

**ESTUDIO DE SUELOS**  
**PROYECTO**  
**PUENTE DE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA**  
**PANAMA OESTE-ARRAIJAN -VACAMONTE**



**CLIENTE:**  
**INVERSIONES LOS TRES**

**ELABORADO POR:**



**INFORME: EG-008-2019**

**MAYO 2019**

## 1. INTRODUCCIÓN

EL INFORME DE SUELOS DEL PROYECTO “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA EL PUENTE DE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA**” se realiza a petición de **INVERSIONES LOS 3, S.A.**, y lo desarrolla **LANCO S.A.**

El presente informe pertenece al proyecto “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA EL PUENTE DE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA**”, distrito de Arraiján, corregimiento de Vacamonte, provincia Panamá Oeste, República de Panamá, y está basado en visita de reconocimiento, la técnica de sondeos mecánicos, y ensayos de laboratorio. El estudio realizado comprende zonas donde construcción de puentes, (ver anexo de ubicación). El alcance de los trabajos y los ensayos realizados, ha sido determinado por **INVERSIONES LOS 3, S.A.**

## 2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de la presente investigación, es aportar información sobre las características de los materiales del terreno, en la zona estudiada (porción de área, ver anexo de ubicación), de forma tal que pueda ser utilizado para el diseño, planificación y construcción, del mencionado proyecto.

### 3. ALCANCE

El presente informe geotécnico, está basado en la investigación geotécnica de campo y los ensayos de laboratorio, aportarán la siguiente información:

- Descripción de la investigación realizada, detallándose los datos obtenidos en los sondeos, recuperación en roca y ensayos de laboratorio.
- Determinación de la profundidad de las aguas freáticas y aguas colgadas, si la hubiera.
- Determinación de las irregularidades que puede presentar el terreno, como cavidades desconocidas, presencia de materia orgánica, fallas geológicas,...etc.
- Identificación de las diferentes Unidades Litológicas determinadas en el área de estudio.

## 4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, está situada en el distrito de Arraiján, corregimiento de Vacamonte, provincia de Panamá Oeste, República de Panamá, sobre el río Hurón (ver anexo de ubicación).

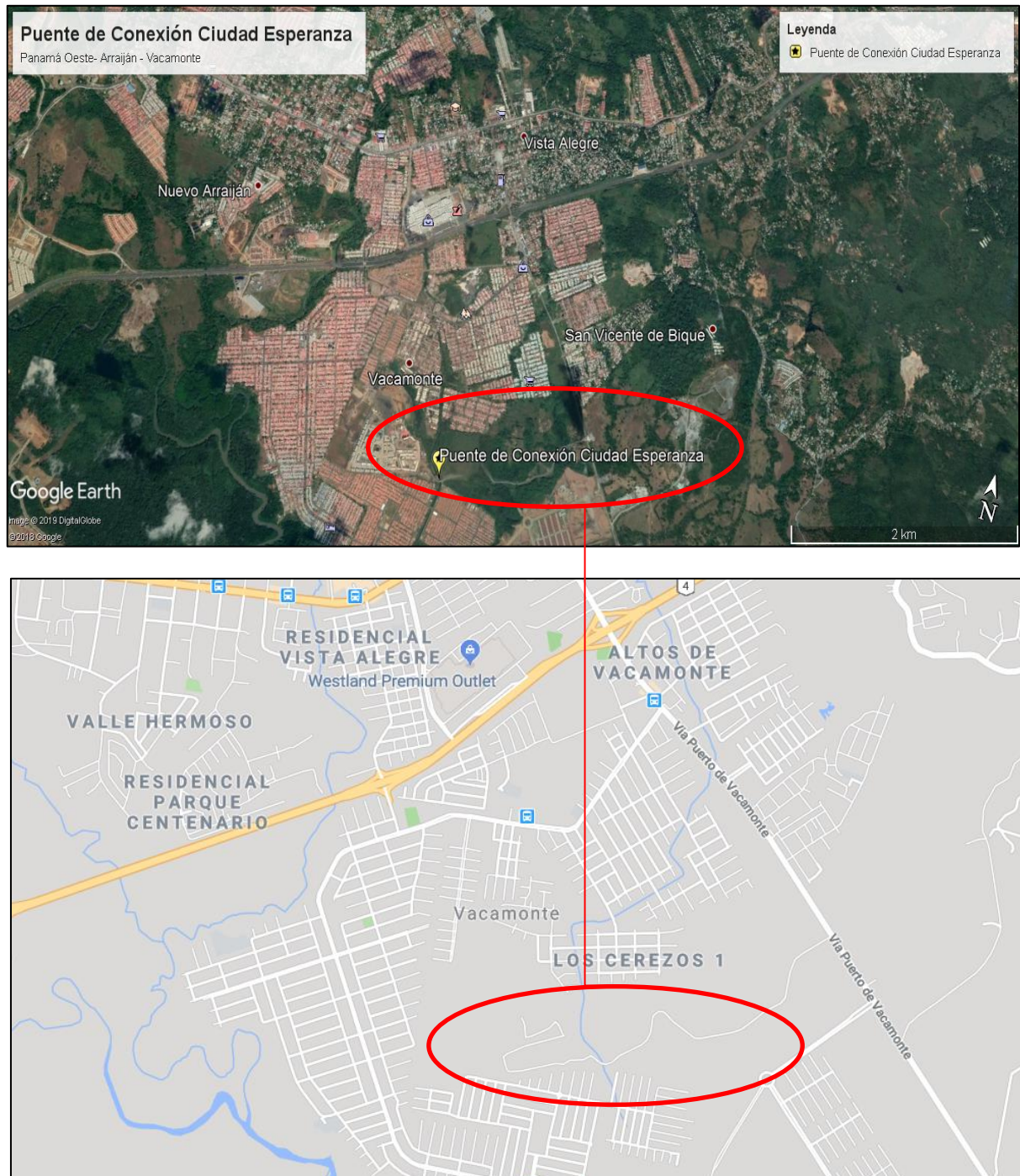


Figura 1. Mapa de ubicación de la obra- Puente de Conexión Ciudad Esperanza – Arraiján Vacamonte

## 5. INFORMACIÓN UTILIZADA.

La información utilizada para la realización del presente informe a parte de los trabajos de investigación ha sido la siguiente:

- Mapa geológico de Panamá y sus alrededores. R.H y J.L. Stewart con la colaboración de W.P. Woodring
- Reglamento para el diseño estructural en la República de Panamá. REP-2014.
- Información disponible en entidades públicas e internacionales
  - Instituto Geográfico “Tommy Guardia” <http://www.ignpanama.gob.pa/>
  - Ministerio de Obras Públicas de Panamá. <http://www.mop.gob.pa/>
  - Observatorio Sísmico del Occidente de Panamá. <http://www.osop.com.pa/>
  - Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. <http://www.hidromet.com.pa/>
  - Instituto de Geociencias – Red Sísmológica Nacional – Universidad de Panamá. <http://www.geocienciaspanama.org/>
  - Autoridad Nacional del Ambiente. <http://www.anam.gob.pa/>
- Material bibliográfico
  - Ingeniería geológica. De Luis I. Gonzalez de Vallejo, 2004, PEARSON EDUCACIÓN S.A.
  - Tropical residual Soils. De Peter G.Fookes, 1997, Series Editor M. EDDELESTON.
  - Handbook of Tropical Residual Soils Engineering. De Bujang B.K. Huat, David G. Toll & Arund Prasad, 2012, Tailor & Francis Group.
  - Tropical Residuals Soils Geological Society Engineerin Group Working Party Report. De The Geological Society of London, 1990, Engineering Geology Special Publications.



## 6. AMBIENTE TECTÓNICO Y SÍSMICO REGIONAL

El Istmo de Panamá está situado sobre una miniplaca tectónica a la cual se ha denominado Bloque de Panamá. Esta miniplaca se encuentra activa sísmicamente, debido a la colisión de cuatro grandes placas tectónicas de las cuales está rodeada: la Placa Caribe, al norte; la Placa de Nazca, al sur; la Placa del Coco, al sudoeste y la Placa Suramericana, al este. Panamá presenta una historia sismotectónica reciente del Terciario, época en la cual emergen las estructuras que actualmente se conocen.

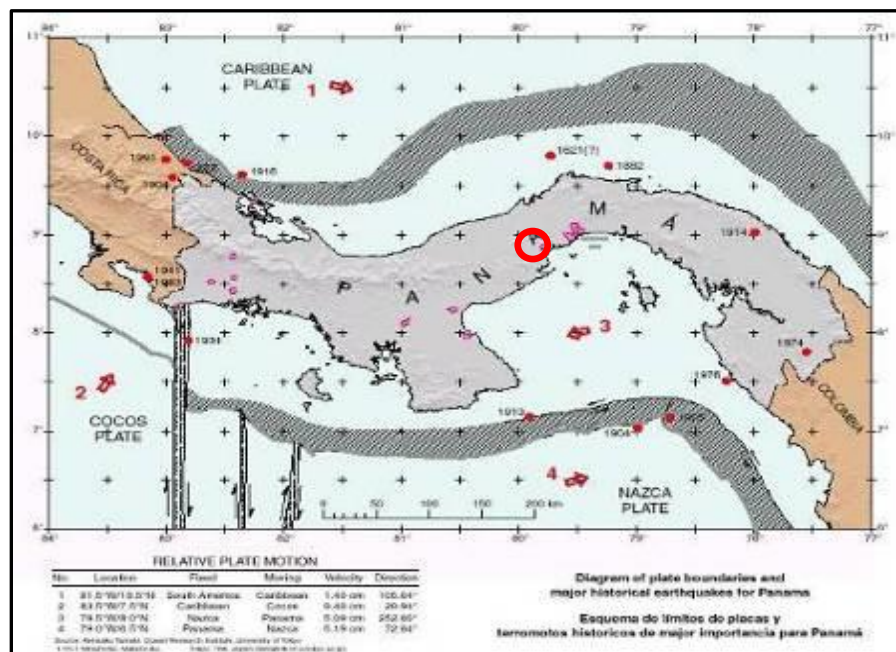


Figura 2. Configuración tectónica del bloque de Panamá. El círculo rojo muestra el lugar donde se ubica el área de estudio.

