de El Golfo, producido tras el deslizamiento de la mayor parte del edificio volcánico, precipitándose al océano.

Basados en datos estratigráficos y radiométricos la actividad subaérea de la isla se podría dividir en 3 unidades principales, algunas de las cuales corresponden a ciertos edificios volcánicos: 1) el edificio del volcán Tiñor 2) el edificio de El Golfo y 3) la actividad en los rifts.

- **El edificio Tiñor** estaba situado en la zona NE, surgió hace 1,12 Ma. Comprende el primer edificio volcánico subaéreo de la isla que representa la fase basáltica en escudo, formando su base, y que surgió hace 1,12 Ma.

Se pueden reconocer tres unidades dentro del volcán Tiñor: la unidad basal, la intermedia con lavas de menor potencia, y la del grupo volcánico de Ventejis, que fue la actividad más explosiva del edificio. Restos de este edificio sólo son visibles en la zona de Ventejis (NE de la isla) y en las ventanas ocasionadas por el colapso lateral de Las

Playas. Composicionalmente se emitieron basaltos y los diques de alimentación se pueden observar en varios afloramientos del propio edificio.

- **El edificio de El Golfo** (545ka - 176ka) está emplazado sobre la cuenca que se formó por el deslizamiento del volcán Tiñor y más al sur del mismo, continuando con la fase de escudo basáltico. Aflora ampliamente en el escarpe del arco de El Golfo, quedando al descubierto por el colapso con el mismo nombre (130-80 ka) y en la parte media alta del arco de Las Playas. Podemos identificar dos unidades: la primera, compuesta por emisiones basálticas intercaladas con paleosuelos y material piroclástico (lapilli y escorias) y la segunda, por coladas basálticas, traquibasálticas y traquíticas con intercalaciones de conos piroclásticos, que afloran a lo largo del escarpe de El Golfo, desde los Roques de Salmor hasta la base de la Hoya de Fileba.

- **El volcanismo de los rifts** representa el último estadio de crecimiento de la isla (145 ka – 2,5 ka) y aunque podemos encontrar manifestaciones en casi en toda la isla, incluida la zona de El Golfo, las alineaciones principales se concentran sobre tres ejes de dirección NE-SO, O-E y S-N. La composición de los productos emitidos es mayoritariamente basáltica, aunque en el centro de la isla y muy cerca del volcán Tanganasoga (volcán con una estructura poligenética) ha habido eventos, de relativamente poca afectación, involucrando magmas más evolucionados.

3.2. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE EL HIERRO

La isla de El Hierro se asienta sobre una corteza oceánica Jurásica de unos 150 Ma y con profundidades entre 3.700 a 4.000 metros. De las dataciones realizadas de los materiales de formación aérea, se establece una alta velocidad en su formación, en unos 1,12 Ma. En este tiempo se suceden la construcción de tres volcanes superpuestos, Tiñor, El Golfo y los Rifts, que crecieron hasta situaciones inestables, produciéndose colapsos laterales y creando depresiones calderiformes. Los sucesivos edificios volcánicos fueron ocupando los espacios producidos en estos colapsos.

Debido a la rapidez del crecimiento insular, se debieron producir inestabilidades en las laderas del edificio Tiñor que dieron lugar al deslizamiento de su flanco occidental, oculto actualmente por las emisiones subsiguientes del Edificio El Golfo-Las Playas y por el volcanismo de Las Dorsales. Además, hay que tener en cuenta la existencia en este edificio de varias fracturas de componente noreste-suroeste que compartimentan este dominio.

Aunque El Golfo supuso el mayor volcán en escudo en la evolución de El Hierro, apenas quedan restos visibles, bien porque la mayor parte se precipitó al océano, o bien porque está cubierto por las erupciones recientes de los Rifts. Los afloramientos más visibles se encuentran en los acantilados de El Golfo y Las Playas.

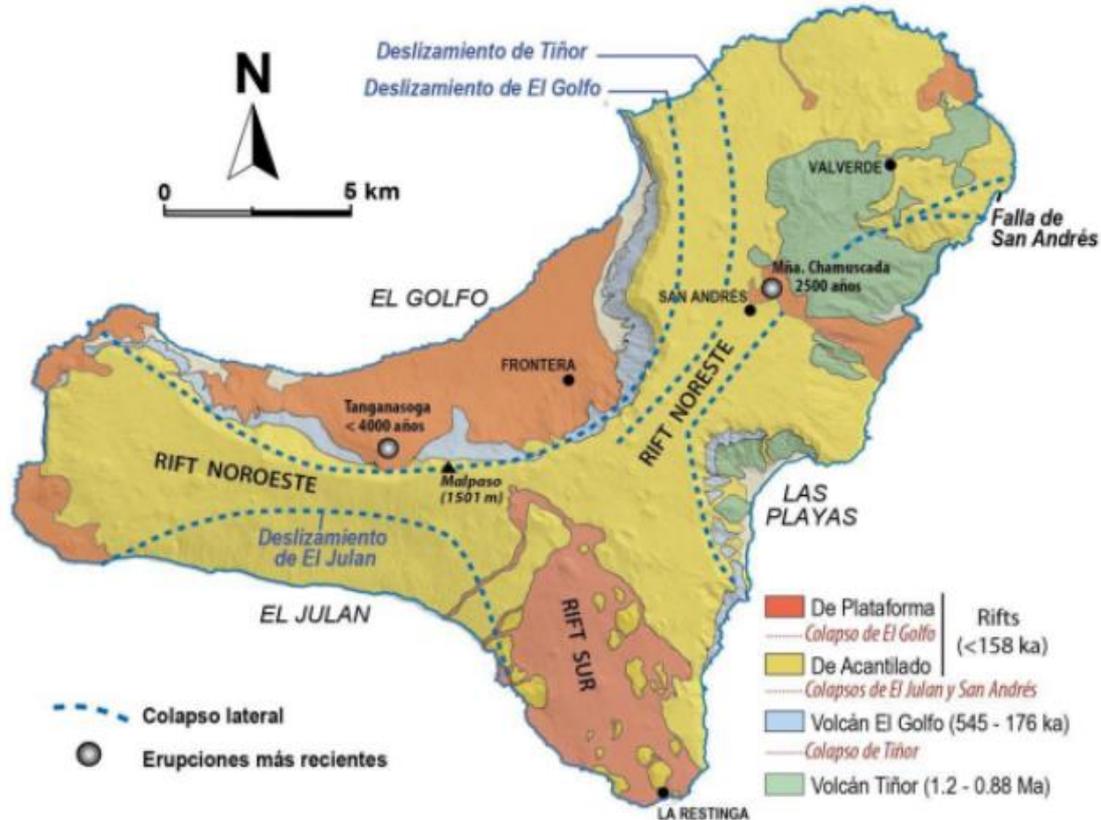


Figura 2. Geología simplificada de la isla de El Hierro (Guillou et al., 1996; Carracedo, 2011)

Casi sin solución de continuidad comienza la emisión del tercer edificio volcánico que se ha denominado como Volcanismo de las Dorsales o de los ejes estructurales, que se desarrolla a partir de unas bandas estrechas o ejes estructurales que convergen en el centro de la isla con ángulos de 120° y es en ellos donde se concentra la máxima actividad volcánica.

El crecimiento de la isla se ha ido produciendo por sucesivas emisiones en torno a esos ejes, configurando un edificio insular con forma triangular. En superficie estos ejes se manifiestan por la elevada concentración de edificios volcánicos, que definen las alineaciones tectónicas principales. Se construyen numerosos conos estrombolianos, siendo la isla de El Hierro la isla de mayor densidad de conos de todo el archipiélago. Desde estos conos se emitieron la multitud de lavas que cubrieron casi por completo a los dos volcanes anteriores. Las abruptas paredes del valle de El Golfo no permitieron el crecimiento y desarrollo de grandes edificios volcánicos, que se destruían casi inmediatamente. Las emisiones lávicas fueron muy voluminosas y rellenaron parcialmente dicha depresión, con espesores del orden de 200-300 m, según se ha podido comprobar en la inspección de obras de captación de agua subterránea (pozos y galerías). Llegaron a la costa y actualmente forman una amplia plataforma subhorizontal, desde un extremo a otro del valle, pero más ancha en el sector de Tigaday (Este). Mención especial merece el Volcán Tanganasoga, el cual podría corresponder a una resurgencia de una explosión hidromagmática previa. Así se observa un “arco” que interrumpe el escarpe de El Golfo y asociado a él una serie de depósitos hidromagmáticos, con cineritas y líticos sálicos. Este volcán ha funcionado durante varios pulsos, presentando sus últimas coladas muy buen estado de conservación, y pudiendo ser coetáneas con las de fuera de la depresión de El Golfo.

Las emisiones recientes se concentran, mayoritariamente, en los extremos de los ejes estructurales, dando lugar a malpaíses lávicos muy bien conservados y conos volcánicos con sus morfologías intactas. En algunos casos estos edificios han surgido junto a los paleoacantilados, dando lugar a plataformas costeras o “islas bajas” entre las que cabe citar las de Tamaduste, Hoya del Verodal y Orchilla. Estas islas bajas deben haberse desarrollado con posterioridad al último máximo glacial, hace unos 20 ka (Pérez Torrado 2008).

Debido a la juventud de la isla, los procesos erosivos propiamente dichos no han tenido tiempo de actuar con gran intensidad y el relieve se mantiene poco retocado, con escasa incisión de barrancos y procesos de vertiente. Solamente los barrancos que surcan el área del Edificio Tiñor presentan una considerable incisión y muestran un mayor grado de evolución. Asimismo, el retroceso de los acantilados, y la erosión remontante en los escarpes de Las Playas y El Golfo son muy intensos, observándose numerosas huellas de grietas y fisuras activas que pueden desencadenar nuevos derrumbes y/o “fugas”.

3.3. ZONA GEOLÓGICA DE ESTUDIO

Tras el deslizamiento que desmantela la mitad noroccidental del volcán Tiñor, y en ese espacio, se intensifica la actividad eruptiva y comienza la construcción del segundo gran edificio volcánico de El Hierro: El Golfo.

El golfo es un edificio masivo, levantado en una sucesión rítmica de coladas basálticas, horizontales en su parte central, que adquieren fuertes inclinaciones al descender por los flancos hacia el océano. Conforman el segundo gran edificio de la Isla, y afloran ampliamente en el escarpe del arco de El Golfo y en la parte media alta del arco de Las Playas. Su construcción comenzó después de que el Edificio Tiñor sufriera un gran deslizamiento de su flanco occidental, junto a diversas fracturas que compartimentaron este dominio.

El comienzo de la construcción del Edificio parece haberse producido tras un período relativamente largo de inactividad, y sus coladas terminan vertiendo por los flancos del Edificio Tiñor.

La disposición espacial en planta de la red filoniana de este edificio dibuja una disposición radial con tres ramas que convergen en la zona próxima a la Cruz de los Reyes (1,3 km al este del vértice Malpaso), que coincidiría con el hipotético área central del Edificio Tiñor.

Las características geológicas se pueden apreciar en el Plano. Geología adjuntado al final del presente anejo.

→ Tramo inferior

La actividad subaérea inicial de El Golfo se caracteriza por la emisión de coladas basálticas que evolucionan hacia traquibasaltos y tefritas.

- Coladas basálticas (s.l.), traquibasálticas y tefríticas [10] y Conos de tefra basálticos (s.l.) e hidromagmáticos [11]

Las coladas son generalmente poco potentes de composición basáltica (basaltos olivínicos, basaltos olivínico-piroxénicos y basaltos afaníticos) con frecuentes intercalaciones de almagres y paleosuelos de colores amarillento-anaranjado.

Tienen generalmente espesores individuales próximos a un metro, y suelen ser de tipo “aa”, con bases y techos escoriáceos. Algunos términos son pobres en plagioclasa y, según datos de análisis químicos, resultan ser basanitas y tefritas. Los depósitos piroclásticos del tramo son mayoritariamente de carácter estromboliano y se presentan como intercalaciones de lapilli y de conos de tefra. Localmente existen también edificios hidromagmáticos como los que se han observado en la zona de la Hoya del Verodal y en la base del acantilado de Las Puntas.

- **Cuerpos Intrusivos básicos [12]**

Relacionados con los centros de emisión se observan frecuentemente cuerpos intrusivos y “sills” que resaltan por erosión diferencial, y cuya composición es basáltica y traquibasáltica.

→ **Tramo medio-superior**

Este tramo aflora fundamentalmente en las laderas de ambos escarpes (El Golfo y Las Playas), apoyándose de forma discordante sobre los materiales del tramo inferior. Mayoritariamente está constituido por un apilamiento de coladas basálticas con algunas intercalaciones de conos piroclásticos.

- **Coladas basálticas (s.l.), traquibasálticas, basaníticas y tefríticas [13] y Conos de tefra [14]**

Las máximas potencias de esta unidad están en las proximidades de la Fuga de Gorreta, con unos 600 m de espesor. Hacia el norte va perdiendo espesor paulatinamente. En sentido E-O esta unidad también va perdiendo potencia hasta quedar sepultada bajo las emisiones recientes. Las coladas que constituyen la base de este tramo han sido datadas en 0,26 Ma, en la senda de la ermita de Las Nieves a Las Puntas. En general, estas coladas muestran una gran variabilidad composicional, existiendo toda una gama desde términos basálticos y traquibasálticos hasta las traquitas. Aunque la mayoría de las coladas son de tipo “aa” existen también tipos “pahoehoe” más vesiculares y de menor potencia. En la mayoría de los casos, los espesores individuales de las coladas se sitúan entre 1 y 2 m, si bien ocasionalmente pueden llegar a sobrepasar los 20 m. Aunque de “visu” estas rocas parecen basaltos s.l., geoquímicamente corresponden (muchas de ellas) a tefritas y basanitas. Intercalados entre el apilamiento de lavas hay conos piroclásticos (nº 14 de leyenda) constituidos por lapillis y escorias basálticas de diversa granulometría. Hay zonas casi exclusivamente constituidas por paquetes de escorias con intercalaciones menores de lavas, lo que parece indicar la gran profusión de centros de emisión en esas partes altas del edificio. Las litologías más frecuentes son basaltos olivínicos, basaltos olivínico-piroxénicos, basaltos afaníticos, traquibasaltos, basaltos plagioclásicos y traquibasaltos anfibólicos.

- **Coladas de traquitas y traquitas máficas [15]**

La evolución petrológica del Edificio El Golfo-Las Playas culmina con la emisión de coladas traquíticas y traquitas máficas, que aparecen a lo largo del escarpe de El Golfo, desde los Roques de Salmor hasta la base de la Hoya de Fileba. En el sector suroriental, se han observado sendos afloramientos en el arco de Las Playas y en el acantilado de la playa del Pozo, asignados también a esta formación, por su posición estratigráfica análoga e idéntica composición. Esta unidad fue datada en unos 0,176 Ma. Son coladas masivas y potentes de color grisáceo, con disyunción

columnar característica y bases y techos escoriáceos. Corresponden a traquitas máficas (benmoreitas). En conjunto tienen una potencia de unos 30 m.

3.4. NIVEL FREÁTICO

En el Valle de El Golfo se encuentra relleno de lavas jóvenes de permeabilidad elevada que se apoyan en un mortalón (aglomerado volcánico formado por muchos fragmentos diferentes en una matriz arenosa o fangosa) prácticamente estanco a causa de su matriz arcillosa. En este dominio no se verifica una disminución paulatina de la permeabilidad con la profundidad, como sucede en el resto de la Isla, sino un contraste muy brusco entre la conductividad hidráulica de las lavas jóvenes y la del mortalón. Por otra parte, la intrusión filoniana que afecta al relleno no tiene suficiente entidad como para influir sensiblemente en la acumulación y circulación del agua subterránea. A partir de Tigaday y Los Llanillos, el mortalón se encuentra ya bajo cota cero, y el agua subterránea que procede de la región de cabecera puede acumularse en la cuña de lavas jóvenes, de espesor creciente hacia el mar, como estadio previo a su descarga en este último.

4. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO

Se realiza un informe geotécnico por parte de empresa especializada en servicios de consultoría en el campo de geología y geotecnia con el objetivo de conocer las características geológicas y geotécnicas de los materiales encontrados en la zona de estudio. El mencionado informe geotécnico se adjunta en el Apéndice 01. ESTUDIO GEOTÉCNICO del presente anejo.

Se realizan un total de 8 sondeos a rotación de 15 m de profundidad mediante rotación con extracción contigua de testigos. Para lo que se empleó una sonda rotacional montada sobre orugas TECOINSA TP-50D.