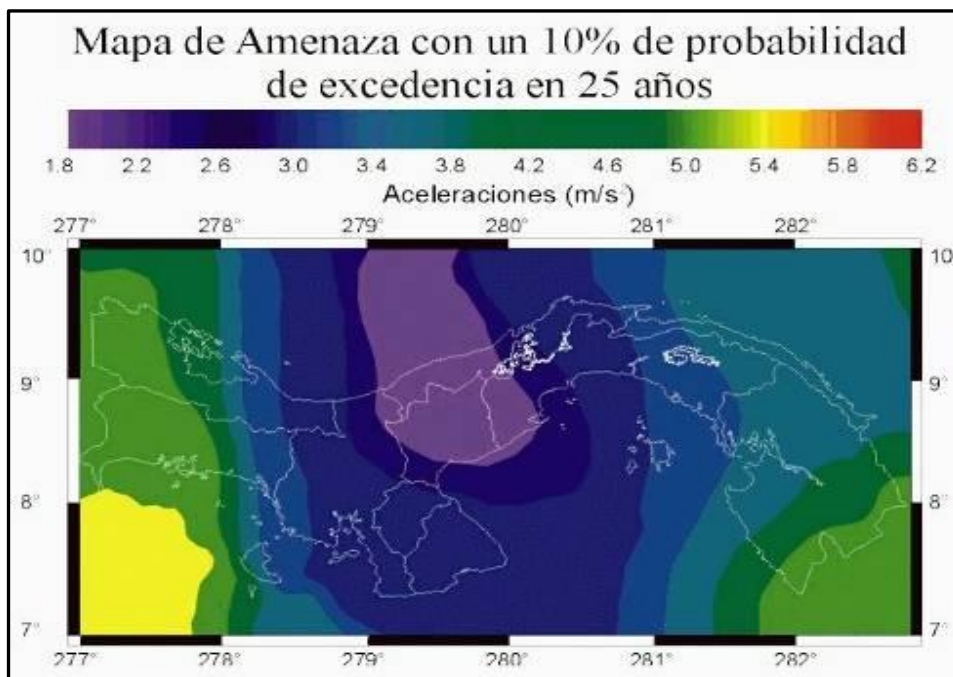


Figura 3. Mapa de amenaza sísmica de la República de Panamá

## 6.1 SISMICIDAD Y PERFIL SÍSMICO

La tabla que se presenta a continuación, muestra los coeficientes de aceleración para la República de Panamá. Se ha resaltado con un rectángulo rojo la perteneciente a la zona de la provincia de Panamá Oeste, Arraiján, que es el lugar donde se aproxima a la zona en estudio. . Datos de aceleración espectral obtenidos interpolación de los mapas sísmicos REP-2014(PGA,  $S_1$  y  $S_s$ ) según ubicación del puente, corregimiento de Vacamonte que es el lugar de la zona en estudio.

**Aceleración Pico del suelo/(PGA) 5% Amortiguamiento critico= 0.42g**

**Aceleración Espectral 1.0 seg. ( $S_1$ ) /5% Amortiguamiento critico = 0.40g**

**Aceleración Espectral 0.2 seg. ( $S_s$ ) /5% Amortiguamiento critico = 0.96g**

TABLA 1. Coeficiente de aceleración de velocidades sísmicas (Tomado de REP 2014)

Coeficientes de aceleración						
Ciudad	Provincia	Latitud	Longitud	Sitio Clase	$S_s$	$S_1$
Agua Dulce	Coclé	08°15'00"N	80°33'00"W	B	0.720	0.304
Aligandí	Kuna Yala	09°14'00"N	78°01'00"W	B	0.940	0.380
Almirante	Bocas del Toro	09°18'00"N	82°24'00"W	B	1.282	0.517
Bocas del Toro	Bocas del Toro	09°20'00"N	82°15'00"W	B	1.285	0.522
Boquete	Chiriquí	08°47'00"N	82°26'00"W	B	1.410	0.529
Changuinola	Bocas del Toro	09°26'00"N	82°31'00"W	B	1.349	0.532
Chepo	Panamá	09°10'00"N	79°06'00"W	B	0.940	0.369
Chiriquí Grande	Bocas del Toro	08°57'00"N	82°07'00"W	B	1.078	0.443

Coeficientes de aceleración						
Ciudad	Provincia	Latitud	Longitud	Sitio Clase	S <sub>s</sub>	S <sub>1</sub>
Chitré	Herrera	07°58'00"N	80°26'00"W	B	0.776	0.381
Chorrera	Panamá	08°52'40"N	79°46'41"W	B	Ver Mapas	
Colón	Colón	09°21'33"N	79°54'05"W	B	Ver Mapas	
Concepción	Chiriquí	08°31'00"N	82°37'00"W	B	1.500	0.607
Coronado	Coclé	08°31'57"N	79°53'13"W	B	0.596	0.258
David	Chiriquí	08°25'38"N	82°25'51"W	B	1.500	0.564
El Real	Darién	08°06'36"N	77°44'04"W	B	1.445	0.503
El Valle	Coclé	08°36'03"N	80°07'49"W	B	0.592	0.247
Jaqué	Darién	07°31'03"N	78°10'13"W	B	0.940	0.380
La Palma	Darién	08°24'10"N	78°08'43"W	B	0.940	0.380
Las Tablas	Los Santos	07°46'00"N	80°17'00"W	B	0.836	0.390
<b>Panamá</b>	<b>Panamá</b>	<b>08°59'37"N</b>	<b>79°31'11"W</b>	<b>B</b>	<b>Ver Mapas</b>	
Penonomé	Coclé	08°31'00"N	80°22'00"W	B	0.623	0.260
Portobelo	Colón	09°33'00"N	79°39'00"W	B	0.940	0.380
Puertos Armuelles	Chiriquí	08°17'00"N	82°52'00"W	B	1.500	0.636
Puerto Obaldía	Kuna Yala	08°39'52"N	77°25'08"W	B	0.940	0.370
Santiago	Veraguas	08°06'00"N	80°59'00"W	B	0.712	0.347
Soná	Veraguas	08°01'00"N	81°19'00"W	B	0.800	0.368
Tonosí	Los Santos	07°24'00"N	80°27'00"W	B	1.020	0.517

## 6.2 GEOLOGÍA REGIONAL

Las rocas presentes en la zona de proyecto, pertenecen a la Formación Volcánicas (TM- Catu).

La **Formación Tucue(TM- Catu)**, grupo cañazas de origen periodo Terciario, descripción de la formación volcánica compuesto de Andesitas/basaltos, tobas brechas, lavas.





**Ref.: EG-008-2019**

PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	COLOR	DESCRIPCIÓN FORMACIONES VOLCÁNICAS
CUATER-NARIO		C. Picacho	OPS - P		Basaltos/andesita, conglomerados, aluviones, coluviones, lodolitas.
		Barú	OPS - BA		Basaltos/andesita, cenizas, tobas aglomerados y lavas.
		Cerro Viejo	PI/PS - Cv		Basaltos/andesita, amigdaloides vídriosos. Basaltos Post-ignimbriticos.
TERCIARIO	La Yeguada	El Valle	TMPL-VA		Dacitas, brechas, plugs, flujos ignimbriticos, pumitas, tobas finas. Andesitas/basaltos, tobas y subintrusivos de grano fino.
		La Yeguada	TM - Y		Dacitas, Ignimbritas y Tobas.
		Bale	TM - Yba		Dacitas, riodacitas, riolitas.
		G. El Encanto	TM - Yen		Dacitas, riodacitas, ignimbritas, sub-intrusivos, tobas y lavas.
		Playa Colorada	TM - PC		Dacitas, Ignimbritas.
	Cañazas	Virigua	TM - Cavi		Andesitas, basaltos, brechas, tobas, bloques, sub-intrusivos, diques-swarns, sedimentos volcánicos.
		Tucué	TM - CATu		Andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y "plugs".
		Rio Culebra	TM - CArc		Andesitas, basaltos y tobas.
	San Pedrito	Cañazas	TM - CA		Andesitas, basaltos y tobas.
		San Pedrito	TM - SP		Tobas y aglomerados.
		Boró	TM - SPb		Andesitas, basaltos, arena, lutitas, sedimentos epiclásticos. Madera silicificada, conglomerado, brechas.
		Pedro Miguel	TM - PM		Agglomerado, grano fino a grueso.
		Cucaracha	TM - C		Andesitas, tobas, arcillas bentoníticas, areniscas tobáceas.
		Las Cascadas	TM - CAS		Agglomerados, tobas de grano fino y andesitas.
	Panamá	Las Perlas	TOM - LP		Andesitas/basaltos, lavas y piroclásticas.
		Panamá (f. volc.)	TO - PA		Andesita, aglomerado, tobas de grano fino, conglomerado depositado por corrientes.
		Bas Obispo	TO - PAbo		Basaltos/Andesitas, piroclásticos y bloques.
SECUNDARIO	Majé	Complejo Majé	TO-MA		Andesitas/basaltos, piroclásticos y aglomerados.
		Sur de Soná	TO - MAso		Basaltos y Diabasas.
		Soná	TEO - SO		Andesitas/basaltos, aglomerados y tobas.
		Tribique	TEO - TRI		Diabasas.
		El Piro	TE - PI		Piroclásticos, tobas y bombas.
	Playa Venado	Caobanera	KT - VEca		Agglomerados volcánicos, brechas, conglomerados, tobas de granos fino interestratificado.
		Pta. Sabana	K - VEps		Lavas en almohadillas, basaltos y diabasas interestratificados con sedimentos piroclásticos.
		Playa Venado	K - VE		Basaltos, pillow lavas.
		Dacitas Loma M.	K-LMd		Dacitas.
		Quebro	K - QUE		Basaltos picríticos, picritas y gabros olivínicos

## 7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 7.1 VISITAS DE RECONOCIMIENTO Y PLANIFICACIÓN

El día 17 de abril de 2019, se ha realizado una visita de reconocimiento del terreno, así como la ubicación in situ de los trabajos a ejecutar.

### 7.2 PERFORACIÓN CON RECUPERACIÓN DE TESTIGO

Para la elaboración del presente informe se han realizado un total de dos (2) **sondeos**, donde se perforó **57.13 m** lineales de profundidad en su totalidad, de tal manera que:

**TABLA 2. Cantidad de longitud perforada por sondeos**

Sondeo	Estribo	Estación	Profundidad de perforada(m)
S1	Estribo N°2	1k+467.10	25.00
S2	Estribo N°1	1k+427.92	26.00
<b>TOTAL</b>			<b>51.00</b>

La campaña de perforación del sondeo se ha realizado el día 15 al 17 de abril del 2019, empleando el equipo de perforación modelo ROLATEC RL 48L, el cual es una máquina de perforación a rotación con circulación de fluidos directos, perforaciones saca testigos y SPT estándar integrado (Ver Figura 5).





**Figura 5. Equipo de perforación utilizado en la ejecución de los sondeos**

### 7.3 ENSAYOS DE SPT

El SPT se realiza introduciendo dinámicamente en el suelo un toma-muestras, del tipo cuchara partida de 50 mm de diámetro externo y 35 mm de diámetro interno, mediante golpes de un martillo de 63.5 kilogramos de peso, con caída libre de 76 cm. El número de golpes del martillo necesarios para hincar los 30 cm centrales del total de 60 cm penetrados del toma-muestras, se registra como valor  $N_{30}^{SPT}$  (valor N de resistencia a la penetración), el cual puede ser correlacionado con parámetros geotécnicos.

El ensayo se suspende cuando se exceden 50 golpes para avanzar un tramo de 15 cm, y se considera rechazo.

Una vez detectado rechazo en la prueba SPT se procedió a realizar cortes de roca mediante doble tubo equipado con brocas de diamante en diámetro (HQ), a las muestras obtenidas de los cortes de roca se les determinó la longitud recobrada y se les determinó el índice de calidad de la roca (R.Q.D.).

Para la caracterización geomecánicas de los suelos se recogieron muestras SPT y testigos parafinados a diferente cota.

Para efecto de descripción, se utilizó una escala de clasificación de consistencia y dureza para suelo y roca respectivamente. A continuación se describen las escalas adoptadas para los efectos de clasificación para los suelos.

**Tabla 3. Propiedades comunes de suelos cohesivos (Cuadro A6.2.6.6.1- REP-2014)**

Tipo Básico de Suelo	Números de goles/pies	Consistencia o Compacidad	Prueba Manual	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$U_c$ (KPa)
<b>Cohesivo</b>	>30	Dura	Difícil de mellar	>2.0	>400
	15 a 30	Muy Firme	Mellada con las uñas	2.08 – 2.24	200 – 400
	8 a 15	Firme	Mella por el pulgar	1.92 – 2.08	100 – 200
	4 a 8	Medianamente firme	Moldeada por presión fuerte	1.76 – 1.92	50 – 100
	2 a 4	Suave	Moldeada con presión leve	1.60 – 1.76	25 – 50
	< 2	Muy Suave	Se estruje entre los dedos	1.44 – 1.60	0 – 25
<b>No cohesivo</b>	>50	Muy Densa	N/A	-	N/A
	30 a 50	Densa	N/A	-	N/A
	10 a 30	Medianamente densa	N/A	-	N/A
	4 a 10	Suelta	N/A	-	N/A
	Menor de 4	Muy Suelta	N/A	-	N/A

Donde:

N(SPT)= resultados de la prueba de penetración estándar(golpes por pie)

$\gamma$ (g/cm<sup>3</sup>) = peso unitario saturado

$U_c$ = resistencia a compresión no confinada

## 7.4 DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA

Se describen las características litológicas de las muestras recuperadas en dos (2) sondeos realizados, tomando en cuenta el tipo de material, presencia de fragmentos de roca, nivel de compactación, cimentación, grado de meteorización...etc.

La descripción de visual de las unidades litológicas se ha realizado en base a la norma ASTM D 2488 y ASTM D 5434.

## 7.5 DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras tomadas en campo en los sondeos realizados, son llevadas al laboratorio para realizarles la descripción litológica, y proceder a los análisis correspondientes.

A continuación se describe brevemente el procedimiento de cada ensayo realizado:

- Granulometría (ASTM-D6913): Se toma la muestra del intervalo indicado en la planilla de solicitud de ensayos, se disgrega el material golpeándolo con un mazo de goma, cuchillo o espátula, se mezcla, se cuartea y se escoge el material de dos cuadrantes encontrados, se pesa y se deja con agua en reposo durante 16 horas, para proceder a lavarla a través de la malla 200, de allí se lleva al horno de 16 a 24 horas a 60°C, al sacar la muestra del horno, se pesa y seguidamente se procede a tamizarla con los tamices desde N° 40 .

De allí se hacen los cálculos para determinar la cantidad de material que es retenido en cada tamiz, y finalmente se procede a elaborar las planillas y gráficas de resultados.

- Límites de Atterberg (ASTM-D4318): La fracción restante de la muestra trabajada en la granulometría, se tamiza por la malla 40, se prepara una mezcla homogénea y se deja en reposo durante 16 horas. Después, con la Cuchara de Casagrande, se



llena hasta la mitad, se enrasa, se realiza un surco con el ranurador del equipo, y se determina el límite líquido a tres puntos hasta completar de 30 a 33 golpes; 24 a 26 golpes y 15 golpes respectivamente, debiendo darse dos golpes por segundo.

Al momento de alcanzar un cierre de las mitades de aproximadamente media pulgada, se extrae la porción unida, se coloca en una tara de peso conocido y se pesa el conjunto; se lleva al horno, a masa constante, a aproximadamente 100°C, se saca y se pesa nuevamente, determinando el contenido de humedad. Este procedimiento se debe repetir en los tres puntos, y luego se calcula el promedio de las lecturas.

Del mismo material colocado en la cuchara de Casagrande, se toma una porción para hacer el límite plástico, creando rollitos a 1/8" hasta fisurarse, se fracciona y se lleva al horno en una tara de peso conocido, a masa constante, se saca del horno y se determina el contenido de humedad (Ver Figura 14). Este procedimiento se repite tres veces. El valor final se determina a partir del promedio de los datos obtenidos.

- Corte Directo (ASTM D 3080/ D 6528): este método describe y regula el método de ensayo para la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.
- Ensayo de la compresión simple o compresión uniaxial (ASTM-D7012): En este ensayo, se le aplica a una probeta una tensión longitudinal en roca, de tal forma que el esfuerzo aplicado se convierte a valores aproximados de la resistencia a la compresión sin confinar, según el diámetro de la muestra. El aparato de compresión puede ser cualquier instrumento de compresión con suficiente capacidad de control para proporcionar la velocidad de carga La carga es medida con un anillo o una celda de carga fijada al marco.
- Humedad natural (ASTM-D2216): Se mide el contenido de agua de un suelo, el cual se determina a partir de la relación entre el peso de agua contenido en el

mismo y el peso de su fase sólida, expresándose la medición como porcentaje. Esta propiedad física de los suelos, determina su estado tensional, resistencia y deformabilidad.

## 8. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan, los resultados obtenidos a partir del análisis visual de las muestras obtenidas, y los ensayos de laboratorio.

### 8.1 DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE LOS SONDEOS

La descripción de visual de las unidades litológicas se ha realizado en base a la norma ASTM-D2488, integrada con la información resultante de los ensayos de laboratorio.

#### **Sondeo S1 Estribo N°2 Estación 1k+467.10**

##### **Profundidad: 0.00m a 1.50m**

Arcilla con grava marrón (GC), sin plasticidad, suave a ligeramente firme, ligeramente humedad, con material orgánico de color marrón rojizo, con algunos fragmentos de rocas de alta resistencia y de media a moderada densidad relativa gris claro a gris oscuro con ligera oxidación, con evidentes fracturamiento natural en partes muy triturado, pobremente compactada, húmeda, sin olor característico.

##### **Profundidad: 1.50m a 3.00m**

Arcilla de baja plasticidad (CL), con algo de fino, color marrón en partes marrón oscuro, seco, baja plasticidad, firme, con materia orgánica evidente (raíces), pobremente compactada, sin olor característico.

##### **Profundidad: 3.00m a 3.45m**

Arcilla limosa de alta plasticidad (CH), con algo de fino, color marrón, alta humedad, baja plasticidad, muy suave, con materia orgánica evidente (raíces), pobremente compactada, sin olor característico.

**Profundidad: 3.45m a 4.50m**

Limo elástico de alta plasticidad (CH), con algo de fino y grava, color marrón pálido a marrón oscuro, alta humedad, altamente suave, con materia orgánica evidente (raíces), pobremente compactada, sin olor característico.

**Profundidad: 4.50m a 4.95m**

Limo elástico de alta plasticidad (CH), con algo de fino y grava, color marrón oscuro, alta humedad, altamente suave, con materia orgánica evidente, pobremente compactada con algunos fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, sin olor característico.

**Profundidad: 4.95m a 6.00m**

Limo elástico con trazas de arena de alta plasticidad (MH), con algo de fino y grava, color marrón pálido a marrón oscuro, alta humedad, suave con algunas partes firmes, con materia orgánica evidente, pobremente compactada con algunos fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, sin olor característico.

**Profundidad: 6.00m a 12.45m**

Limo elástico arenoso de moderado a alta plasticidad (MH), con algo de fino y grava, color marrón pálido a marrón oscuro, alta humedad, suave con algunas partes firmes, con materia orgánica evidente, pobremente compactada con algunos fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, sin olor característico.

**Profundidad: 12.45m a 15.00m**

Limo elástico (CH) con trazas de arena de alta plasticidad, con algo de fino y grava, color marrón pálido, alta a saturada humedad, muy suave, con materia orgánica, con algunas partes ligeramente litificadas, con fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, sin olor característico.

**Profundidad: 15.00m a 18.25m**

Suelo residual, limo elástico con arena (MH) de media a baja plasticidad, con algo de fino y grava, color marrón pálido a marrón rojizo, media humedad, suave a firme, sin materia orgánica, compactado, con algunas partes ligeramente litificadas, con fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, sin olor característico.

**Profundidad: 18.25m a 19.50m**

Suelo residual, limo elástico de baja a media plasticidad (MH), con algo de fino y grava, color marrón, alta humedad, duro en partes rígidas, sin materia orgánica, con algunas partes altamente litificadas, con muchos fragmentos de grava subanguloso a subredondeado con evidente partes con oxidación por hierro, sin olor característico.

**Profundidad: 19.50m a 19.63m**

Rechazo, limo elástico (MH), sin plasticidad, con algo de fino y grava, color marrón a gris oscuro, húmedo, rígido, sin materia orgánica, con algunas partes altamente litificadas, con fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, moderada meteorización, evidente partes con oxidación por hierro, sin olor característico.

**Profundidad: 19.63m a 24.00m**

Fragmentos de roca ígnea, basalto tobasico volcánica, masiva, moderadamente a altamente meteorización (WH -WS), en partes triturada inducido por acción mecánica, húmeda, baja reacción al ácido clorhídrico, con evidente planos claros de oxidación color rojizo y oscuro, de baja a moderada densidad relativa.

**Profundidad: 24.00m a 25.00m**

Roca ígnea, basalto tobasico, gris a gris claro, volcánico, de textura fanerítica intermedia a gruesa, fracturada en partes a material tamaño grava angulares a subangulares, en partes el color gris alterado a marrón rojizo (con algo de material fino arcilloso alojado en planos de fractura), medianamente denso a muy denso, moderadamente porosa, de baja a media compacidad, de resistencia débil (RH-2), en partes en alternancia con intervalos modernamente fracturados, húmeda a seca, sin olor característico, fracturas en planos discontinuos de orientación mayormente subhorizontales y en pocas partes verticales, moderadamente continuos inducidos por acción mecánica de perforación rotativa con planos rugosos, en partes con algo de material fino arcilloso resanando fisuras en juntas y planos de fractura, con intrusión de vetillas y capas de calcita, piroxenos, plagioclasas y fenocristales de cuarzo. La densidad relativa de la roca es de media a alta, la integridad del material conformando la roca permite una buena recuperación de núcleos de roca, el grado de meteorización es generalmente moderado a Roca sana WM a F. El material conformando la roca es generalmente de baja reacción al HCl.

**Sondeo S2 Estribo N°1- Estación 1k+427.95****Profundidad: 0.00m a 1.00m**

Arcilla de baja plasticidad (CL), ligeramente firme, seco, con material orgánico de color marrón rojizo, con grandes fragmentos de rocas de alta resistencia y de media a moderada densidad relativa gris claro a gris oscuro con ligera oxidación, con evidentes fracturamiento natural, en partes con alta trituración, compacta, húmeda, sin olor característico.

**Profundidad: 1.00m a 2.25m**

Arcilla de alta plasticidad (CH), muy suave, humedad saturada, con material organico de color marrón rojizo, con fragmentos de rocas de alta resistencia y de media a moderada densidad relativa gris claro a gris oscuro con ligera oxidación, con evidentes fracturamiento natural, en partes con alta trituración, compacta, húmeda, sin olor característico.

**Profundidad: 2.25m a 3.45m**

Arcilla de alta a media plasticidad (CL) con bolsillos de limo, suave, alta humedad, con material orgánico de color marrón rojizo, con algunos fragmentos de rocas de alta resistencia y de media densidad relativa gris claro a gris oscuro con ligera oxidación, compacta, húmeda, sin olor característico.

**Profundidad: 3.45m a 4.50m**

Arcilla de poca plasticidad (CL) con bolsillos de limo, de suave a firme, seco a ligeramente húmedo, con material orgánico (madera), de color marrón, con algunos fragmentos de rocas de alta resistencia y de media moderadamente alta densidad relativa, gris claro a gris oscuro con ligera oxidación, compacta, húmeda, sin olor característico.