Durante la cata se constata que el nivel freático se halla aproximadamente a nivel del mar.

Tras el informe geotécnico se constata que las coladas basálticas de tipo “aa” es el material predominante en la zona objeto de estudio.

5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

A continuación, se indica una relación de los principales materiales presentes en la zona de estudio:

- Tierra vegetal
- Escorias basálticas
 - o Módulo de deformación = 324 kp/cm²
 - o Ángulo de rozamiento interno = 32°
 - o Cohesión = 0 kg/cm²
 - o Compacidad: Media
 - o Coeficiente de Poisson: 0,3
 - o Coeficiente de balasto (k₃₀, CTE): 120 MN/m³
 - o Contenido en sulfatos: 15 mg/kg (por debajo de ataque débil según EHE)

- Basalto masivo
 - R.Q.D. = 62%
 - Índice de fracturación: Varía entre 0-1 y 1-4 diaclasas por 30 centímetros de longitud de testigo. Las juntas tienen buzamientos variables, son medianamente rugosas
 - Grado II-III de meteorización

- Basalto vacuolar
 - R.Q.D. = 53%
 - Índice de fracturación: Varía entre 0-1 y 1-4 diaclasas por 30 centímetros de longitud de testigo. Las juntas tienen buzamientos variables, son medianamente rugosas y están tapizadas por óxidos.
 - Grado II-III de meteorización

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente anejo enumera las características y condiciones geotécnicas de la zona donde se emplazarán las obras descritas en el presente proyecto.

Se deduce una tensión admisible del terreno de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ y un módulo de balasto (K_{30}) de 120 MN/m^3 y que los terrenos estudiados no presentan agresividad al hormigón.

Del estudio geotécnico adjunto en el Apéndice 01. ESTUDIO GEOTÉCNICO del presente anejo se obtiene que los taludes de excavación no deberán superar relaciones a largo plazo de 2H:1V sin medidas de sostenimiento

ANEJO 06: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

APÉNDICE 01. ESTUDIO GEOTÉCNICO

1. OBJETO 11

1. OBJETO

En el presente Anexo se adjunta el informe geotécnico realizado en la parcela donde se emplazará el depósito de agua de riego descrito en el presente proyecto



CLIENTE: TRAGSATEC S.A.



**ESTUDIO GEOTÉCNICO PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN Y
MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO,
T.M. FRONTERA, EL HIERRO**

Fecha: OCTUBRE 2018
Expediente: 70/18

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

TÍTULO

CÁLCULO DE DEPÓSITO DE AGUA

PROYECTO

**CONSTRUCCIÓN DE UN DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO
EN EL GOLFO**

LOCALIDAD

T. M. FRONTERA (EL HIERRO)

AUTORES

José Luis Abadía Corvinos

Ingeniero Industrial – Arquitecto Técnico

Nº colegiado: 2.779

Luis Javier Sanz Balduz

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Nº colegiado: 14.160

FECHA

JULIO DE 2019



CLIENTE: TRAGSATEC S.A.



**ESTUDIO GEOTÉCNICO PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN Y
MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO,
T.M. FRONTERA, EL HIERRO**

Fecha: OCTUBRE 2018
Expediente: 70/18

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
CAPÍTULO 2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	1
2.1. SONDEOS	1
2.2. ENSAYOS IN SITU	5
2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO	6
CAPÍTULO 3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	7
3.1. MARCO GEOLÓGICO GENERAL	7
3.2. GEOLOGÍA DE LA SUPERFICIE DE LA PARCELA	8
3.3. NIVEL FREÁTICO	9
3.4. GRADO DE SISMICIDAD DE LA ZONA.....	9
3.5. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS	10
3.6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO	11
3.6.1. Tierra vegetal	11
3.6.2. Escorias basálticas	11
3.6.3. Basalto masivo.....	14
3.6.4. Basalto vacuolar	15
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN	16
4.1. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS PLANTEADOS	16
4.1.1. Riesgos naturales. Estabilidad global de la parcela	16
4.1.2. Excavación de la parcela. Parámetros para el cálculo de los muros	16
4.1.3. Asientos diferenciales y oquedades en el terreno	17
4.2. CÁLCULO DE TENSIONES ADMISIBLES Y ASIENTOS.....	17
4.2.1. Tensión admisible de las escorias basálticas	17
4.2.2. Tensión admisible y asientos en las rocas	17
4.3. RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	18
CAPÍTULO 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	19

ANEJOS:

- ANEJO 1:** Plano de situación de la parcela
- ANEJO 2:** Mapa geológico
- ANEJO 3:** Planos de situación de sondeos
- ANEJO 4:** Perfil geotécnico
- ANEJO 5:** Informe de sondeos
- ANEJO 6:** Ensayos de laboratorio
- ANEJO 7:** Cálculos justificativos

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 1 de 19

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente informe se ha realizado a petición de TRAGSATEC S.A., empresa encargada de la redacción del “Proyecto de Actualización y Mejora la Red de Riego en El Golfo, T.M. Frontera, Isla de El Hierro”.

Entre las actuaciones previstas se contempla la construcción de un depósito de agua en la zona de Las Lajas, en el municipio de Frontera (ver “Plano de situación”, Anejo 1).

Se proyecta un depósito de agua para acumular en cabecera y poder suministrar agua de riego a las zonas de cultivo. Se trata de un depósito de hormigón armado, de unos 5 metros de altura y una capacidad de unos 20000 m³.

Para el estudio geotécnico se ha encargado una campaña de investigación consistente en la realización de 8 sondeos a rotación de 15 metros de profundidad y ensayos de laboratorio.

El objeto de este informe es analizar los resultados de la campaña geotécnica realizada, caracterizar geológica y geotécnicamente los materiales encontrados y a partir de estos datos facilitar recomendaciones para la cimentación del depósito.

CAPÍTULO 2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Se realizaron 8 sondeos de 15 metros de profundidad a petición de TRAGSATEC. Durante la ejecución de los sondeos se realizaron numerosos ensayos SPT en los tramos de suelos. No fue posible tomar muestras inalteradas, por lo que se analizaron muestras alteradas perforadas en seco y muestras tomadas durante la ejecución de los ensayos SPT.

2.1. SONDEOS

Se realizaron 8 sondeos de 15 metros de profundidad (S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7 y S-8). El sistema de perforación empleado fue el de rotación con extracción continua de testigos. Para ellos se utilizó una sonda rotacional montada sobre orugas TECOINSA TP-50D.

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 TECOINSA TP 50-D. La localización del punto 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, 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 en cada uno de los sondeos se recogen en la siguiente tabla:

Sondeo	Cota	Profundidad (m)	Litología
S-1	135.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-6.40	Escorias basálticas
		6.40-8.15	Basalto masivo
		8.15-8.80	Basalto vacuolar
		8.80-15.00	Escorias basálticas
S-2	135.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-2.80	Escorias basálticas
		2.80-5.00	Basalto masivo
		5.00-6.00	Escorias basálticas
		6.00-7.90	Basalto vacuolar
		7.90-8.45	Escorias basálticas
		8.45-9.00	Basalto vacuolar
		9.00-9.50	Escoria basáltica
		9.50-10.20	Basalto vacuolar
		10.20-11.40	Escorias basálticas
		11.40-13.00	Basalto masivo
13.00-15.00	Escorias basálticas		

Tabla 1. Secuencia litológica obtenida en los sondeos realizados

Sondeo	Cota	Profundidad (m)	Litología
S-3	140.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-6.30	Escorias basálticas
		6.30-8.40	Basalto masivo
		8.40-9.00	Escorias basálticas
		9.00-10.70	Basalto vacuolar
		10.70-15.00	Escorias basálticas
S-4	139.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-2.50	Escorias basálticas
		2.50-4.80	Basalto masivo
		4.80-5.75	Escorias basálticas
		5.75-7.00	Basalto vacuolar
		7.00-7.85	Escorias basálticas
		7.85-8.60	Basalto vacuolar
		8.60-15.00	Escoria basáltica
S-5	137.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-3.30	Escorias basálticas
		3.30-5.40	Basalto masivo
		5.40-5.95	Escorias basálticas
		5.95-6.60	Basalto vacuolar
		6.60-7.20	Escoria basáltica
		7.20-8.50	Basalto vacuolar
		8.50-15.00	Escorias basálticas

Tabla 1. Secuencia litológica obtenida en los sondeos realizados

Sondeo	Cota	Profundidad (m)	Litología
S-6	134.00	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-4.60	Escorias basálticas
		4.60-7.70	Basalto masivo
		7.70-8.90	Escorias basálticas
		8.90-9.50	Basalto vacuolar
		9.50-11.40	Escorias basálticas
		11.40-13.00	Basalto vacuolar
		13.00-15.00	Escorias basálticas
S-7	138.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-4.60	Escorias basálticas
		4.60-7.80	Basalto masivo
		7.80-9.50	Escorias basálticas
		9.50-10.30	Basalto vacuolar
		10.30-11.40	Escorias basálticas
		11.40-12.00	Basalto vacuolar
		12.00-15.00	Escorias basálticas
S-8	139.50	0.00-0.20	Tierra vegetal
		0.20-4.50	Escoria basáltica
		4.50-5.50	Basalto masivo
		5.50-6.50	Escoria basáltica
		6.50-7.10	Basalto masivo
		7.10-7.25	Escorias basálticas
		7.25-8.15	Basalto vacuolar
		8.15-8.40	Escorias basálticas
		8.40-9.20	Basalto vacuolar
		9.20-11.40	Escorias basálticas
		11.40-12.55	Basalto vacuolar
		12.55-15.00	Escorias basálticas

Tabla 1. Secuencia litológica obtenida en los sondeos realizados

2.2. ENSAYOS IN SITU

2.2.1. 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 golpeo disminuye en el último tramo se ha considerado como valor de N la suma de los dos valores más bajos.

El resultado de los SPT realizados se ha indicado en las plantillas que se encuentran en el Anejo 5 “Informe de Sondeos” y se muestra además en la siguiente tabla:

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N₃₀	Material
S-1	1.80-2.40	7/11/6/6	12	Escoria basálticas
	3.00-3.60	9/8/9/12	17	Escoria basálticas
	5.40-6.00	9/10/11/13	21	Escoria basálticas
	9.00-9.41	27/32/50R	R	Escoria basálticas
	11.40-11.94	37/30/44/50R	74	Escoria basálticas
	13.80-14.10	36/50R	R	Escoria basálticas
S-2	1.80-2.40	9/12/27/39	39	Escoria basálticas
S-3	1.80-2.40	8/7/8/9	15	Escoria basálticas
	4.20-4.80	6/7/7/9	14	Escoria basálticas
	6.00-6.34	11/23/50R	R	Escoria basáltica / Basalto masivo
S-4	2.20-2.57	23/39/50R	R	Escoria basáltica / Basalto masivo
	13.50-13.94	37/39/50R	R	Escoria basálticas

Tabla 2. Resultados de los ensayos SPT

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N ₃₀	Material
S-5	1.80-2.40	9/7/7/6	13	Escoria basálticas
	11.40-12.00	37/22/33/39	55	Escoria basálticas
S-6	2.00-2.60	12/9/9/12	18	Escoria basálticas
	7.80-8.07	39/50R	R	Escoria basálticas
	10.20-10.55	37/33/50R	R	Escoria basálticas
	13.80-13.94	50R	R	Escoria basálticas
S-7	2.00-2.60	10/9/8/9	17	Escoria basálticas
	3.60-4.20	12/8/11/11	19	Escoria basálticas
S-8	1.50-2.10	9/12/9/9	18	Escoria basálticas
	3.30-3.90	9/8/12/25	20	Escoria basálticas

Tabla 2. Resultados de los ensayos SPT

2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron varios ensayos de identificación de suelos y sulfatos en las escorias basálticas. En la tabla 3 se muestra un resumen de la localización de las muestras de suelo seleccionadas y de los ensayos realizados en cada una de ellas.

Las actas de laboratorio se recogen en el anejo 6.

SONDEO	PROFUNDIDAD/ TIPO DE MUESTRA	Nº MUESTRA	ENSAYOS
S-1	5.40-6.00 (SPT)	341	Granulometría Límites Sulfatos
S-2	1.80-2.40 (SPT)	342	Granulometría Límites
S-4	1.20-1.800 (MA)	343	Granulometría Límites

Tabla 3. Ensayos realizados (SPT: muestra de ensayo SPT realizado con puntaza abierta, MA: Muestra alterada)

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 7 de 19

CAPÍTULO 3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

3.1. MARCO GEOLÓGICO GENERAL

La isla del Hierro tiene una superficie triangular, con bisectrices relativamente elevadas que confluyen en su centro formando una meseta de unos mil metros de altura.

Las dorsales más evidentes son las de dirección NW y la W. Entre estas dorsales se abre hacia el NW la gran depresión semicircular de El Golfo, que tiene un arco de unos 25 km de recorrido con pendientes muy pronunciadas desde el escarpe, situado a 1100 m de altura, hasta la zona de la plataforma junta a la costa. En la zona de Las Playas puede observarse otro escarpe semicircular de altitud similar al anterior pero de menor altura. Ambas depresiones se originaron en deslizamientos gravitatorios hacia el mar.

En estos escarpes afloran las formaciones volcánicas más antiguas que quedan fosilizadas por los materiales emitidos en épocas recientes.

La historia volcánica de El Hierro se puede dividir en tres episodios principales de construcción (Barrera y García, 2011):

- ✓ Vulcanismo Pleistoceno Inferior-Medio. Se construye en Edificio Tiñor durante un intervalo de tiempo de 1.2-0.88 Ma.
- ✓ Vulcanismo Pleistoceno Medio. Se construye en Edificio El Golfo-Las Playas, con un rango de edades de 0.51-0.176 Ma.
- ✓ Vulcanismo Pleistoceno Medio-Superior. Emisiones de las dorsales s.s. y s.l. con un rango de edades de 0.158-0.012 Ma.

La parcela estudiada se enmarca dentro de la Unidad 26 del Mapa Geológico de Canarias (ver Anejo 2). Se trata de coladas basaníticas y tefríticas relacionadas con el vulcanismo de las dorsales, en un episodio posterior al deslizamiento de El Golfo.

3.2. GEOLOGÍA DE LA SUPERFICIE DE LA PARCELA

La parcela estudiada se asienta sobre coladas basálticas de morfología “aa”. Están formadas por alternancias de niveles de rocas de poco espesor y niveles de escorias de compacidad variable. Estas coladas están cubiertas por tierra vegetal de escaso espesor (fotos 1 a 3). El terreno está inclinado hacia el norte y tiene una diferencia de cota entre los extremos de unos 5 metros.



Fotos 1, 2 y 3. Vistas de la parcela

Las coladas basálticas afloran en taludes cercanos. Se observan tramos de roca masiva fracturada y tramos escoriáceos (foto 4).



Foto 4. Afloramiento de las coladas en el cruce del Camino las Lajas con el Carretera HI-5

3.3. NIVEL FREÁTICO

El nivel freático general de la zona se halla aproximadamente a nivel del mar. No se atravesó en ninguno de los sondeos realizados.

3.4 GRADO DE SISMICIDAD DE LA ZONA

En el municipio de Valverde el valor de la aceleración sísmica básica es de 0,04 g. 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 toma un valor de 1 y en estructuras de importancia especial un valor de 1.3

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, $750 \text{ m/s} \geq v_S > 400 \text{ m/s}$.
- **Terreno tipo III:** Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_S > 200 \text{ m/s}$.
- **Terreno tipo IV:** Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_S \leq 200 \text{ m/s}$.

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

Tabla 4. Relación Tipo de terreno / Coeficiente C.

En los sondeos realizados se atravesaron escorias basálticas de compacidad media intercalados con tramos de roca de escaso espesor. Se opta por asignar un coeficiente C de 1.3 al terreno. La aceleración sísmica de cálculo deducida a partir de este valor para la zona de estudio es 0.051 g.

3.5. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

Los perfiles geotécnicos realizados (ver Anejo 4) muestran que el subsuelo de la parcela estudiada está formado por coladas basálticas de tipo "aa" en las que alternan tramos de roca de escaso espesor con escorias basálticas. Están cubiertas por una cobertera de tierra vegetal de escaso espesor.

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 11 de 19

3.6. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Se han diferenciado cuatro tipos de materiales en la parcela estudiada: tierra vegetal, escorias basálticas, basalto masivo y vacuolar. En los siguientes apartados se describen las características geotécnicas de cada uno de ellos.