**Profundidad: 4.50m a 6.00m**

limo elástico (MH) altamente plástico, con algo de arena y bolsillos de arcilla, muy suave, alta humedad, sin materia orgánica evidente, de color marrón rojizo, con algunos fragmentos de rocas de alta resistencia y de media a baja densidad relativa, de forma de grava gruesa subangulosa, gris claro a gris oscuro con ligera oxidación, compacta, húmeda, sin olor característico.



**Profundidad: 6.00m a 9.45m**

limo elástico arenoso (CL) con algo de fino, color marrón en partes marrón oscuro, altamente plástico, muy suave, saturada humedad, con materia orgánica evidente (madera), pobremente compactada, sin olor característico.

**Profundidad: 9.45m a 15.45m**

Limo elástico arenoso (CL) con algo de fino, color marrón en partes marrón oscuro, altamente plástico, muy suave, saturada humedad, con materia orgánica evidente (madera), con pequeños fragmentos de grava de forma subanguloso a subredondado, pobremente compactada en partes con material ligeramente litificado, sin olor característico.

**Profundidad: 15.45m a 19.00m**

Arena arcillosa con algo de grava (SC), color marrón, altamente a poca plasticidad, de suave a firme (suelo residual), alta humedad, sin materia orgánica, los fragmentos de grava son de forma subanguloso a subredondado, tobaceo, pobremente compactada, sin ligero olor característica.

**Profundidad: 19.00m a 26.00m**

Roca ígnea, Basalto tobasico, gris a gris claro, volcánico, de textura fanerítica intermedia a gruesa, fracturada en partes a material tamaño grava angulares a subangulares, en partes el color gris alterado a marrón rojizo (con algo de material fino arcilloso alojado en planos de fractura), medianamente denso a muy denso, moderadamente porosa, de baja a media compacidad, de resistencia media a alta (RH-4 -RH5), en partes en alternancia con intervalos moderadamente fracturados, húmeda a seca, sin olor característico, fracturas en planos discontinuos de orientación mayormente subhorizontales y en pocas partes verticales, moderadamente continuos inducidos por acción mecánica de perforación rotativa con planos rugosos, en partes con algo de material fino arcilloso resanando fisuras en juntas y planos de fractura, con intrusión de pequeñas vetillas y capas de calcita, piroxenos, plagioclasas y fenoscristales de cuarzo. La densidad relativa de la roca es de media a alta, la integridad del material conformando la roca permite una buena recuperación de núcleos de roca, el grado de meteorización es generalmente moderado a Roca sana WM a F. El material conformando la roca es generalmente de baja reacción al HCl.

### 8.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

La siguiente Tabla resume la cantidad y tipo de ensayos realizados.

**TABLA 4. Ensayos de laboratorio realizados**

Tipo de ensayo	Norma Astm	Cantidad
Sondeos ejecutados	D 420	2
Ensayo de SPT	D 1586	23
Granulometría	D 6913	4
Límite de Atterberg	D 4318	4
Humedad Higroscópica	D 2216	23
Ensayo de corte directo	D 3080/D6528	2
Compresión uniaxial Roca	D 7012	2

A continuación se presenta una Tabla-resumen de los ensayos realizados:

**TABLA 5. Localización de muestras ensayadas.**

Tipo de ensayo	Sondeo	Profundidad (m)
<b>Humedad, Granulometría, Limite de Atterberg</b>	S-1	5.40
		15.00
	S-2	6.90
		16.50
<b>Ensayo de Corte Directo- Muestra inalterada</b>	S-2	24.50
	S-1	5.40
<b>Ensayo de Compresión en roca</b>	S-1	5.40
	S-2	6.90
<b>Ensayo de Compresión en roca</b>	S-1	24.40
	S-2	24.50

**TABLA 6: Resultado ensayos de granulometría, humedad e índice de plasticidad, pasa tamiz N°200.**

Sondeo	Prof. (m)	Clasif. Según USCS	Límite Líquido (%)	Índice Plasticidad (%)	Pasa N°200 (%)	Humedad (%)
<b>S-1</b>	2.40	MH	58	24	68.4	65.6
	8.70	MH	62	20	75.3	51.0
<b>S-2</b>	5.40	CL	47	21	72.0	55.2
	9.00	SC	57	28	30.4	14.0

**TABLA 7: Resultado ensayos de corte directo en la muestra Inalterada**

Muestra	Prof. (m)	Tipo de suelo	Condición	Angulo de fricción interna (°)	Cohesión (KPa)	Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	Peso Específico seco (g/cm <sup>3</sup> )
<b>S-1</b>	5.40	MH	CU	1.0	4.0	1.61	1.00
<b>S-2</b>	6.90	CL	CU	7.0	9.40	1.66	1.00

**TABLA 8. Resultado ensayos a compresión en roca.**

Muestra	Profundidad de ensayo(m)	Resistencia a compresión en roca qu lab. (kg/cm <sup>2</sup> )	Humedad (%)	Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>S-1</b>	24.40	156.28	10.1	2.37	2.16
<b>S-2</b>	24.50	181.33	7.70	2.45	2.28

### 8.3 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático se detecta a las profundidades en estudio.

**TABLA 10. Datos de profundidad de los niveles freáticos**

Sondeos	Nivel Freático(m)
S-1	1.20
S-2	2.00

## 9. CONCLUSIONES

Los cálculos de capacidades portantes han sido realizados usando únicamente los resultados puntuales a la profundidad del ensayo (considerando esta, como profundidad de empotramiento de cimentación).

En la siguiente Tabla se presentan las **capacidades soporte admisibles ( $q_{adm}$ )** teóricas, estimadas según profundidad, en los puntos ensayados, y apoyando la cimentación sobre estos, utilizando la ecuación para determinada para la capacidad de soporte admisible de un suelo presentada por Peck, Hanson & Thornburn(1974)

$$q_{adm} = \frac{N}{10} \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

Dónde:

N= es el número corregidos de golpes del ensayo SPT

**TABLAS 11. Capacidad admisible promedio según profundidades, en los puntos ensayados.**

Sondeo	N <sub>SPT</sub>	Prof. (m)	Valores Golpes (N/15cm)			N <sub>spt30</sub>	qadm (Kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (Ton/m <sup>2</sup> )
<b>S1</b>	1A	1.50 – 1.95	3	2	3	5	0.6	6
	2A	3.00 – 3.45	1	1	2	3	0.36	3.6
	3A	4.50 – 4.95	2	2	2	4	0.48	4.8
	4A	6.00 – 6.45	2	2	4	6	0.72	7.2
	5A	7.50 – 7.95	4	7	8	15	1.8	18
	6A	9.00 – 9.18	5	4	5	9	1.08	10.8
	7A	10.50 – 10.95	2	2	2	4	0.48	4.8
	8A	12.00 – 12.45	3	3	4	7	0.84	8.4
	9A	13.50 – 13.95	3	6	5	11	1.32	13.2
	10A	15.00 – 15.25	7	12	16	28	3.36	33.6
	11A	16.50 – 16.95	10	10	10	20	2.4	24
	12A	18.00 – 18.45	38	50	----	R	+5	+50
	13A	19.50 -19.63	50	----	----	R	+10	+100

Sondeo	N <sub>SPT</sub>	Prof. (m)	Valores Golpes (N/15cm)			N <sub>spt30</sub>	qadm (Kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (Ton/m <sup>2</sup> )
<b>S2</b>	1A	3.00 – 3.45	8	6	3	9	1.08	10.8
	2A	4.50 – 4.95	6	8	2	10	1.2	12
	3A	6.00 – 6.45	5	1	2	3	0.36	3.6
	4A	7.50 – 7.95	1	0	4	4	0.48	4.8
	5A	9.00 – 9.18	1	0	8	8	0.96	9.6
	6A	10.50 – 10.95	1	0	5	5	0.6	6
	7A	12.00 – 12.45	1	0	2	2	0.24	2.4
	8A	13.50 – 13.95	2	2	4	6	0.72	7.2
	9A	15.00 – 15.25	4	4	5	9	1.08	10.8
	10A	16.50 – 16.75	34	50	-----	R	+5.0	+50

**TABLA 12. Capacidad de resistencia ultima de la roca según profundidades, en los puntos ensayados.**

Muestra		Profundidad de ensayo(m)	Resistencia a compresión qu diseño.(kg/cm <sup>2</sup> )
Estación 1k+467.10	<b>S-1</b> <b>Estribo N°2</b>	24.40	156.28
Estación 1k+427.95	<b>S-2</b> <b>Estribo N°1</b>	24.50	181.33



## 10. RECOMENDACIONES

Los sondeos han sido realizados usando únicamente en donde se presenta resultados puntuales de los ensayos de capacidad admisible, y la profundidad del ensayo (considerando esta, como profundidad de empotramiento de cimentación).

Se recomienda para el tipo de estructura a construir una cimentación profunda, tipo pilote o pilas perforada en sitio dependiendo de las condiciones del entorno de la obra.

- **Cimientos profundos -Pilotes o pilas fundidos en sitio**

Se aconseja el uso de los pilotes fundidos en sitio desplantados sobre la roca sana. Se desplantaría sobre la roca sana del sitio, a una profundidad que dependerá de la profundidad de las excavaciones. Será necesario empotrar por lo menos 3.00m dentro de la roca sana.

- Para el sondeo S1 del estribo N°2, tenemos una resistencia última de diseño de  $156.28\text{kg/cm}^2$  a 24.40m de profundidad,
- Para el sondeo S2 del estribo N°1, tenemos una resistencia última de diseño de  $181.33\text{kg/cm}^2$  a 26.20m de profundidad.
- Considera una adecuada protección contra la erosión, debido que este estrato es susceptible.
- Esto deberá ser evaluado en base a los análisis topo hidráulico e hidrológico de la zona.

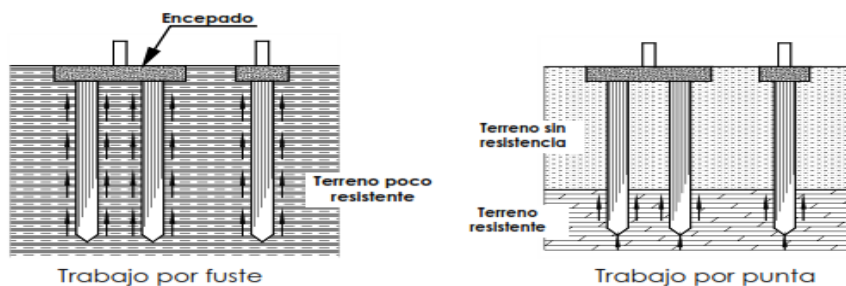
Para el análisis de la capacidad de carga del estrato competente, se utilizan los parámetros de cálculo de carga de hundimiento y presión admisible, basados en las teorías más utilizadas (Peck).

Para edificaciones normales y cimentaciones superficiales, los valores de resistencia de la roca aseguran una presión de trabajo suficiente. El Código americano adopta para la presión admisible en rocas ( **$Q_{adm}$** ) la siguiente fórmula:

Siendo  **$q_u$**  la resistencia a compresión simple de la roca.

$$Q_{adm} = 0.2 \cdot q_u$$

Se presenta una estimación de la carga admisible a diferentes profundidades en la unidad de apoyo identificada como roca para cimientos tipo pilotes (insitu).



**Figura 7. Cimientos profundos tipo pilotes o pilas empotrados en sitio**

**TABLA 13. Capacidad de resistencia admisible de la roca según profundidades, en los puntos ensayados**

Muestra	Profundidad de apoyo(m)	Resistencia a compresión $q_{ulab} (kg/cm^2)$	Resistencia a compresión $Q_{adm} (Kg/cm^2)$
<b>Estribo N°2 S-1</b>	24.40	156.28	<b>31.26</b>
<b>Estribo N°1 S-2</b>	24.50	181.33	<b>36.27</b>

El recubrimiento mínimo la cimentación deberá ser de 7cm a 10cm si está en contacto directo con el terreno.

La información entregada en el estudio de suelos, deberá ser revisada por el ingeniero estructural para realizar los ajustes y recomendaciones adicionales que se estimen convenientes de acuerdo a las condiciones del proyecto.

## 11. CLASIFICACION DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO

### Método de ensayo de S.P.T.

Según la estratigrafía del área en estudio y los ensayos de penetración Standard realizados en cada sondeo, el tipo de perfil de suelo clasifica como C según (REP-2014 sección 4.1.4.2). Es importante indicar que esto es válido para el perfil estratigráfico completo. A la profundidad de contacto con la roca la clasificación del tipo perfil será C.

Dónde:

$V_s$  = Velocidad de la onda cortante, m/s

$N$  = Resistencia a la penetración estándar (S.P.T), (golpe por pie)

$U_c$  = Resistencia a la compresión no- confinada

**TABLA 11. Clasificación del tipo de perfil del suelo(REP-2014)**

Tipo de perfil de suelo	Velocidad de onda cortante, $V_s$	Numero de Golpes $N$ ó $N_{ch}$	Resistencia cortante no confinada, $S_u$
A Roca dura	>1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
B Roca	>1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
C Suelo denso y roca suave	>1500 m/s	>50	> 100 KPa
D Suelo duro	>1500 m/s	15 a 50	50 a 100 KPa
E Suelo	>1500 m/s	< 15	<50 KPa
F Suelo que quiere evaluación específica del sitio	1. Suelos vulnerables a falla potencial o colapso 2. Arcillas altamente orgánicas 3. Arcillas de plasticidad muy alta. 4. Arcilla suaves a medianamente firmes		

### Coeficientes de aceleración espectral para suelo con perfil Clase B

**PGA = 0.42 S<sub>s</sub>=0.96 S<sub>1</sub>=0.40**

Los valores  $F_a$  y  $F_v$  (REP-2014 sección 4.1.4.2.-Norma ASCE/SEI7 -05) como función de condiciones de sitio e intensidad sísmica.

Unidad Geotécnica	Profundidad (m)	Tipo de perfil de suelo	$F_{pga}$	$F_a$	$F_v$
Suelo suave	1.50 – 15.00	E	0.9	0.95	2.4
Suelo denso y duro	15.00 – 20.00	D	1.1	1.12	1.6
Suelo denso y roca suave	20.00- 25.00	C	1.0	1.02	1.40

Los valores aceleración espectral en función del tipo de suelo (REP-2014 sección 4.1.4.2.-Norma ASCE/SEI7 -05).

Unidad Geotécnica	Profundidad (m)	Tipo de perfil de suelo	PGA	$S_s$	$S_1$
Suelo suave	1.50 – 15.00	E	0.38	0.91	0.96
Suelo denso y duro	15.00 – 20.00	D	0.46	1.08	0.64
Suelo denso y roca suave	20.00- 25.00	C	0.42	0.98	0.56

Ciudad de Panamá 3 de mayo, de 2019



**ING. MANUEL E. SIMMONS**

Director Técnico del Laboratorio

## 11. ANEXOS:



## UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



## REPORTES

- REGISTRO FOTOGRAFICO DE CAJAS DE LOS SONDEOS
- PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LOS SONDEOS
- ENSAYOS DE LABORATORIO

## SONDEO #1

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

---



SONDEO #1, CAJA 1



SONDEO #1, CAJA 2



SONDEO: 1 ESTA #2 PROFUNDIDAD: 8.25m – 11.85m  
PUENTE CIUDAD ESPERANZA-ARRAIJÁN CAJA: 3 de 7



SONDEO #1, CAJA 3

SONDEO: 1 ESTA #2 PROFUNDIDAD: 11.85m – 15.80m  
PUENTE CIUDAD ESPERANZA-ARRAIJÁN CAJA: 4 de 7



SONDEO #1, CAJA 4

SONDEO: 1 ESTA #2

PROFUNDIDAD: 15.80m – 19.15m

PUENTE CIUDAD ESPERANZA-ARRAIJÁN

CAJA: 5 de 7



SONDEO #1, CAJA 5

SONDEO: 1 ESTA #2

PROFUNDIDAD: 19.15m – 22.00m

PUENTE CIUDAD ESPERANZA-ARRAIJÁN

CAJA: 6 de 7



SONDEO #1, CAJA 6





SONDEO #1, CAJA 7

## PERFÍL ESTRATIGRÁFICO

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019

COORDENADAS Norte: 643042 m Este: 984501 m

ELEVACIÓN

FECHA COMIENZO 4/15/19

TERMINACIÓN 4/16/19

TAMAÑO DE PERFORACIÓN 63 mm

SUBCONTRATISTA SONDEOS

NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE PERFORACIÓN PERFORACIÓN CONTINUA