3.6.1. Tierra vegetal

Se identificó en todos los sondeos realizados, en un nivel de unos 20 cm de espesor. Está formada por limos arenosos con gravas y raíces.

Este material deberá eliminarse por completo antes de ejecutar la cimentación. Para su excavación podrá utilizarse retroexcavadora. Los taludes resultantes no deberán superar relaciones 3H:1V sin medidas de sostenimiento.

3.6.2. Escorias basálticas

Se identificaron en todos los sondeos realizados, en varios niveles con espesores comprendidos entre 0.2 y 6.5 metros de espesor (ver “Perfiles geotécnicos”, Anejo 4). Están compuestas por fragmentos angulosos con superficies espinosas, de 4 a 7 cm de tamaño, envueltas por arenas limosas de color gris.

Se detectaron algunas oquedades en estas escorias de escasa continuidad lateral. La primera se detectó en el sondeo S-4, entre 9.6 y 10.2 metros de profundidad y la segunda en el sondeo S-8, entre 13.4 y 13.8 metros de profundidad. Dada la profundidad a la que aparecen no afectarán a la cimentación.

Se realizaron tres ensayos de identificación en muestras alteradas durante la realización de los ensayos SPT. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN
		Gravas	Arenas	Limos y arcillas	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	
S-1	5.40 – 6.00	32.15	43.82	24.03	NP	NP	NP	Arena limosa con grava (SM)
S-3	1.80 – 2.40	13.96	58.00	28.04	NP	NP	NP	Arena limosa (SM)
S-4	1.20 – 1.80	32.46	45.94	21.60	NP	NP	NP	Arena limosa con grava (SM)

Tabla 5. Ensayos de identificación realizados en las escorias basálticas

Puede verse que se trata de suelos no plásticos con un contenido en finos inferior al 35 %, por lo que pueden tratarse desde el punto de vista geotécnico como un suelo granular.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los ensayos SPT realizados en este nivel. También se indica el N medio obtenido en cada sondeo, sin considerar el rechazo.

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N ₃₀	N _{medio}
S-1	1.80-2.40	7/11/6/6	12	17
	3.00-3.60	9/8/9/12	17	
	5.40-6.00	9/10/11/13	21	
	9.00-9.41	27/32/50R	R	
	11.40-11.94	37/30/44/50R	74	
	13.80-14.10	36/50R	R	
S-2	1.80-2.40	9/12/27/39	39	39
S-3	1.80-2.40	8/7/8/9	15	15
	4.20-4.80	6/7/7/9	14	
S-4	13.50-13.94	37/39/50R	R	R
S-5	1.80-2.40	9/7/7/6	13	34
	11.40-12.00	37/22/33/39	55	

Tabla 6. Resultados de los ensayos SPT realizados en las escorias basálticas

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N ₃₀	N _{medio}
S-6	2.00-2.60	12/9/9/12	18	18
	7.80-8.07	39/50R	R	
	10.20-10.55	37/33/50R	R	
	13.80-13.94	50R	R	
S-7	2.00-2.60	10/9/8/9	17	19
	3.60-4.20	12/8/11/11	19	
S-8	1.50-2.10	9/12/9/9	18	
	3.30-3.90	9/8/12/25	20	

Tabla 6. Resultados de los ensayos SPT realizados en las escorias basálticas

El módulo de deformación se deduce a partir de la relación de Appolonia (1970) para suelos normalmente consolidados: $E \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 210 + (7.6 \text{ NSPT})$

El ángulo de rozamiento interno se ha deducido a partir de la figura D.1. del Documento Básico de Seguridad Estructural del Código Técnico de la Edificación (figura 1).

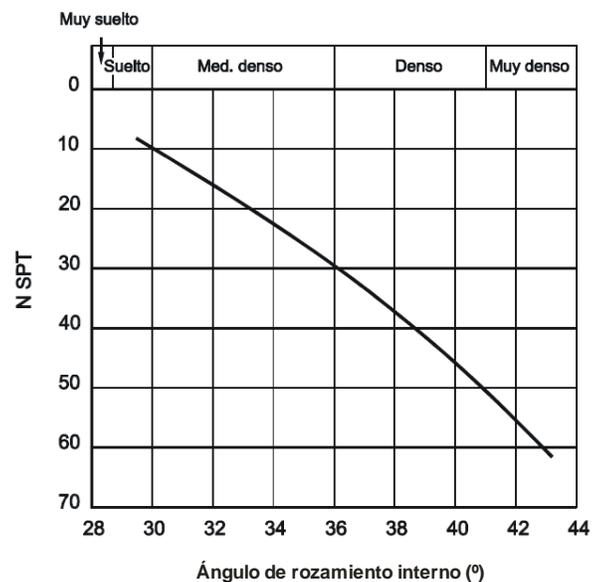


Figura 1. Correlación entre el valor de N del ensayo SPT y el ángulo de rozamiento interno para suelos granulares según CTE

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 14 de 19

Consideramos como valor de cálculo el N medio más desfavorable obtenido (N=15). A partir de este valor y de los ensayos realizados se proponen los siguientes parámetros geotécnicos para estos suelos:

- ✓ Módulo de deformación = 324 kp/cm² (D'Appolonia, 1970)
- ✓ Ángulo de rozamiento interno = 32°
- ✓ Cohesión = 0 kg/cm²
- ✓ Compacidad: Media
- ✓ Coeficiente de Poisson ν : 0,3
- ✓ Coeficiente de balasto (K_{30} , CTE): 120 MN/m³
- ✓ Contenido en sulfatos: 15 mg/kg (por debajo de ataque débil según EHE).

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

Para su excavación podrá utilizarse retroexcavadora. Los taludes resultantes no deberán superar relaciones 2H:1V sin medidas de sostenimiento.

3.6.3. Basalto masivo

Se identificó en todos los sondeos realizados, en una capa de entre 1 a 3.2 m de espesor (ver "Perfiles geotécnicos", Anejo 4). Se trata de una roca de color gris claro, textura afanítica, con escasas vacuolas y algo escoriáceo en algunos tramos. Además las juntas se encuentran rellenas de óxido.

Los parámetros geotécnicos obtenidos durante la testificación de estas rocas fueron los siguientes:

- ✓ R.Q.D. = 62 % (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, son medianamente rugosas.
- ✓ Grado II-III de meteorización

Se realizaron dos ensayos de carga puntual en los testigos extraídos durante la perforación. El resultado de resistencia a compresión simple equivalente obtenido fue de 1178 y 1327 kp/cm².

A partir del valor medio (1252 kp/cm²) y de los datos obtenidos durante la testificación se calculó el índice RMR de la clasificación geomecánica de Bieniawski (1989), con el siguiente resultado:

VALORACIÓN RMR	CLASE	CALIDAD	COHESIÓN	ÁNGULO DE ROZAMIENTO
55	III	Media	2-3 kp/cm ²	25°-35°

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

$$E = \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \times 10^{(GSI - 10/40)} = 101803 \text{ kp/cm}^2$$

Según la Norma de Construcción Sismorresistente (CSR-02) este basalto se clasificaría como un terreno de tipo II. Para su excavación será necesaria la utilización de martillo neumático rompedor y admiten taludes prácticamente verticales.

3.6.4. Basalto vacuolar

Se identificó en todos los sondeos realizados, en capas que oscilan entre 0.6 y 1.9 m de espesor aproximado (ver "Perfiles geotécnicos", Anejo 4). Se trata de una roca de color gris, con gran cantidad de vacuolas.

Los parámetros geotécnicos obtenidos durante la testificación de estas rocas fueron los siguientes:

- ✓ R.Q.D. = 53 % (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, son medianamente rugosas y están tapizadas por óxidos.
- ✓ Grado II-III de meteorización

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 16 de 19

Se realizaron dos ensayos de carga puntual en los testigos extraídos durante la perforación. Los resultados de resistencia a compresión simple equivalente obtenido fueron de 534 y 595 kp/cm².

A partir del valor medio (564 kp/cm²) y de los datos obtenidos durante la testificación se calculó el índice RMR de la clasificación geomecánica de Bieniawski (1989) con un resultado de 48 (calidad media).

El módulo de deformación del macizo según la relación de Hoek (1995) sería 50014 kp/cm².

Según la Norma de Construcción Sismorresistente (CSR-02) este basalto se clasificaría como un terreno de tipo II. Para su excavación será necesaria la utilización de martillo neumático rompedor y admiten taludes prácticamente verticales.

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS PLANTEADOS

4.1.1. Riesgos naturales. Estabilidad global de la parcela

El subsuelo de la zona estudiada está formado por coladas basálticas donde alternan tramos de roca con escorias no plásticas. 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.

4.1.2. Excavación de la parcela. Parámetros para el cálculo de los muros

La excavación prevista podrá llevarse a cabo mediante retroexcavadora. Puntualmente puede ser necesario el uso de martillo en algún tramo de roca no detectado en los sondeos.

Los taludes de excavación no deberán superar relaciones a largo plazo 2H:1V sin medidas de sostenimiento. Los parámetros para el cálculo de los muros pueden ser los siguientes:

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 17 de 19

- ✓ Ángulo de rozamiento interno = 32°
- ✓ Cohesión = 0 kg/cm²
- ✓ Densidad húmeda: 1.8 g/cm³

4.1.3. Asientos diferenciales y oquedades en el terreno

A la cota de excavación prevista aparecerán materiales con módulos de deformación muy diferentes. Para evitar asientos diferenciales se recomienda que la cimentación se lleve a cabo mediante una losa de cimentación.

La presencia de oquedades de difícil detección en las capas de escorias también lleva a recomendar la cimentación con losa.

4.2. CÁLCULO DE TENSIONES ADMISIBLES Y ASIENTOS

4.2.1. Tensión admisible de las escorias basálticas

La tensión admisible por hundimiento de las escorias identificadas se calculó a través de la fórmula de Brich Hansen. La formulación utilizada se muestra en el anejo 7 “Cálculos Justificativos”. El resultado es superior a 5 kg/cm². Debe tenerse en cuenta que en los suelos granulares la tensión admisible de cálculo vendrá limitada por los asientos que admita la estructura.

En este caso, fijando el asiento en 20 mm y partiendo de una losa de 20x 20 metros se obtiene una tensión admisible de 2.50 kg/cm².

4.2.2. Tensión admisible y asientos en las rocas

La tensión de hundimiento de las rocas 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 masivo y vacuolar fue de 5.3 y 4.4 kp/cm² respectivamente.

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 18 de 19

4.3. RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Antes de ejecutar la losa deberá eliminarse toda la tierra vegetal superficial.

Se recomienda que una vez alcanzada la cota de cimentación se compacte el terreno para contrarrestar la alteración que produce la retroexcavadora durante la excavación en la capa de escorias.

	INFORME GEOTÉCNICO	Fecha:17/10/18
	<i>PROYECTO DE ADECUACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, T.M. FRONTERA, ISLA DE EL HIERRO.</i>	Página 19 de 19

CAPÍTULO 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente informe se ha realizado a petición de TRAGSATEC S.A., empresa encargada de la redacción del “Proyecto de Actualización y Mejora la Red de Riego en El Golfo, T.M. Frontera, Isla de El Hierro”.

Entre las actuaciones previstas se contempla la construcción de un depósito de agua en la zona de Las Lajas, en el municipio de Frontera. Se trata de un depósito de hormigón armado, de unos 5 metros de altura y una capacidad de unos 20000 m³.

Para el estudio geotécnico se ha encargado una campaña de investigación consistente en la realización de 8 sondeos a rotación de 15 metros de profundidad y ensayos de laboratorio.

En los sondeos se atravesaron coladas basálticas de tipo “aa” en las que alternan tramos de roca de escaso espesor con niveles de escorias de compacidad media. Se detectaron algunas oquedades de hasta 60 cm de espesor en los tramos de escorias.

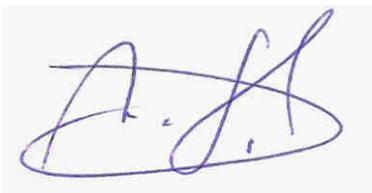
Se recomienda que la cimentación se lleve a cabo mediante una losa. La tensión admisible a utilizar en el cálculo será 2.5 kg/cm² y el módulo de balasto (K_{30}) 120 MN/m³.

Antes de la construcción de la losa deberá eliminarse por completo la tierra vegetal superficial.

Los suelos estudiados no presentan agresividad al hormigón.

El nivel freático no se atravesó en ninguno de los sondeos realizados.

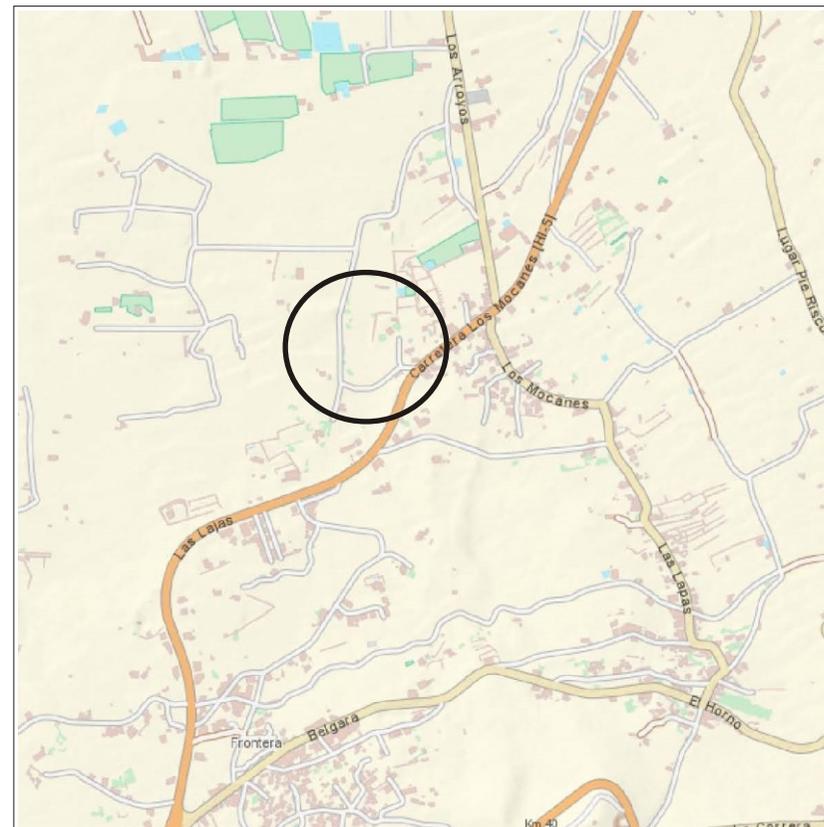
En La Victoria de Acentejo, a 17 de Octubre de 2018



Fdo:

M^a Margarita Gutiérrez González

Doctora en Geología N^o colegiada 4553



Empresa Consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Informe Geotécnico para Proyecto de Adecuación y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

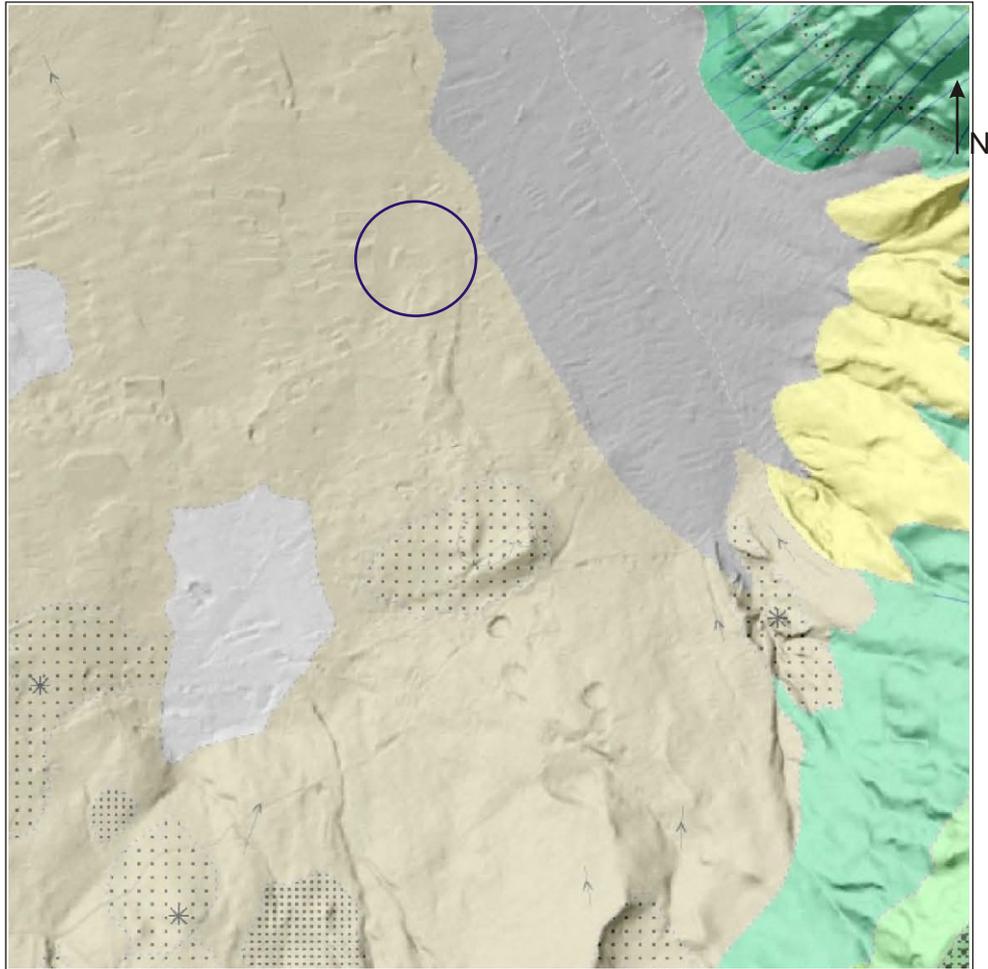
Anejo N°1

"Plano de situación de parcela y foto aérea"