DURANTE LA PERFORACIÓN ---

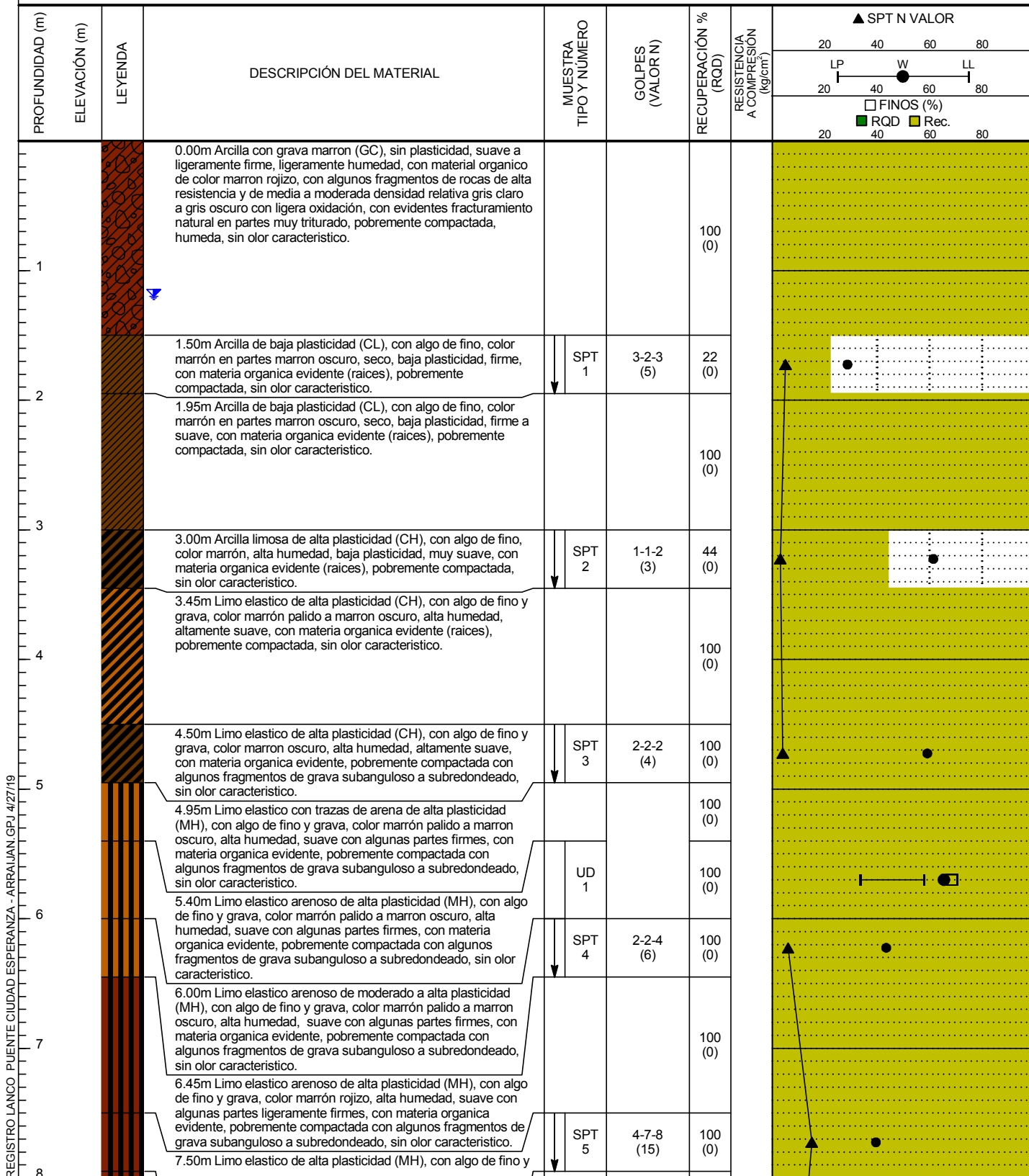
SONDISTA Henry Quiroz

GEOLOGO LUIS SETRE

AL FINAL DE LA PERFORACIÓN ---

OBSERVACIONES

DESPUÉS de PERFORACIÓN 1.20 m



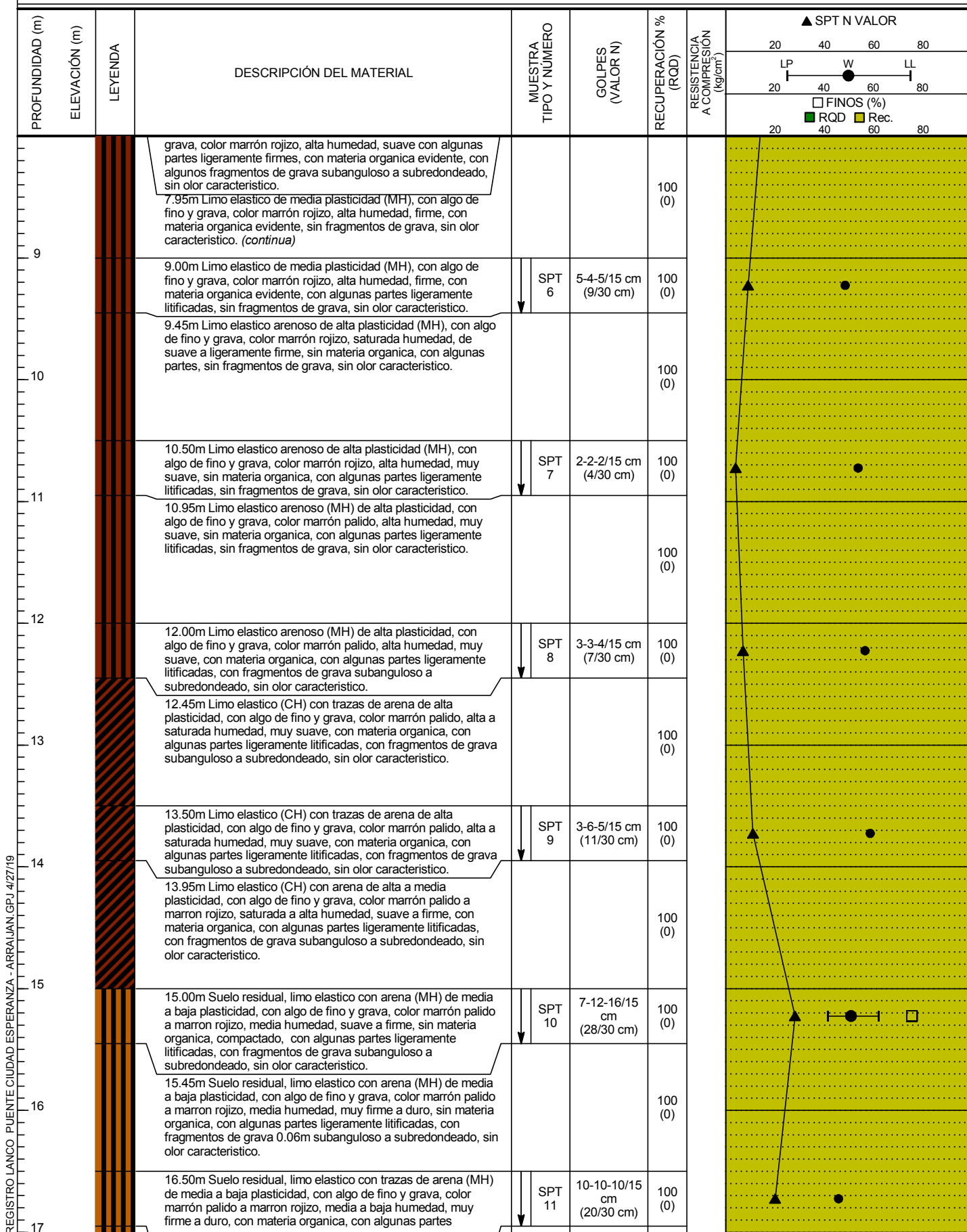
(Continua en la Página Siguiente)

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019



(Continúa en la Página Siguiente)

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019

PROFUNDIDAD (m)	ELEVACIÓN (m)	LEYENDA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA TIPO Y NÚMERO	GOLPES (VALOR N)	RECUPERACIÓN % (RQD)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm²)	▲ SPT N VALOR
								<div> <div>20 40 60 80</div> <div>LP W LL</div> <div>20 40 60 80</div> <div>□ FINOS (%)</div> <div>■ RQD ■ Rec.</div> <div>20 40 60 80</div> </div>
18			<p>ligeramente litificadas, con fragmentos de grava 0.06m subanguloso a subredondeado, sin olor característico.</p> <p>16.95m Suelo residual, limo elastico con trazas de arena (MH) de baja plasticidad, con algo de fino y grava, color marrón palido a marron rojizo, baja humedad, muy firme a duro, sin materia organica, con algunas partes ligeramente litificadas, con fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, con evidente partes con oxidación por hierro, sin olor característico.</p> <p>(continua)</p> <p>18.00m Suelo residual, limo elastico de baja a media plasticidad (MH), con algo de fino y grava, color marrón palido a marron rojizo, baja humedad, duro a ligeramente rígido, sin materia organica, con algunas partes ligeramente litificadas, con fragmentos de grava subanguloso a subredondeado con evidente partes con oxidación por hierro, sin olor característico.</p> <p>18.25m Suelo residual, limo elastico de baja a media plasticidad (MH), con algo de fino y grava, color marron, alta humedad, duro en partes rígidas, sin materia organica, con algunas partes altamente litificadas, con muchos fragmentos de grava subanguloso a subredondeado con evidente partes con oxidación por hierro, sin olor característico.</p>	SPT 12	38-50/10 cm (50/10 cm)	100 (0)	92 (0)	
19						100 (0)		
20			<p>19.50m Rechazo, limo elastico (MH), sin plasticidad, con algo de fino y grava, color marron a gris oscuro, humedo, rígido, sin materia organica, con algunas partes altamente litificadas, con fragmentos de grava subanguloso a subredondeado, moderada meteorización, evidente partes con oxidación por hierro, sin olor característico.</p> <p>19.63m Fragmentos de roca ignea, basalto tobasico volcanica, masiva, moderadamente a altamente meteorización (WH - WS), en partes triturada inducido por acción mecanica, humeda, baja reacción al ácido clorhidrico, con evidente planos claros de oxidación color rojizo y oscuro, de baja a moderada densidad relativa.</p>	SPT 13	50/13 cm (50/13 cm)	92 (0)		
21				TP 1		100 (0)		
22				TP 2		100 (0)		
23				TP 3		100 (22)		
24			<p>24.00m Roca ignea, basalto tobasico, gris a gris claro, volcanico, de textura faneritica intermedia a gruesa, fracturada en partes a material tamaño grava angulares a subangulares, en partes el color gris alterado a marrón rojizo (con algo de material fino arcilloso alojado en planos de fractura), medianamente denso a muy denso, moderadamente porosa, de baja a media compacidad, de resistencia debil (RH-2), en partes en alternancia con intervalos moderadamente fracturados, humeda a seca, sin olor característico, fracturas en planos discontinuos de orientacion mayormente subhorizontales y en pocas partes verticales, moderadamente continuos inducidos por accion mecanica de perforacion rotativa con planos rugosos, en partes con algo de material fino arcilloso resanando fisuras en juntas y planos de fractura, con intrusión de vetillas y capas de calcita, piroxenos, plagioclasas y fenoscristales de cuarzo. La densidad relativa de la roca es de media a alta, la integridad del material conformando la roca permite una buena recuperacion de nucleos de roca, el grado</p>					
25								

(Continua en la Página Siguiente)

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN  
 PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA CÓDIGO EG-008-2019

PROFUNDIDAD (m)	ELEVACIÓN (m)	LEYENDA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA TIPO Y NÚMERO	GOLPES (VALOR N)	RECUPERACIÓN % (RQD)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm²)	▲ SPT N VALOR 20 40 60 80 LP W LL 20 40 60 80 □ FINOS (%) ■ RQD ■ Rec.
-----------------	---------------	---------	--------------------------	--------------------------	---------------------	-------------------------	---	---

de meteorización es generalmente moderado a Roca sana WM  
 a F. El material conformando la roca es generalmente de baja  
 reacción al HCl.  
 Fin de POZO a 25.00m



## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

---

## **E.1-Humedades**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019

Exploración	Profundidad (m)	Humedad (%)
SONDEO #1	1.5	28.6
SONDEO #1	3	61.3
SONDEO #1	4.5	59.0
SONDEO #1	5.4	65.6
SONDEO #1	6	43.3
SONDEO #1	7.5	39.4
SONDEO #1	9	48.3
SONDEO #1	10.5	53.6
SONDEO #1	12	56.4
SONDEO #1	13.5	58.5
SONDEO #1	15	51.0
SONDEO #1	16.5	45.7
SONDEO #1	18	26.8
SONDEO #1	19.5	19.2

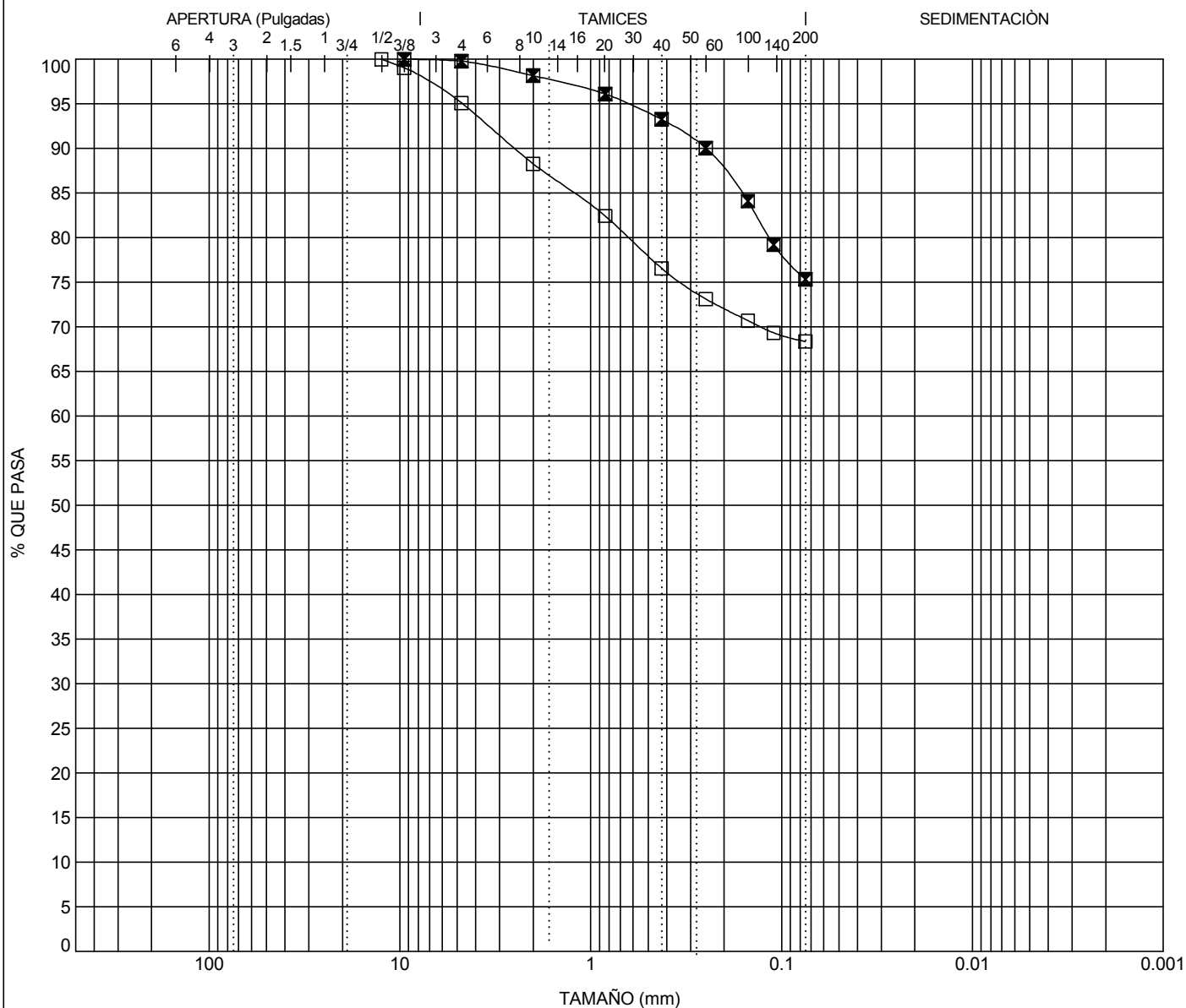
## **E.2-Granulometrías**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019



CANTOS	GRAVA		ARENA			LIMO y ARCILLA
	gruesa	fina	gruesa	mediana	fina	

samples		classification				LL	LP	ÍP	Cc	Cu
<input type="checkbox"/>	SONDEO #1, 1, 5.4 m	SANDY ELASTIC SILT (MH)				58	34	24		
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #1, 10, 15 m	ELASTIC SILT with SAND (MH)				62	42	20		
samples		D <sub>100</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>10</sub>	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay	
<input type="checkbox"/>	SONDEO #1, 1, 5.4 m	12.5				4.9	26.7	68.4		
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #1, 10, 15 m	9.5				0.2	24.4	75.3		

### **E.3-Límites de Atterberg**

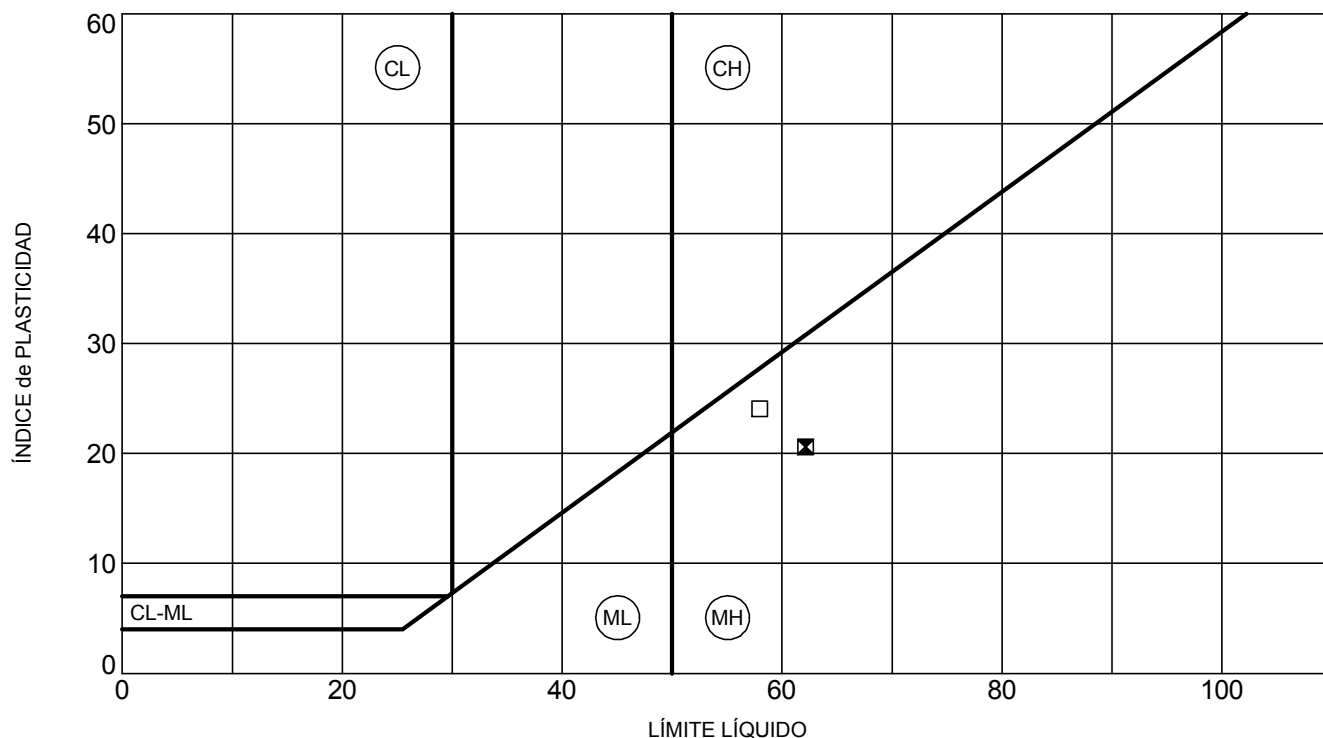


CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019



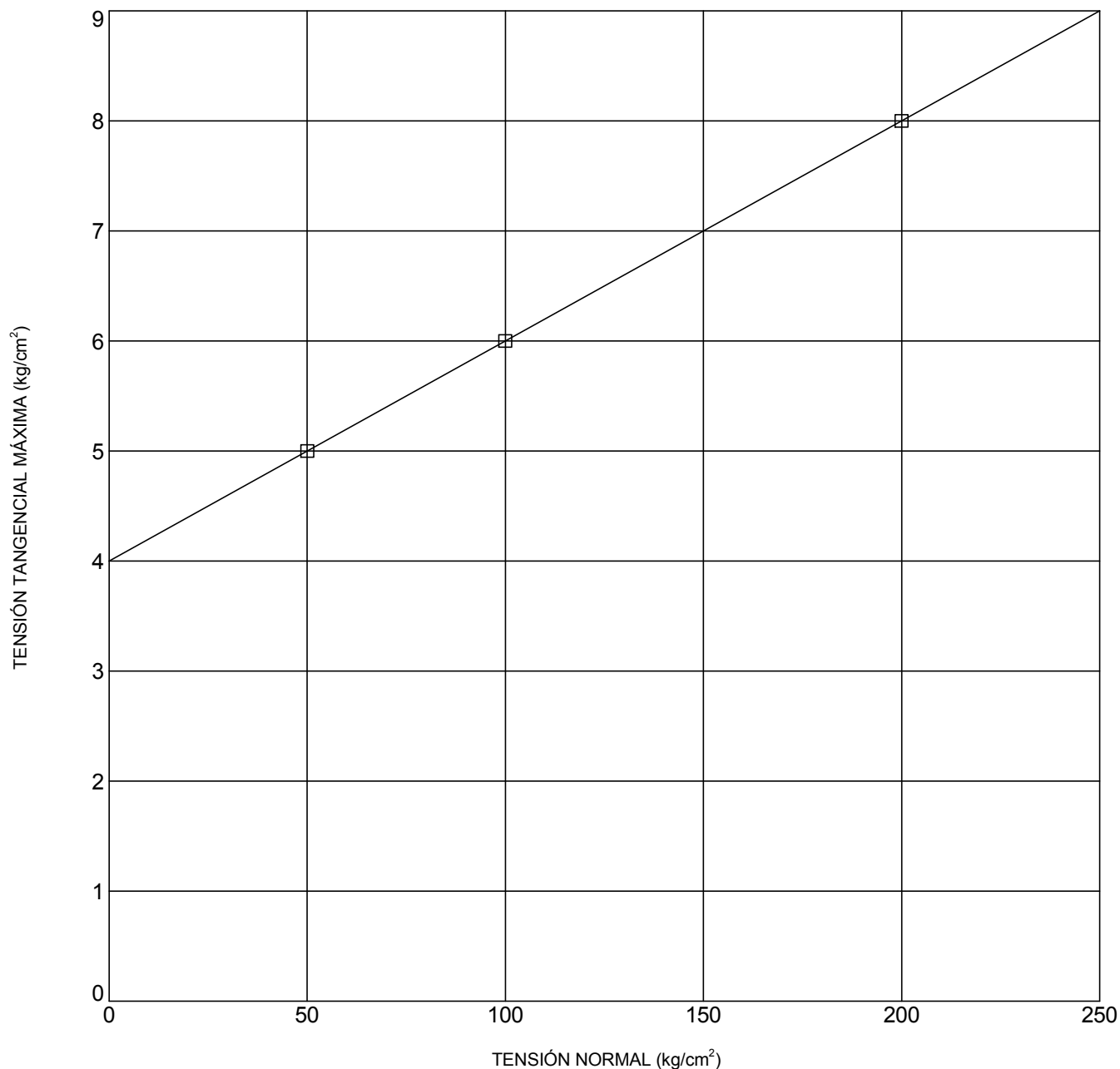
Muestra		Clasificación				LL	LP	ÍP	Finos	%H
<input type="checkbox"/>	SONDEO #1, 1, 5.4 m	SANDY ELASTIC SILT (MH)				58	34	24	68.4	65.6
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #1, 10, 15 m	ELASTIC SILT with SAND (MH)				62	42	20	75.3	51.0
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
Muestra		%Grava	%Arena	%Limo	%Arcilla	Observaciones				
<input type="checkbox"/>	SONDEO #1, 1, 5.4 m	4.9	26.7	68.4						
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #1, 10, 15 m	0.2	24.4	75.3						
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										

## **E.4-Corte Directo**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019 LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

**Perforación , Muestra , Profundidad m**



Sample	Classification	$\gamma_s$ (g/cm³)	H (%)	c' (KPa)	$\phi'$ (deg.)
<input type="checkbox"/> SONDEO#1 5.40	SANDY ELASTIC SILT (MH)	1.0	61	4.0	1

## **E.5-Compresión Simple**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA CÓDIGO EG-008-2019

**Perforación SONDEO #1, Muestra , Profundidad 24.4 m**

**Clasificación**

$G_s = 2.85$  (Asumido).

**Información de Muestras**

Estado Espécimen  
Método Determinación de Humedad

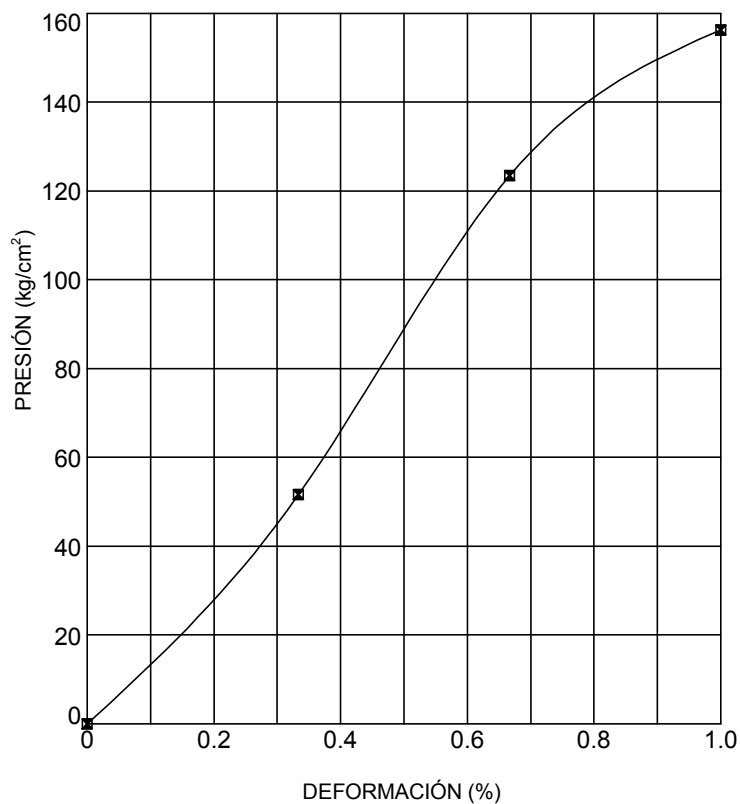
Intacto  
ASTM D2216-92

Velocidad de Carga, mm/min  
Velocidad de Carga, %/min  
Duración, min:sec

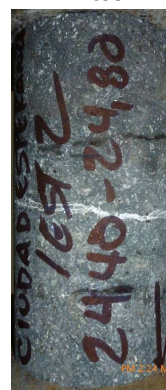
0.036  
0.52  
0:06

Altura, mm 144.00  
Diámetro, mm 72.00  
Relación de Aspecto 2.0  
Peso de la Muestra, g 1391.30  
Area Inicial, mm<sup>2</sup> 4071.38  
Volumen Inicial cm<sup>3</sup> 586.30  
Humedad Después Testigo, % 10.1  
Densidad Húmeda, g/cm<sup>3</sup> 2.37  
Densidad Seca, g/cm<sup>3</sup> 2.16