Escala:

Fecha:

Octubre
2018



Leyenda					
	Coladas basálticas		Depósitos aluviales		Coladas basálticas
	Conos de Tefra Basálticos		Coluviales		Depósitos sedimentarios detríticos



- Perfil Geotecnico 1
- Perfil Geotecnico 2
- Perfil Geotecnico 3
- Perfil Geotecnico 4

 Sondeos

Empresa Consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Informe Geotécnico para Proyecto de Adecuación y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo N°3

"Plano de situación de sondeos"

Escala:

1:400

Fecha:

Octubre 2018

LEYENDA



Relleno antrópico



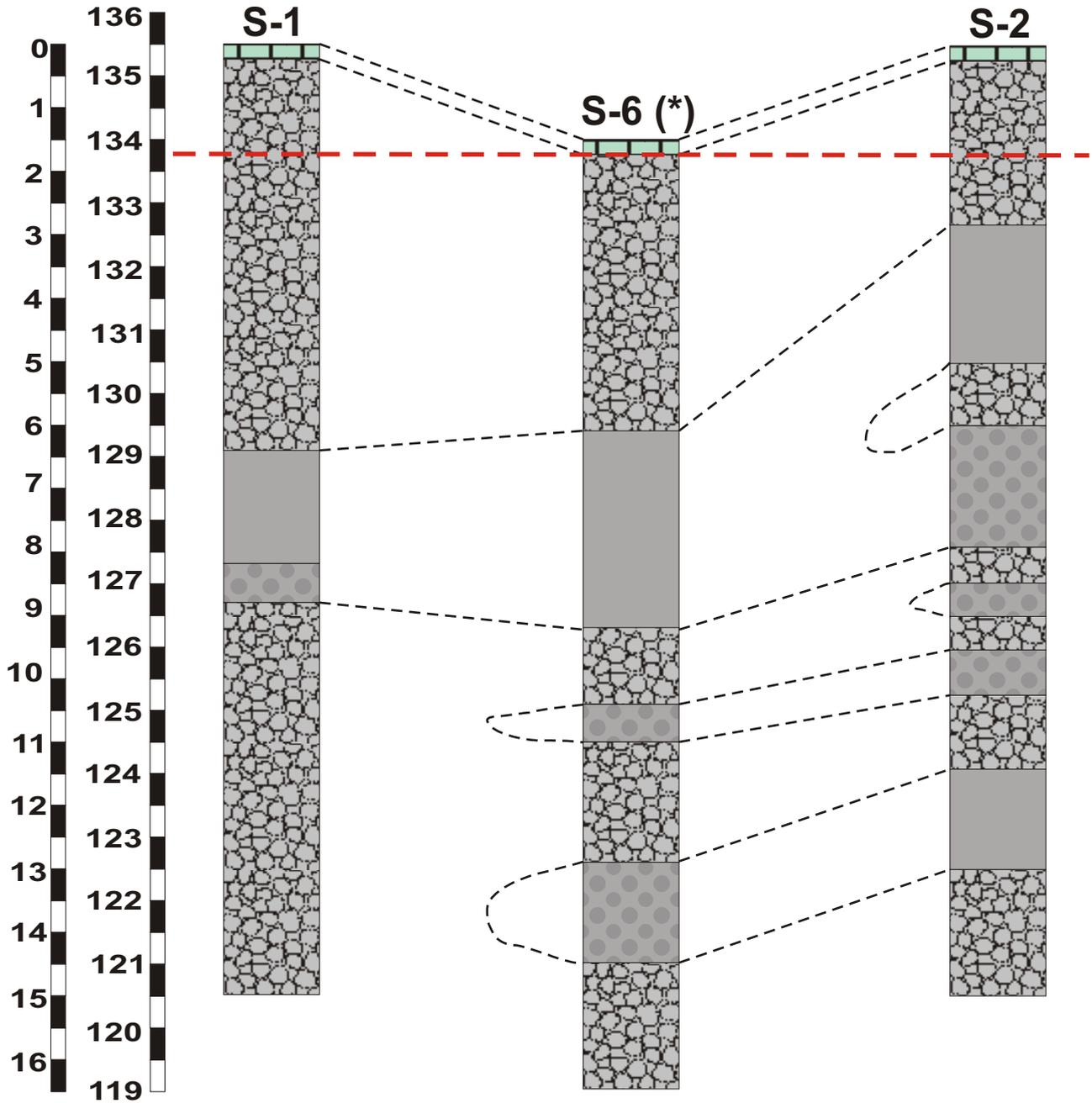
Basalto vacuolar



Escorias basálticas



Basalto masivo



--- Cota de cimentación aproximada

(*) Proyectado

Empresa Consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Informe Geotécnico para Proyecto de Adecuación y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo N°4

"Perfil geotécnico 1"

Escala:

E.V.= 1:100
E.H.= 1:600

Fecha:

Octubre 2018

LEYENDA



Relleno antrópico



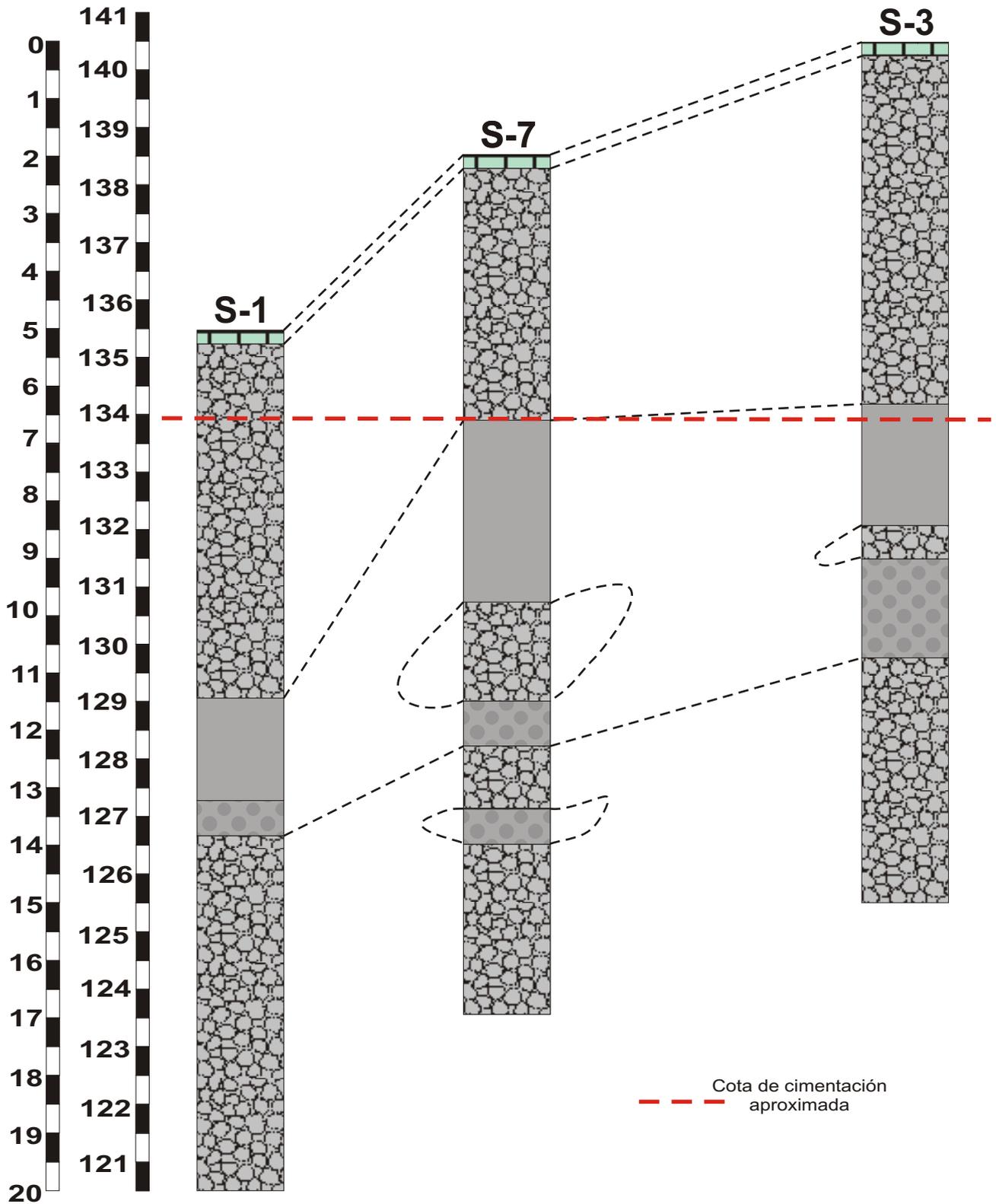
Basalto vacuolar



Escorias basálticas



Basalto masivo



Empresa Consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Informe Geotécnico para Proyecto de Adecuación y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo N°4

"Perfil geotécnico 2"

Escala:

E.V.= 1:100
E.H.= 1:600

Fecha:

Octubre 2018

LEYENDA



Relleno antrópico



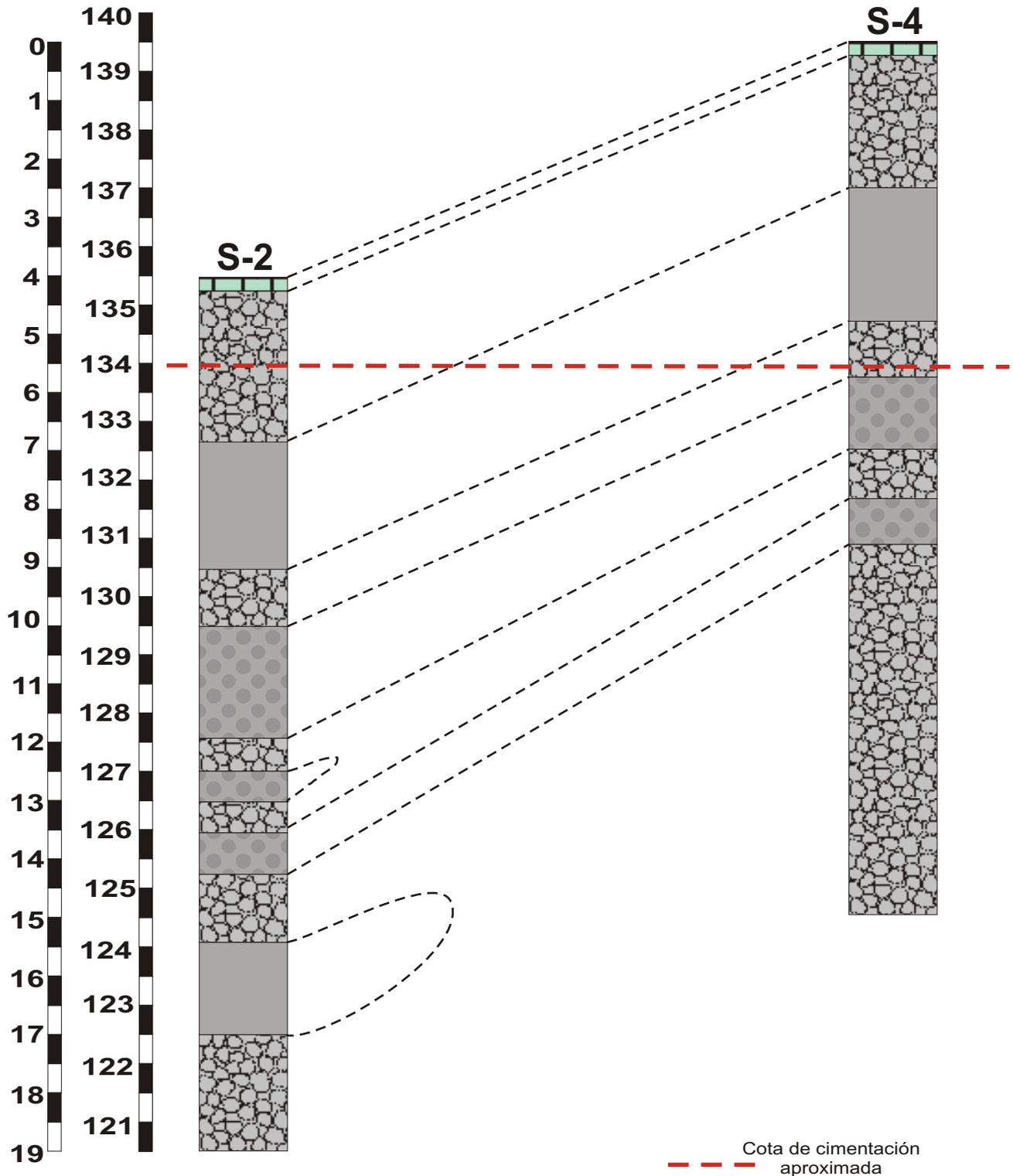
Basalto vacuolar



Escorias basálticas



Basalto masivo



--- Cota de cimentación aproximada

LEYENDA



Relleno antrópico



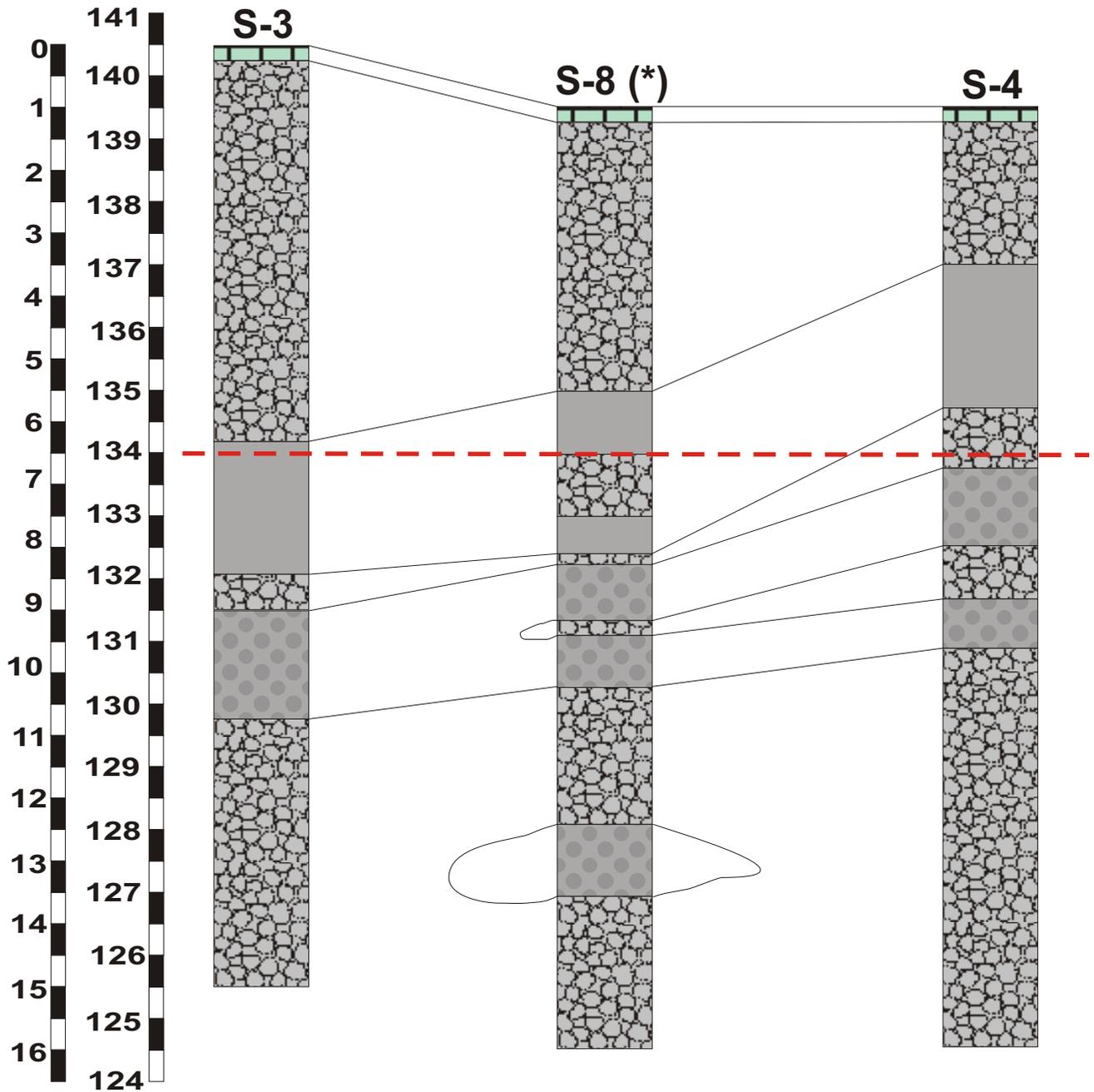
Basalto vacuolar



Escorias basálticas



Basalto masivo



(*) Proyectado

--- Cota de cimentación aproximada

Empresa Consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Informe Geotécnico para Proyecto de Adecuación y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo N°4

"Perfil geotécnico 4"

Escala:

E.V.= 1:100
E.H.= 1:600

Fecha:

Octubre 2018

LEYENDA



Relleno antrópico



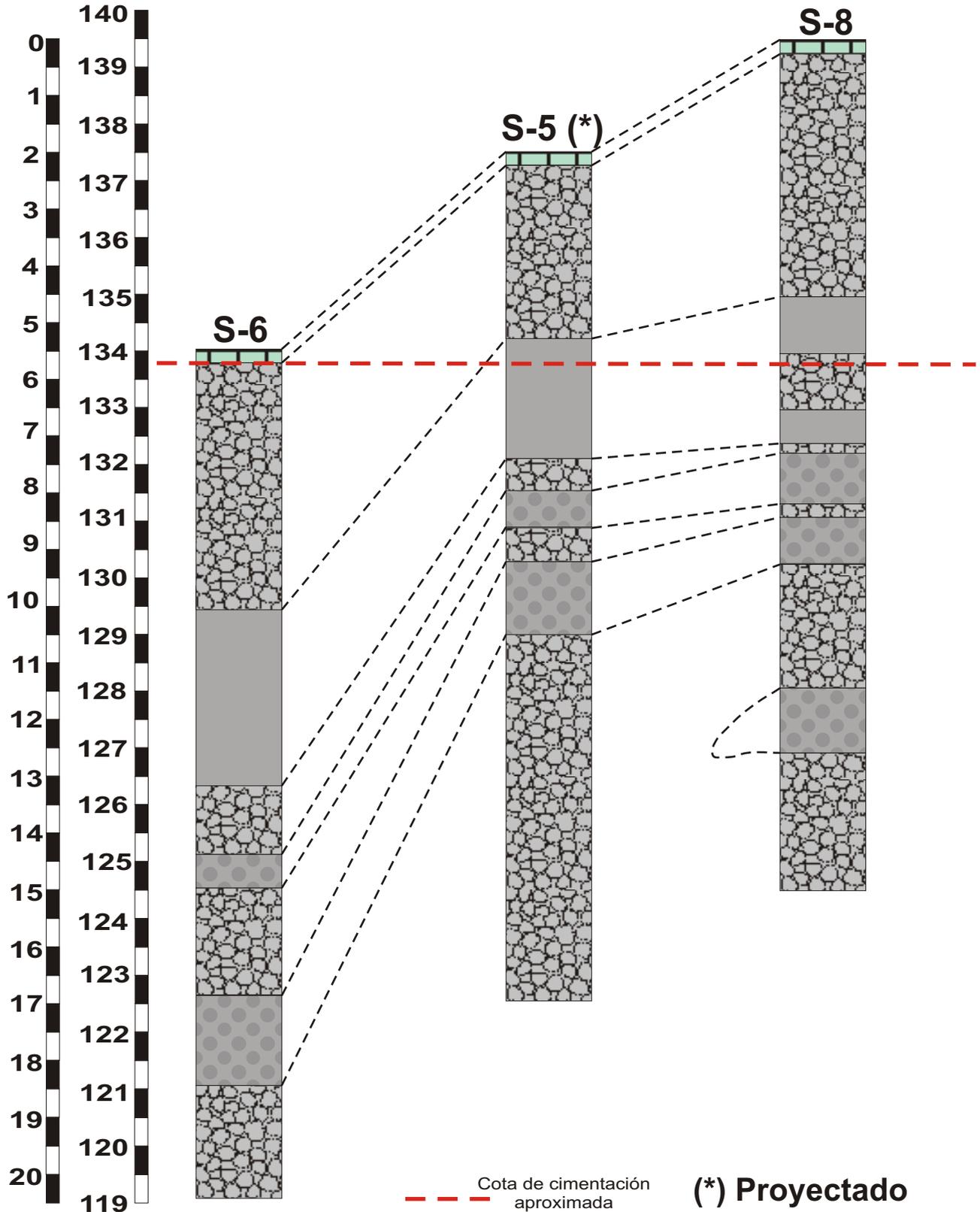
Basalto vacuolar



Escorias basálticas



Basalto masivo



Empresa Consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Informe Geotécnico para Proyecto de Adecuación y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo N°4

"Perfil geotécnico 5"

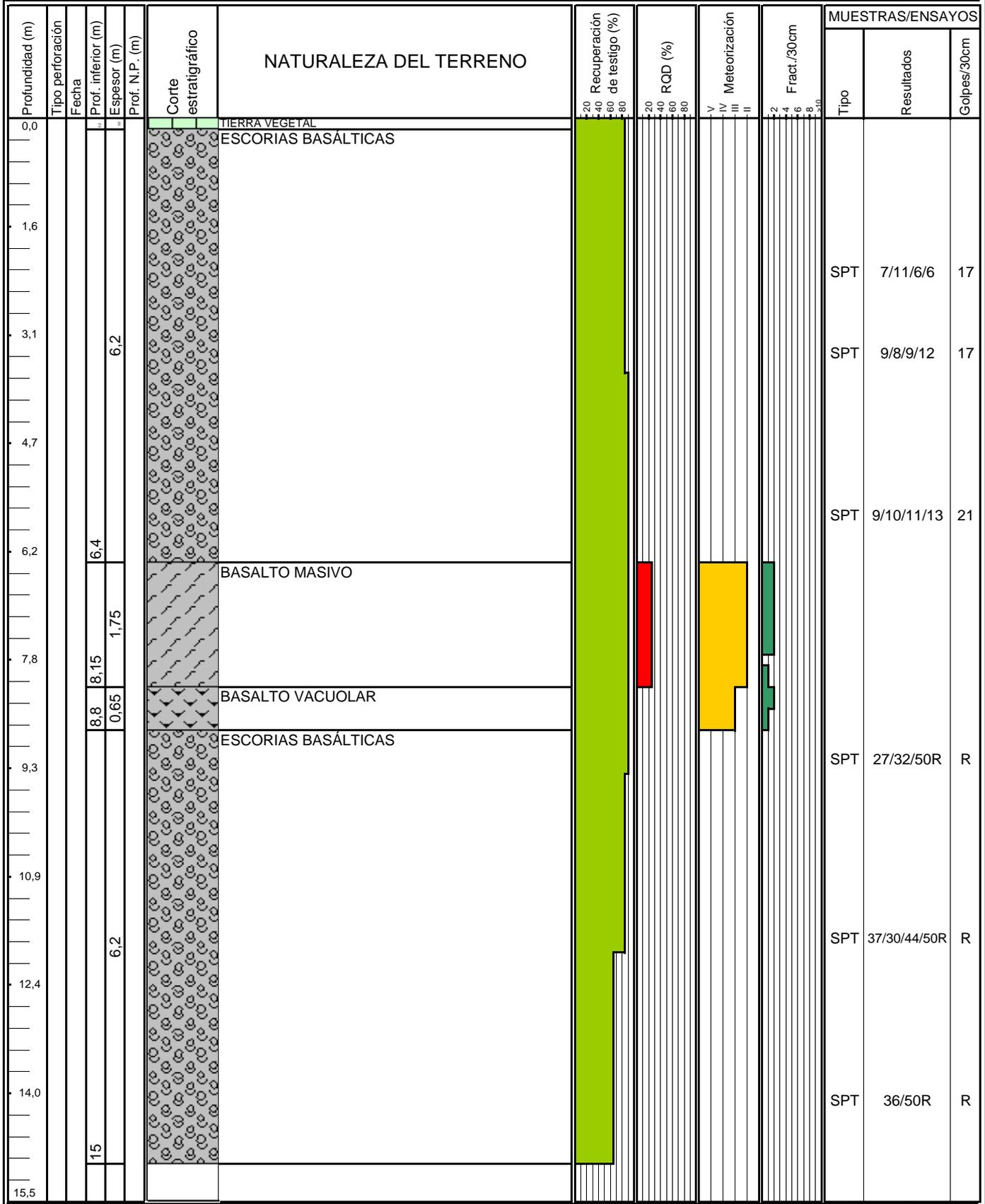
Escala:

E.V.= 1:100
E.H.= 1:600

Fecha:

Octubre 2018

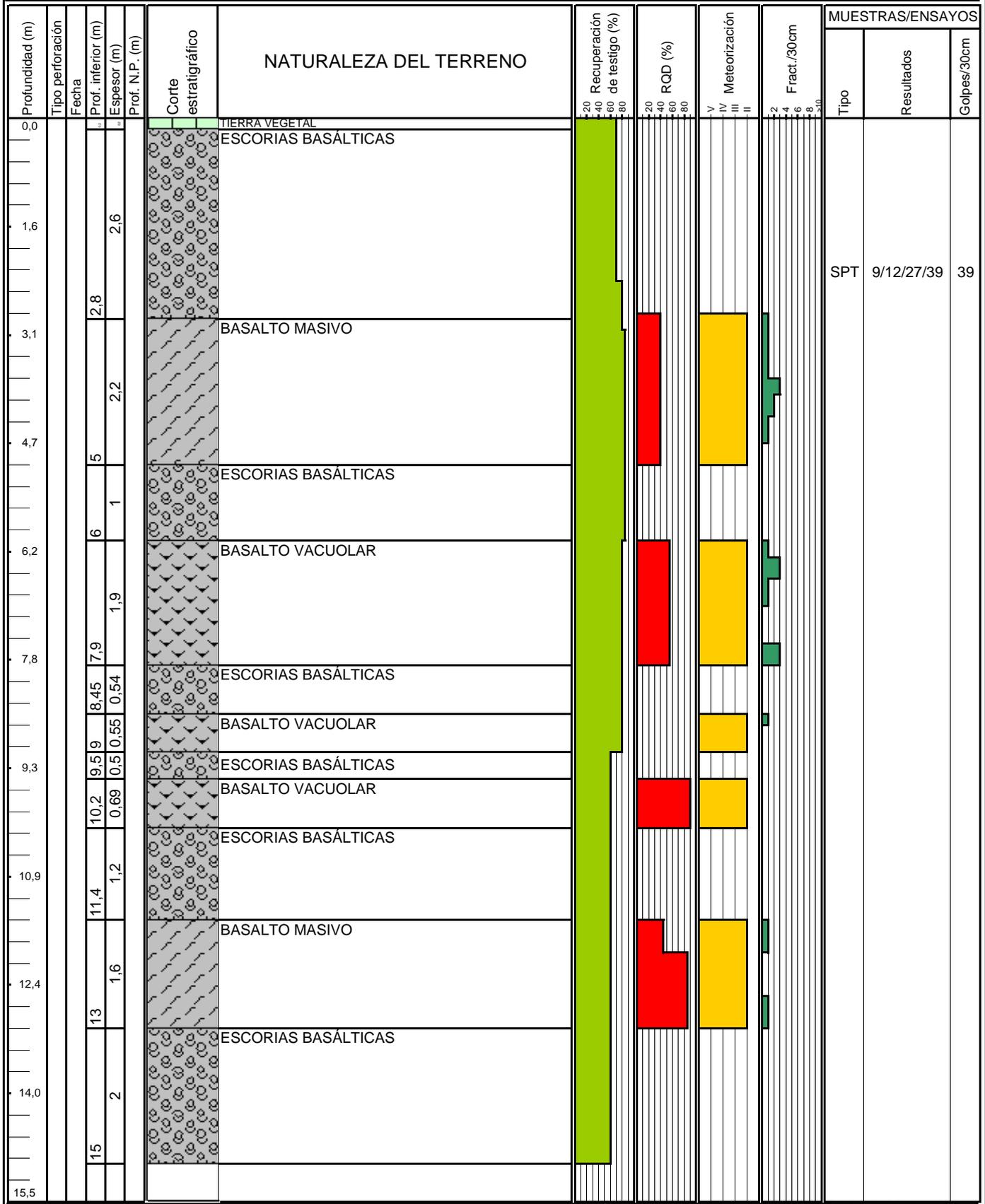
Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-1 Hoja: 1 F. de inicio: 14/09/2018 F. finalización: 14/09/2018
---	---	---



MI: MUESTRA INALTERADA MV: MUESTRA DE AGUA Ar: ARCILLA	MA: MUESTRA ALTERADA LF: ENSAYO LEFRANC PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	SPT: PENETRÓMETRO LG: ENSAYO LUGEON Ox: ÓXIDO DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO
--	--	---

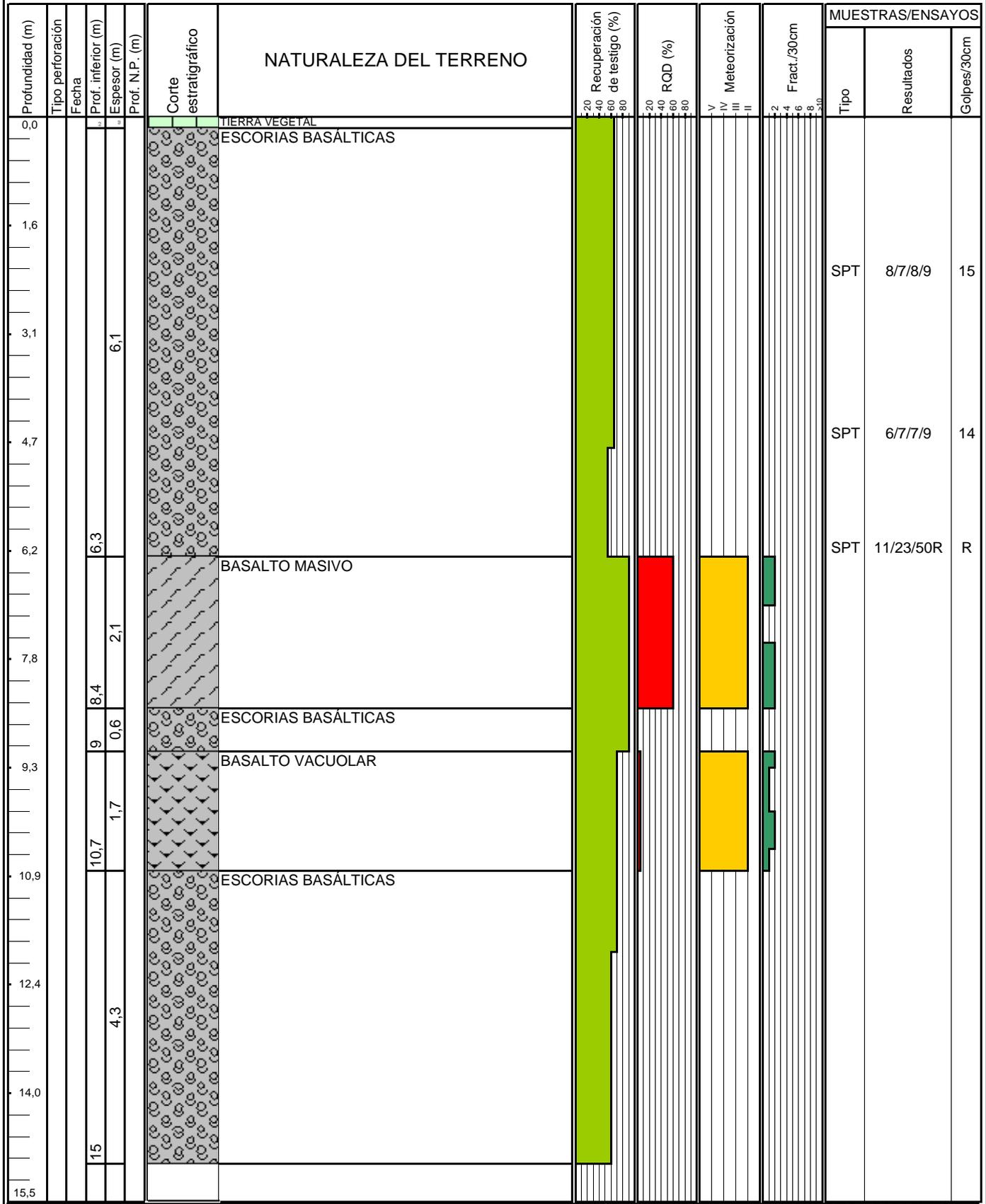
TP: TESTIGO PARAFINADO Q: CUARZO

Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-2 Hoja: 1 F. de inicio: 15/09/2018 F. finalización: 15/09/2018
---	---	---



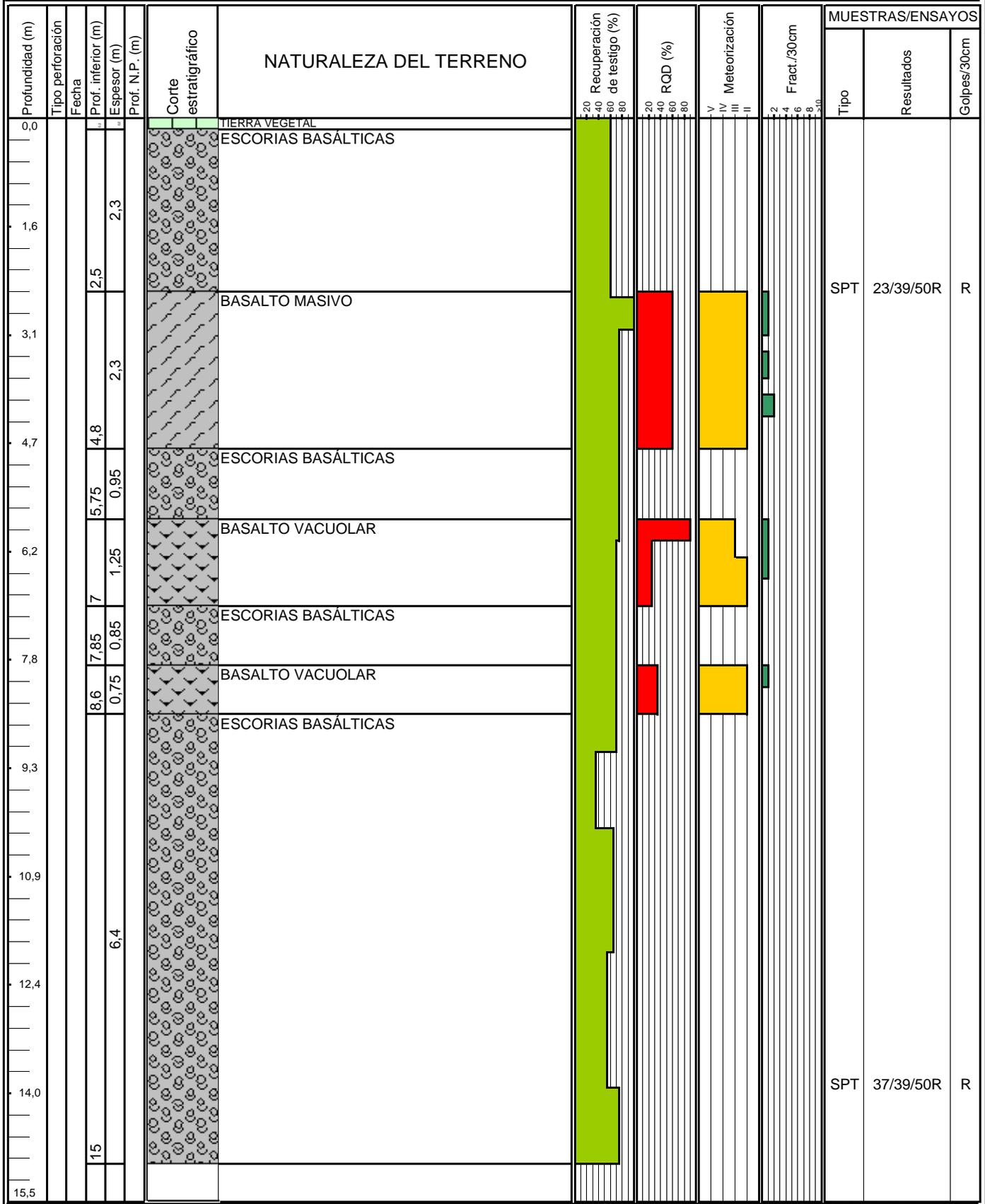
MI: MUESTRA INALTERADA MW: MUESTRA DE AGUA Ar: ARCILLA	MA: MUESTRA ALTERADA LF: ENSAYO LEFRANC PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	SPT: PENETRÓMETRO LG: ENSAYO LUGEON Ox: ÓXIDO DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO	TP: TESTIGO PARAFINADO Q: CUARZO
--	--	---	-------------------------------------

Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-3 Hoja: 1 F. de inicio: 18/09/2018 F. finalización: 18/09/2018
---	---	---



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

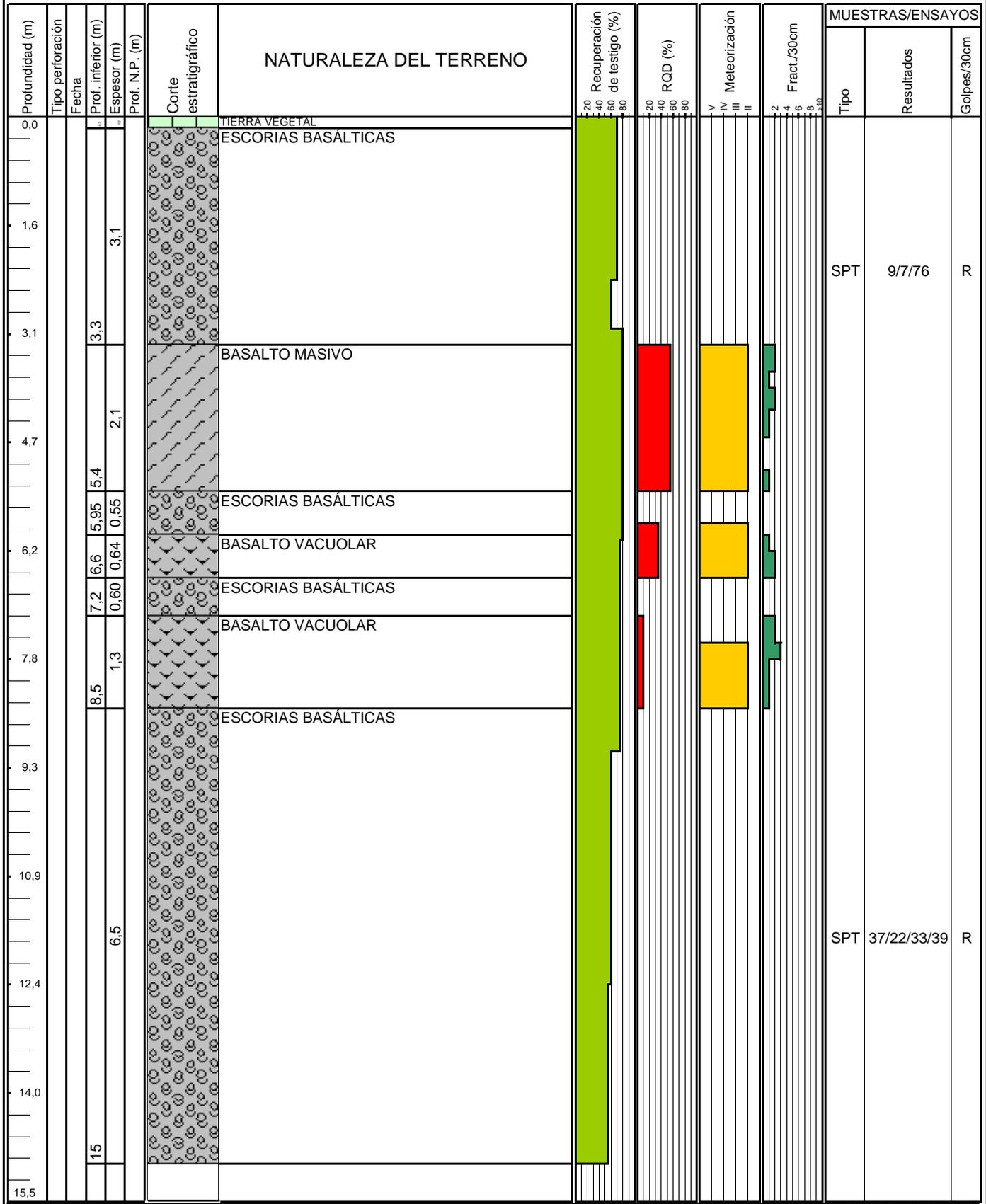
Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-4 Hoja: 1 F. de inicio: 17/09/2018 F. finalización: 17/09/2018
---	---	---



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

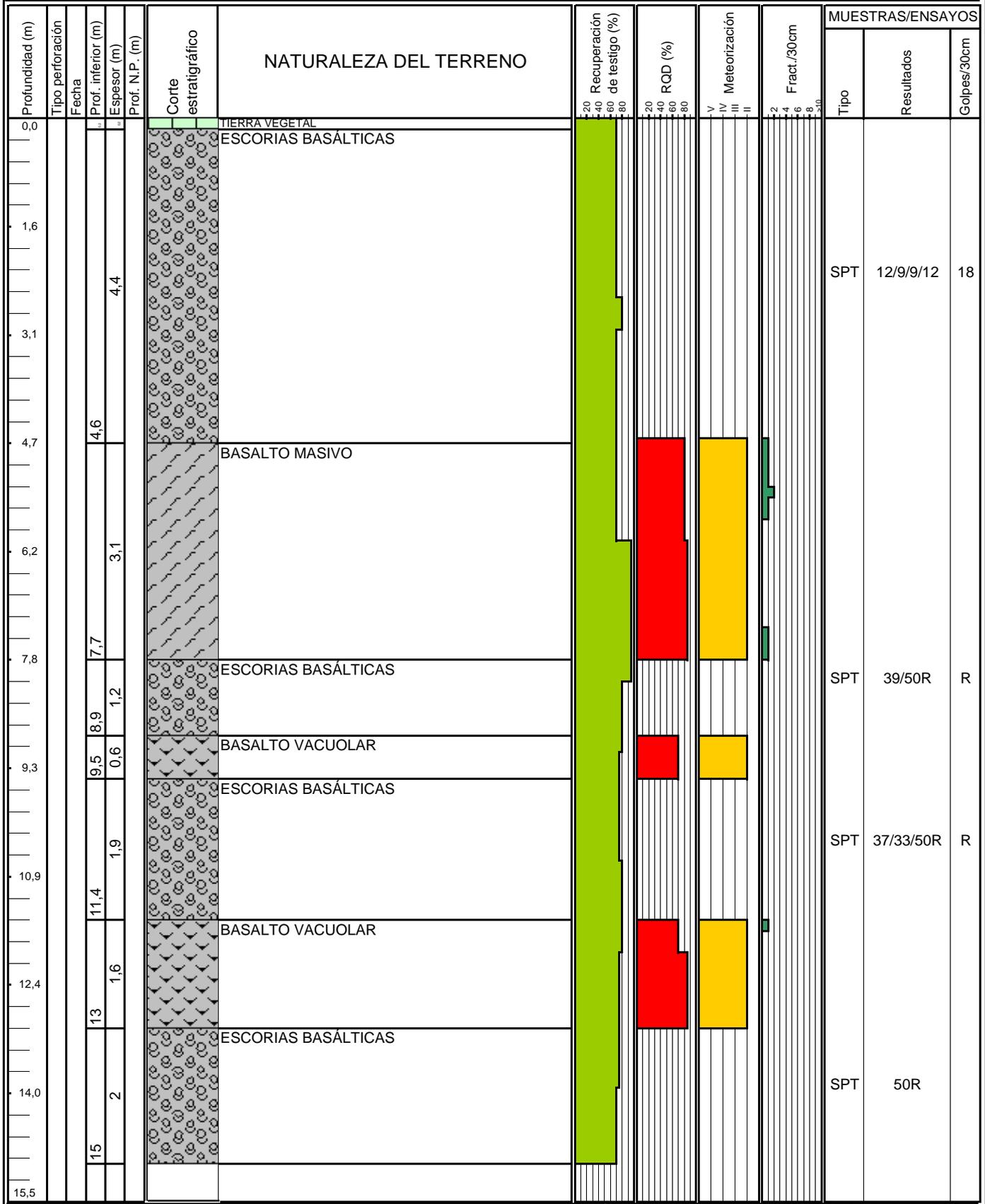
TP: TESTIGO PARAFINADO Q: CUARZO

Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-5 Hoja: 1 F. de inicio: 17/09/2018 F. finalización: 17/09/2018
---	---	---



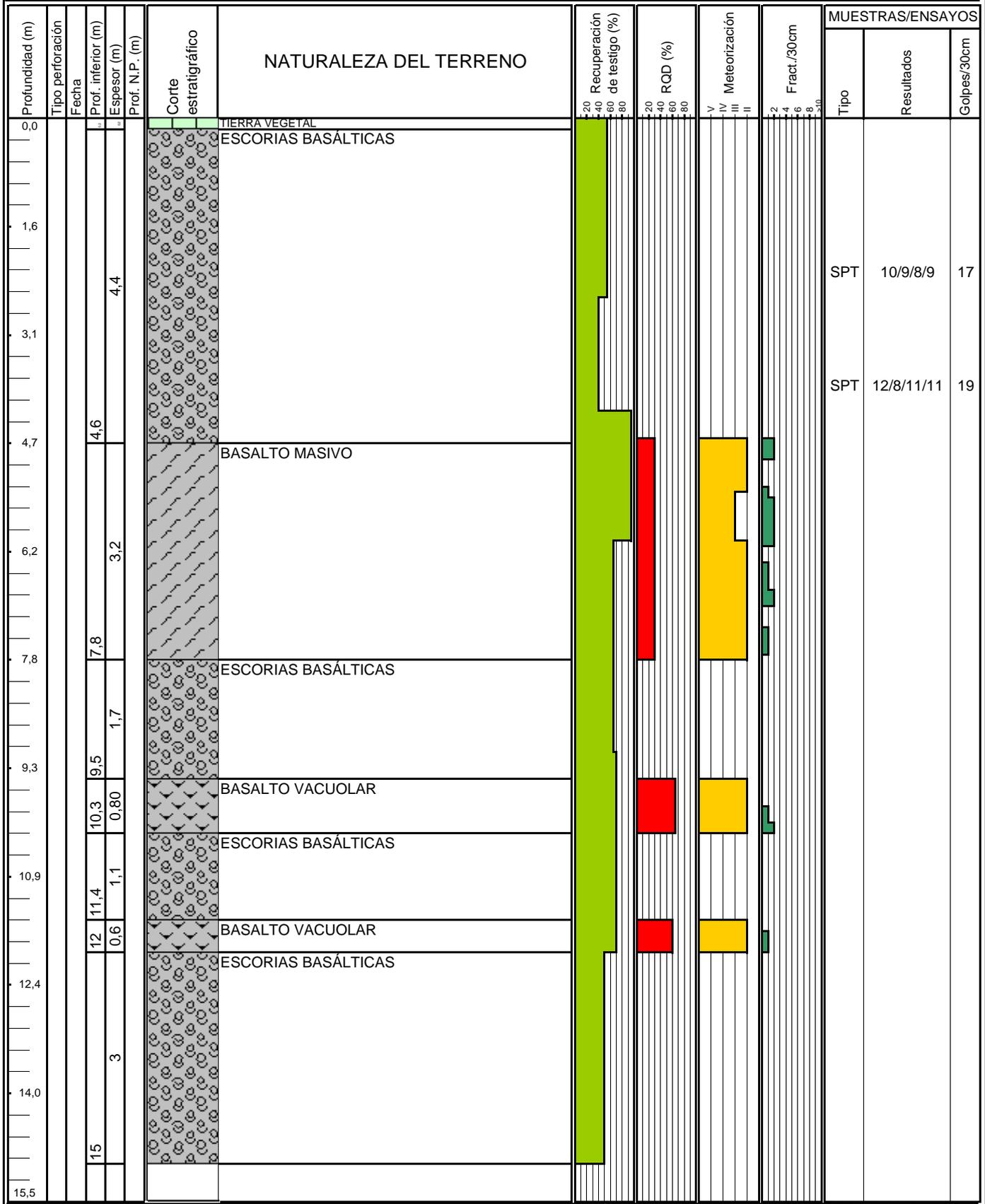
MI: MUESTRA INALTERADA MW: MUESTRA DE AGUA Ar: ARCILLA	MA: MUESTRA ALTERADA LF: ENSAYO LEFRANC PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	SPT: PENETRÓMETRO LG: ENSAYO LUGEON Ox: ÓXIDO DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO	TP: TESTIGO PARAFINADO Q: CUARZO
--	--	---	-------------------------------------

Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-6 Hoja: 1 F. de inicio: 14/09/2018 F. finalización: 14/09/2018
---	---	---



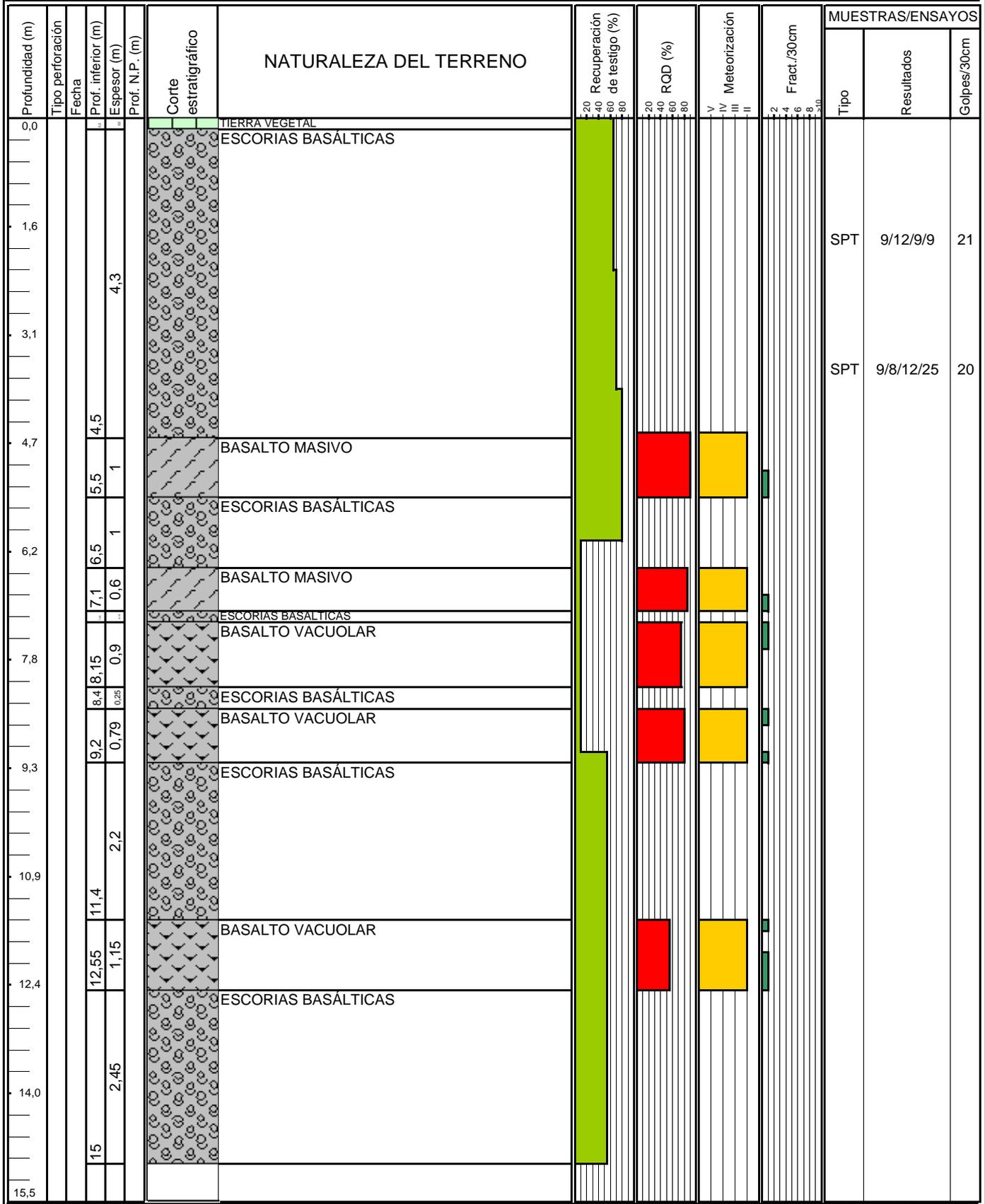
MI: MUESTRA INALTERADA MW: MUESTRA DE AGUA Ar: ARCILLA	MA: MUESTRA ALTERADA LF: ENSAYO LEFRANC PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	SPT: PENETRÓMETRO LG: ENSAYO LUGEON Ox: ÓXIDO DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO	TP: TESTIGO PARAFINADO Q: CUARZO
--	--	---	-------------------------------------

Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-7 Hoja: 1 F. de inicio: 19/09/2018 F. finalización: 19/09/2018
---	---	---



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

Supervisor: MARGARITA GUTIERREZ Empresa: TERRAGUA INGENIEROS Sondista: JUAN CARLOS MARTÍN CERVERA Máquina: TECOINSA TP 50D	P.K.: X UTM: Y UTM: Z UTM:	SONDEO: S-8 Hoja: 1 F. de inicio: 18/09/2018 F. finalización: 18/09/2018
---	---	---



MI: MUESTRA INALTERADA MV: MUESTRA DE AGUA Ar: ARCILLA	MA: MUESTRA ALTERADA LF: ENSAYO LEFRANC PR: ENSAYO PRESIOMÉTRICO	SPT: PENETRÓMETRO LG: ENSAYO LUGEON Ox: ÓXIDO DL: ENSAYO DILATOMÉTRICO
--	--	---

TP: TESTIGO PARAFINADO Q: CUARZO

SONDEO S-1



Emplazamiento del sondeo S-1



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-1



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-1



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-2



Emplazamiento del sondeo S-2



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-2



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



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

Empresa consultora:



Ciente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-2



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

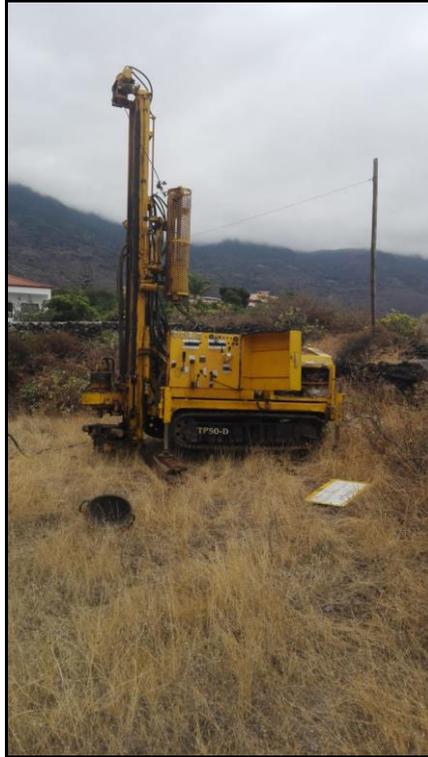
Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-3



Emplazamiento del sondeo S-3



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-3



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-3



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



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

Empresa consultora:



Ciente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-4



Emplazamiento del sondeo S-4



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-4



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-4



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-5



Emplazamiento del sondeo S-5



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

Empresa consultora:



Ciente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-5



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



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

Empresa consultora:



Ciente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-5



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-6



Emplazamiento del sondeo S-6



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-6



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-6



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



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

Empresa consultora:



Ciente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

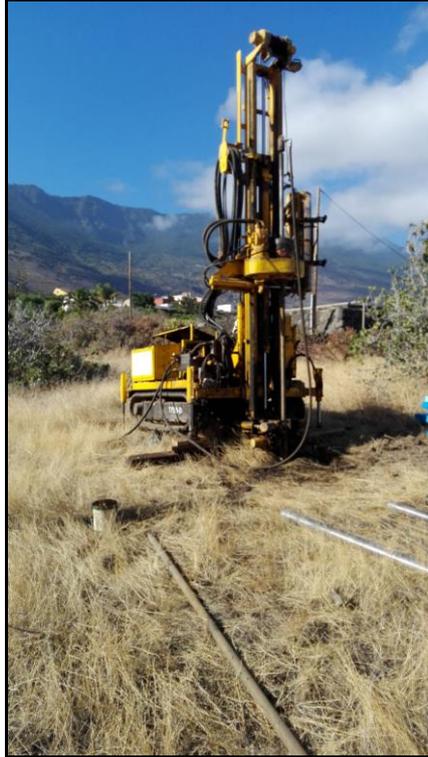
Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-7



Emplazamiento del sondeo S-7



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-7



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-7



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-8



Emplazamiento del sondeo S-8



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-8



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



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

Empresa consultora:



Cliente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

SONDEO S-8



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



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

Empresa consultora:



Ciente:

TRAGSATEC

Trabajo:

Estudio Geotécnico para Proyecto de Actualización y Mejora de la Red de Riego en El Golfo, Frontera, El Hierro

Anejo 5:

Informe de Sondeos

Fecha:

Octubre
2018

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

CÓDIGO ACTA	REF. OBRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
2926	70/18	70/18	09/10/18

Cliente: TRAGSATEC

Lugar del ensayo: Frontera, El Hierro

Fecha del ensayo: 14-19/09/18

Personal auxiliar: Juan Carlos Martín Cervera y Gabriel Fernández

Masa golpeo = 63,5 Kg Altura de caída= 760 mm

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N ₃₀
S-1	1.80 – 2.40	7/11/6/6	12
	3.00 – 3.60	9/8/9/12	17
	5.40 – 6.00	9/10/11/13	21
	9.00 – 9.41	27/32/50R	R
	11.40 – 11.94	37/30/44/50R	74
	13.80 – 14.10	36/50R	R
S-2	1.80 – 2.40	9/12/27/39	39
S-3	1.80 – 2.40	8/7/8/9	15
	4.20 – 4.80	6/7/7/9	14
	6.00 – 6.34	11/23/50R	R
S-4	2.20 – 2.57	23/39/50R	R
	13.50 – 13.94	37/39/50R	R
S-5	1.80 – 2.40	9/7/7/6	13
	11.40 – 12.00	37/22/33/39	55
S-6	2.00 – 2.60	12/9/9/12	18
	7.80 – 8.07	39/50R	R
	10.20 – 10.55	37/33/50R	R
S-7	2.00 – 2.60	10/9/8/9	17
	3.60 – 4.20	12/8/11/11	19
S-8	1.50 – 2.10	9/12/9/9	18
	3.30 – 3.90	9/8/12/25	20

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

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL2623	2018/341	70/18	09/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 05/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-1
Profundidad: 5,40 - 6,00 m.
Fecha de muestreo: 14/09/2018

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

CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire (g)	2421,6
B	Muestra total retenida sobre el tamiz de 20 mm, lavada y seca (g)	412,1
C	Porción que pasa por el tamiz de 20 mm, seca al aire ensayada (g)	2008,2
D	Muestra retenida entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	573,3
$E = D \times f_1$	Muestra total entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	573,67
$F = B + E$	Muestra total retenida en el tamiz de 2 mm lavada y seca (g)	985,77
G	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada secada al aire (g)	119,369
$H = G \times f$	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada y seca (g)	118,27
$J = (A - F) \times f$	Muestra total que pasa por el tamiz de 2 mm seca (g)	1422,61
$K = F + J$	Muestra total seca (g)	2408,38

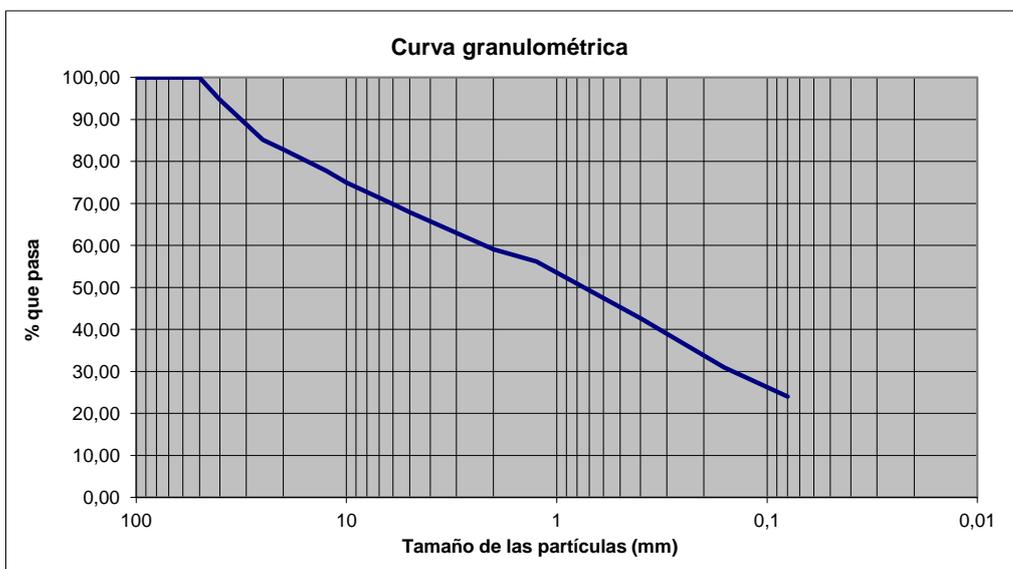
HUMEDAD HIGROSCÓPICA

$W = (a/s) \times 100$	Humedad higroscópica	0,93
--	Referencia tara	0,00
a	Agua (g)	0,31
t + s + a	tara + suelo + agua (g)	53,76
t + s	tara + suelo (g)	53,45
t	tara (g)	19,87
$s = (t+s) - t$	suelo (g)	33,57
$f = 100 / (100 + W)$	Factor de corrección	0,991

GRANULOMETRÍA

Tamiz UNE (mm)	Pasa (%)
100	100,00
80	100,00
63	100,00
50	100,00
40	94,76
25	85,12
20	82,89
12,5	77,74
10	74,94
6,3	70,31
5	67,85
2	59,07
1,25	56,14
0,4	42,60
0,16	30,95
0,08	24,03

Curva granulométrica



VºBº EL DIRECTOR



JOSE FELICIANO GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



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
GTL2623	2018/341	70/18	09/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 05/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-1
Profundidad: 5,40 - 6,00 m.
Fecha de muestreo: 14/09/2018

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	32,15%	gruesas De 19 a 75 mm	17,11%
		finas De 4,75 a 19 mm	15,04%
Arenas	43,82%	gruesas De 2 a 4,75 mm	8,78%
		medias De 0,425 a 2 mm	16,47%
		finas De 0,080 a 0,425 mm	18,57%
Limos y arcillas		Menos de 0,080 mm	24,03%

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

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM)

VºBº EL DIRECTOR



JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

ACTA DE RESULTADOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN ION SULFATO DE UN SUELO (UNE 83963:2008)

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL2624	2018/341	70/18	09/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 08 al 09/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-1
Profundidad: 5,40 - 6,00 m.
Fecha de muestreo: 14/09/2018

DATOS DEL ENSAYO

Peso de la muestra ensayada (Ms) (g)	50,4
Pasa por el tamiz 2 UNE (%)	59,07
Volumen solución analizada (Vsa) (ml)	188
Volumen solución en el frasco (Vs) (ml)	188
Masa del crisol vacío (Mc) (g)	25,344
Masa del crisol después de calcinar (Mcc)	25,347

RESULTADOS

Parámetro	Símbolo	Valor
Masa del suelo analizado (g)	$Mm = Vsa/Vs \times Ms$	50,40
Masa del precipitado de BaSO ₄ (g)	$Mp = Mcc - Mc$	0,003
Contenido en SO₄ (mg/kg SO₄)	$MSO_4 = Mp/Mm \times 411600$	14,5

VºBº EL DIRECTOR



JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

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

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL2625	2018/342	70/18	09/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 08/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-3
Profundidad: 1,80 - 2,40 m.
Fecha de muestreo: 18/09/2018

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

CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire (g)	3125,6
B	Muestra total retenida sobre el tamiz de 20 mm, lavada y seca (g)	22,4
C	Porción que pasa por el tamiz de 20 mm, seca al aire ensayada (g)	2220,9
D	Muestra retenida entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	578,4
$E = D \times f_1$	Muestra total entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	808,18
$F = B + E$	Muestra total retenida en el tamiz de 2 mm lavada y seca (g)	830,58
G	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada secada al aire (g)	139,416
$H = G \times f$	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada y seca (g)	138,37
$J = (A - F) \times f$	Muestra total que pasa por el tamiz de 2 mm seca (g)	2277,76
$K = F + J$	Muestra total seca (g)	3108,35

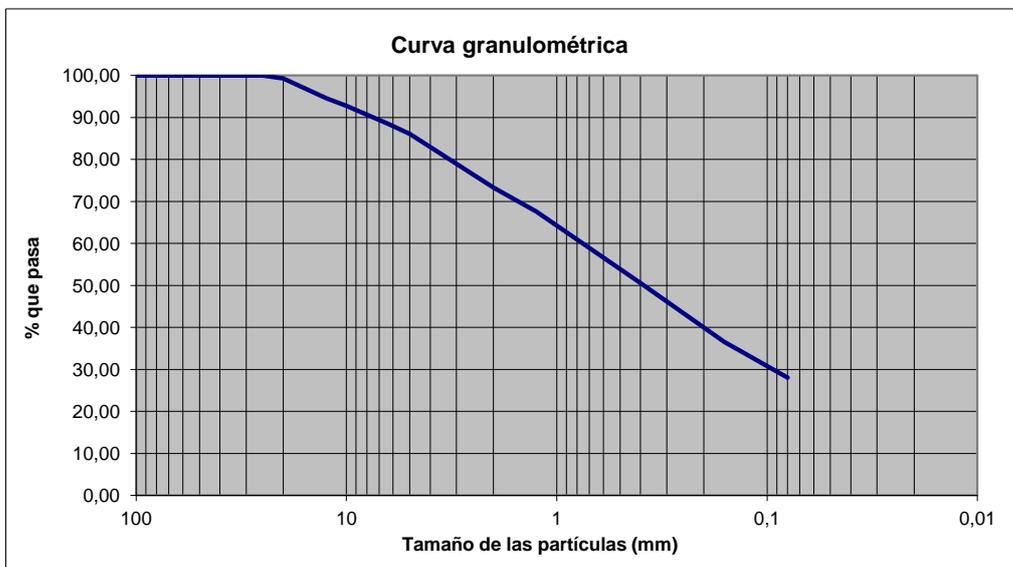
HUMEDAD HIGROSCÓPICA

$W = (a/s) \times 100$	Humedad higroscópica	0,76
--	Referencia tara	0,00
a	Agua (g)	0,16
t + s + a	tara + suelo + agua (g)	43,38
t + s	tara + suelo (g)	43,22
t	tara (g)	22,10
$s = (t+s) - t$	suelo (g)	21,12
$f = 100 / (100 + W)$	Factor de corrección	0,992

GRANULOMETRÍA

Tamiz UNE (mm)	Pasa (%)
100	100,00
80	100,00
63	100,00
50	100,00
40	100,00
25	100,00
20	99,28
12,5	94,58
10	92,77
6,3	88,41
5	86,04
2	73,28
1,25	67,59
0,4	50,50
0,16	36,55
0,08	28,04

Curva granulométrica



VºBº EL DIRECTOR



JOSE FELICIANO GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



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
GTL2625	2018/342	70/18	09/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 08/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-3
Profundidad: 1,80 - 2,40 m.
Fecha de muestreo: 18/09/2018

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	13,96%	gruesas	De 19 a 75 mm	0,72%
		finas	De 4,75 a 19 mm	13,24%
Arenas	58,00%	gruesas	De 2 a 4,75 mm	12,76%
		medias	De 0,425 a 2 mm	22,77%
		finas	De 0,080 a 0,425 mm	22,47%
Limos y arcillas		Menos de 0,080 mm	28,04%	

Coefficiente de uniformidad
($C_u = D_{60}/D_{10}$)

Coefficiente de concavidad
($C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$)

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ARENA LIMOSA (SM)

VºBº EL DIRECTOR



JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

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

CÓDIGO ACTA	MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA ACTA
GTL2626	2018/343	70/18	10/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 09/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-4
Profundidad: 1,20 - 1,80 m.
Fecha de muestreo: 17/09/2018

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

CÁLCULOS PREVIOS

A	Muestra total seca al aire (g)	2080,4
B	Muestra total retenida sobre el tamiz de 20 mm, lavada y seca (g)	392,8
C	Porción que pasa por el tamiz de 20 mm, seca al aire ensayada (g)	1686,9
D	Muestra retenida entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	484,2
$E = D \times f_1$	Muestra total entre 20 mm y 2 mm, lavada y seca (g)	484,40
$F = B + E$	Muestra total retenida en el tamiz de 2 mm lavada y seca (g)	877,20
G	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada secada al aire (g)	126,517
$H = G \times f$	Muestra que pasa tamiz de 2 mm ensayada y seca (g)	123,71
$J = (A - F) \times f$	Muestra total que pasa por el tamiz de 2 mm seca (g)	1176,53
$K = F + J$	Muestra total seca (g)	2053,73

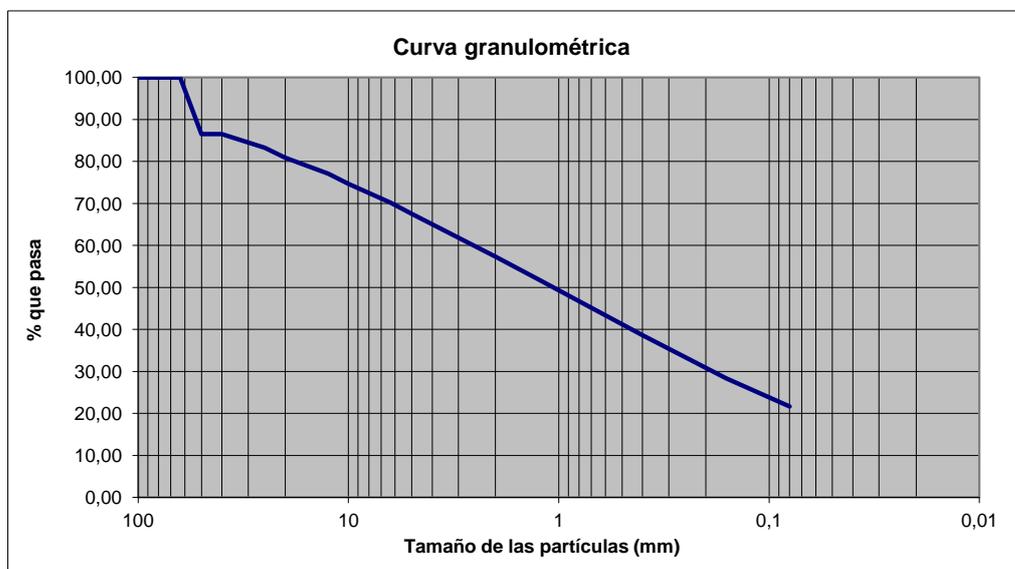
HUMEDAD HIGROSCÓPICA

$W = (a/s) \times 100$	Humedad higroscópica	2,27
--	Referencia tara	0,00
a	Agua (g)	0,63
t + s + a	tara + suelo + agua (g)	47,64
t + s	tara + suelo (g)	47,01
t	tara (g)	19,17
$s = (t+s) - t$	suelo (g)	27,84
$f = 100/(100+W)$	Factor de corrección	0,978

GRANULOMETRÍA

Tamiz UNE (mm)	Pasa (%)
100	100,00
80	100,00
63	100,00
50	86,54
40	86,54
25	83,23
20	80,87
12,5	77,09
10	74,64
6,3	70,15
5	67,54
2	57,29
1,25	51,94
0,4	38,56
0,16	28,35
0,08	21,60

Curva granulométrica



VºBº EL DIRECTOR



JOSE FELICIANO GUTIERREZ GONZALEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



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
GTL2626	2018/343	70/18	10/10/2018

Obra: DEPÓSITO DE AGUA PARA LA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, T.M. FRONTERA, EL HIERRO
Cliente: TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo: 09/10/2018

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Suelo
Situación: S-4
Profundidad: 1,20 - 1,80 m.
Fecha de muestreo: 17/09/2018

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	32,46%	gruesas	De 19 a 75 mm	19,13%
		finas	De 4,75 a 19 mm	13,34%
Arenas	45,93%	gruesas	De 2 a 4,75 mm	10,25%
		medias	De 0,425 a 2 mm	18,73%
		finas	De 0,080 a 0,425 mm	16,96%
Limos y arcillas		Menos de 0,080 mm	21,60%	

Coefficiente de uniformidad ($C_u = D_{60}/D_{10}$)	218,18
Coefficiente de concavidad ($C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$)	1,23

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM)

VºBº EL DIRECTOR



JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

ACTA DE RESULTADOS
ENSAYO DE CARGA PUNTUAL SEGÚN NORMA UNE 22950-5

ACTA	OBRA	EXPTE.	FECHA ACTA
GTL2627	70/18	70/18	09/10/2018

Obra:	DEPÓSITO DE AGUA PARA RED DE RIEGO DE EL GOLFO, FRONTERA, EL HIERRO
Cliente:	TRAGSATEC, S.A.
Fecha de ensayo:	09/10/2018

RESULTADOS - ENSAYO DIAMETRAL

Sondeo	Prof. (m)	L (mm)	D (mm)	D' (mm)	Lilotipo	P (kN)	Is (kp/cm ²)	Is ₍₅₀₎ (kp/cm ²)	Factor correl. K	Resistencia δ (kp/cm ²)
S-2	7,20-7,34	140	70,5	61	BASALTO VACUOLAR	14,23	33,73	38,11	14	533,56
S-3	7,20-7,55	350	70	66	BASALTO MASIVO	32,74	72,26	82,96	16	1.327,44
S-6	6,95-7,20	250	71	66	BASALTO MASIVO	29,37	63,91	73,61	16	1.177,76
S-7	9,45-9,60	150	71	64	BASALTO VACUOLAR	16,56	37,15	42,50	14	595,01

VºBº EL DIRECTOR



JOSÉ FELICIANO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

VºBº EL/LA RESPONSABLE DE AREA



MARGARITA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	Fecha:17/10/18
	PROYECTO BÁSICO DE ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, FRONTERA, EL HIERRO	Página 1 de 5

1. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE HUNDIMIENTO DE LAS ESCORIAS BASÁLTICAS

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

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

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.

Para una losa se obtienen tensiones de hundimiento muy elevadas (>5 kg/cm²). La tensión admisible vendrá delimitada por los asientos.

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.

I₁ = 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:17/10/18
	PROYECTO BÁSICO DE ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, FRONTERA, EL HIERRO	Página 2 de 5

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

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.

3. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE HUNDIMIENTO DE LAS ROCAS

Para el cálculo de la tensión admisible de hundimiento de los basaltos masivos y vacuolares identificados en el subsuelo de la parcela se utilizó el método de Serrano y Olalla (1994 y 1996)

3.1. Tensión hundimiento del basalto masivo

a) Datos de partida

$\sigma_c =$	Resistencia a la compresión simple de la roca.
RMR =	Clasificación geomecánica de la roca según Bieniawski.
$m_o =$	Coeficiente de Hoek y Brown, su valor depende del tipo de roca.
$i_1 =$	Inclinación de la carga sobre la cimentación.
$\sigma_1 =$	Peso del terreno exterior a la cimentación si está enterrada.
$\gamma =$	Peso específico del material por encima de la superficie de cimentación
H=	Altura de tierras por encima de la superficie de cimentación

$$\sigma_c = 125 \text{ MPa}$$

$$\text{RMR} = 50$$

$$m_o = 20$$

$$i_1 = 0$$

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

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

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

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:

$$m = 3.354$$

$$s = 0.0039$$

Se calculan los parámetros β y ζ :

$$\beta = \frac{m \sigma_c}{8} ; \quad \beta = 52.399 \text{ MPa}$$

$$\zeta = \frac{8 \cdot s}{m^2} ; \quad \zeta = 0.003 \text{ MPa}$$

Se calcula la carga exterior adimensional normalizada:

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

$$\sigma_{01}^{\#} = 0.0028$$

Con este valor, se obtiene gráficamente $N_{\beta} = 3$. Ahora se calcula la carga de hundimiento por la ecuación:

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

	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	Fecha: 17/10/18
	PROYECTO BÁSICO DE ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DE LA RED DE RIEGO EN EL GOLFO, FRONTERA, EL HIERRO	Página 4 de 5

$$\sigma_h = 52.399 \times (3 - 0.003)$$

$$\sigma_h = 157.05 \text{ MPa}$$

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, $F_p = 37$ y $F_m = 8$. Por tanto, el coeficiente de seguridad es $F = 296$

Finalmente la carga admisible por hundimiento en el basalto masivo es:

$$\sigma_{adh} = \frac{\sigma_h}{F} ; \quad \sigma_{adh} = 0,53 \text{ MPa} \approx 5.31 \text{ kp/cm}^2$$

3.2. Tensión hundimiento del basalto vacuolar

a) Datos de partida

$$\sigma_c = 56 \text{ MPa}$$

$$\text{RMR} = 43$$

$$m_o = 20$$

$$i_1 = 0$$

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

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

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

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.

$$m = 2.612$$

$$s = 0.0018$$

Se calculan los parámetros β y ζ :

$$\beta = 18.282 \text{ MPa}$$

$$\zeta = 0.002 \text{ MPa}$$

Se calcula la carga exterior adimensional normalizada:

$$\sigma_{01}^{\#} = 0.0021$$

Con este valor, se obtiene gráficamente $N\beta = 3$. Ahora se calcula la carga de hundimiento por la ecuación:

$$\sigma_h = \beta \cdot (N\beta - \zeta)$$

$$\sigma_h = 18.282 \times (3 - 0.002)$$

$$\sigma_h = 54.81 \text{ MPa}$$

c) Determinación del coeficiente de seguridad y carga admisible

En este caso, $F_p = 25$ y $F_m = 5$. Por tanto, el coeficiente de seguridad es $F = 125$

Finalmente la carga admisible por hundimiento en el basalto vacuolar es:

$$\sigma_{adh} = \frac{\sigma_h}{F} ;$$

$$\sigma_{adh} = 0,44 \text{ MPa} \approx 4.38 \text{ kp/cm}^2$$

APÉNDICE 1

INFORMACIÓN GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA

 **TERRAGUA**
I N G E N I E R O
B-38847380
C/ Beatas N° 57-38380
La Victoria de Abenteio

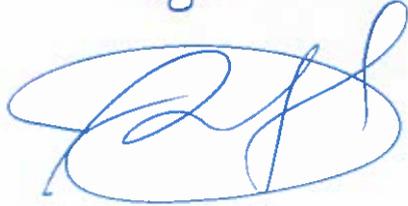


Tensiones admisibles en el depósito de: "Proyecto y de actualización y mejora de la red de riego en el Golfo, T.M. Frontera , El Hierro"

Muro	B (m)	L (m)	Tensión admisible (Brich Hansen)	Asientos bajo tensión admisible
Frontal	4,3	20	3,34 kg/cm ²	30,4 mm
Central	5	20	3,84 kg/cm ²	36,13 mm
Arrimo (*)	3,2	20	3,31 kg/cm ²	26 mm

(*)Si se considera un enterramiento mínimo de 50 cm (o mejora de ciclópeo bajo el muro de esa altura). Resto de los casos, sin enterramiento

Fdo: Margeritz Gutiérrez



 **TERRAGUA**
I N G E N I E R O S
B-38847380
C/. Beatas Nº 57. 38380
La Victoria de Acentejo