Resistencia Maxima, kg/cm<sup>2</sup> 156.28  
Deformación Axial a Esfuerzo Maximo, % 1.00  
Modulo de Young  $E_{50}$ , kg/cm<sup>2</sup> 17118.93



**Antes**



**Después**



**OBSERVACIONES:** ROCA

## SONDEO #2



## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

---

SONDEO: 2 EST #1 PROFUNDIDAD: 0.00m – 3.00m  
PUENTE CIUDAD ESPERANZA-ARRAIJÁN CAJA: 1 de 7



SONDEO #2, CAJA 1

SONDEO: 2 EST #1 PROFUNDIDAD: 3.00m – 7.50m  
PUENTE CIUDAD ESPERANZA-ARRAIJÁN CAJA: 2 de 7



SONDEO #2, CAJA 2



**SONDEO #2, CAJA 3**



**SONDEO #2, CAJA 4**





SONDEO #2, CAJA 5



SONDEO #2, CAJA 6



SONDEO #2, CAJA 7

## PERFÍL ESTRATIGRÁFICO

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019

COORDENADAS Norte: 643084 m Este: 984498 m

ELEVACIÓN

FECHA COMIENZO 4/17/19

TERMINACIÓN 4/17/19

TAMAÑO DE PERFORACIÓN 63 mm

SUBCONTRATISTA SONDEOS

NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE PERFORACIÓN PERFORACIÓN CONTINUA

DURANTE LA PERFORACIÓN ---

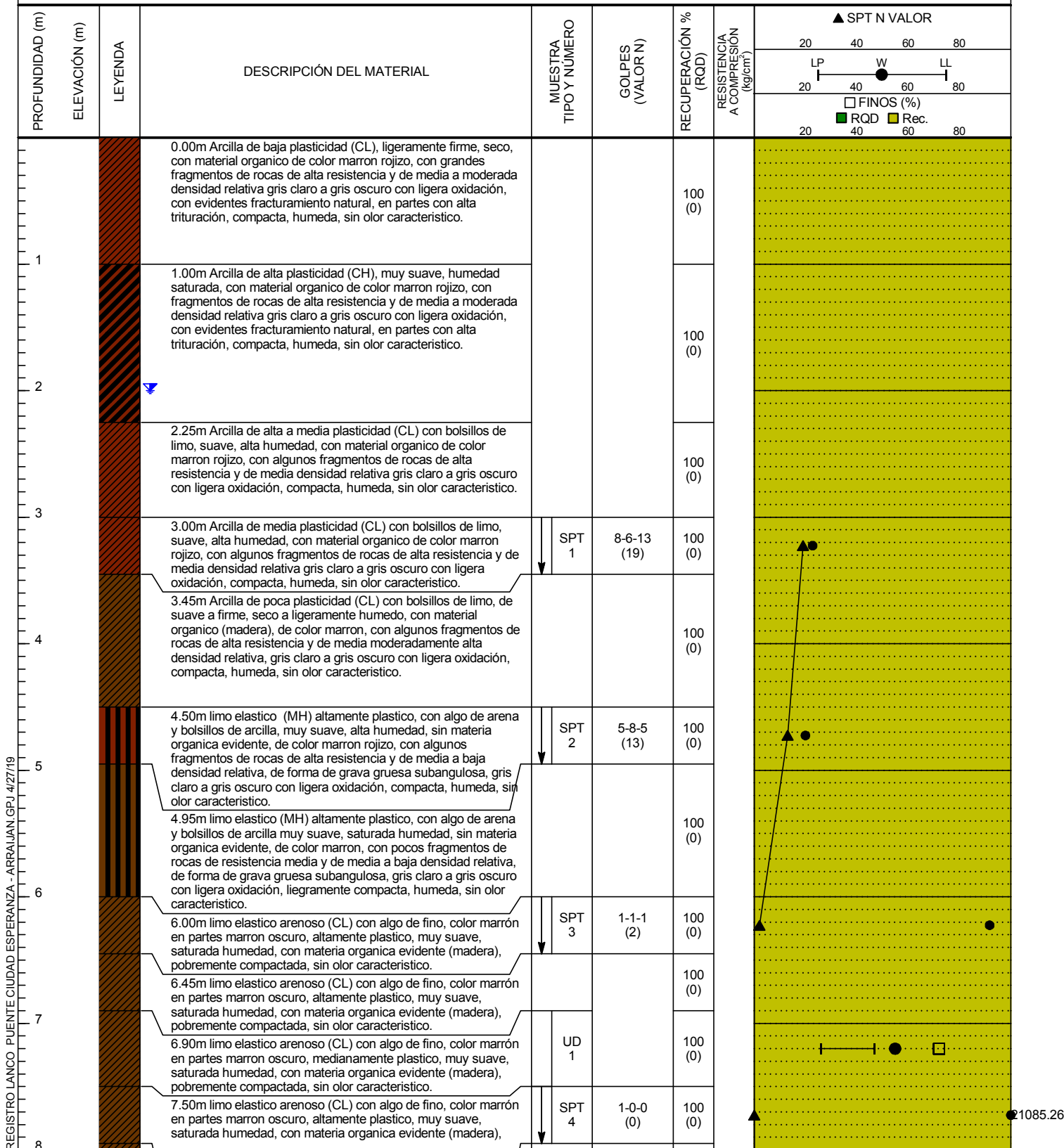
SONDISTA Henry Quiroz

GEOLOGO LUIS SETRE

AL FINAL DE LA PERFORACIÓN ---

OBSERVACIONES

DESPUÉS de PERFORACIÓN 2.00 m



(Continúa en la Página Siguiente)

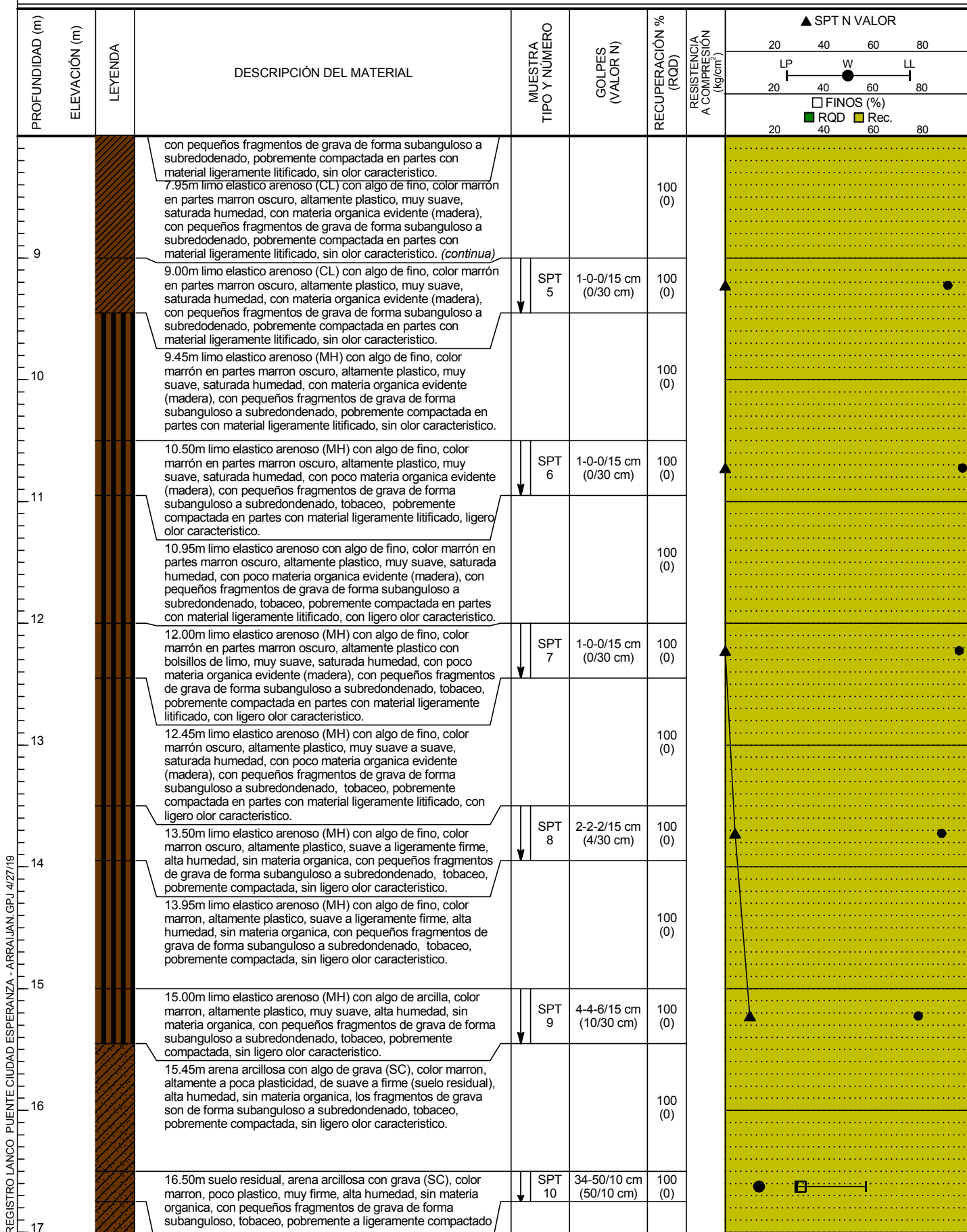


CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019



(Continua en la Página Siguiente)

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019

PROFUNDIDAD (m)	ELEVACIÓN (m)	LEYENDA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA TIPO Y NÚMERO	GOLPES (VALOR N)	RECUPERACIÓN % (RQD)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm²)	<div> <p>▲ SPT N VALOR</p> <p>20 40 60 80</p> <p>LP W LL</p> <p>20 40 60 80</p> <p>□ FINOS (%)</p> <p>■ RQD ■ Rec.</p> <p>20 40 60 80</p> </div>
18			en partes altamente litificados, sin ligero olor característico. 16.75m suelo residual, arena arcillosa con grava (SC), color marrón, poco plástico, en partes rígida, muy firme, media humedad, sin materia orgánica, con pequeños fragmentos de grava de forma subanguloso, tobaceo, pobremente a ligeramente compactado en partes altamente litificados, sin ligero olor característico. (continua)			100 (0)		
19				TP 1		80 (53)		
20			19.00m Roca ígnea, Basalto tobacico, gris a gris claro, volcánico, de textura fanerítica intermedia a gruesa, fracturada en partes a material tamaño grava angulares a subangulares, en partes el color gris alterado a marrón rojizo (con algo de material fino arcilloso alojado en planos de fractura), medianamente denso a muy denso, moderadamente porosa, de baja a media compactación, de resistencia media a alta (RH-4 - RH5), en partes en alternancia con intervalos moderadamente fracturados, húmeda a seca, sin olor característico, fracturas en planos discontinuos de orientación mayormente subhorizontales y en pocas partes verticales, moderadamente continuos inducidos por acción mecánica de perforación rotativa con planos rugosos, en partes con algo de material fino arcilloso resanando fisuras en juntas y planos de fractura, con intrusión de pequeñas vetillas y capas de calcita, piroxenos, plagioclasas y fenocristales de cuarzo. La densidad relativa de la roca es de media a alta, la integridad del material conformando la roca permite una buena recuperación de núcleos de roca, el grado de meteorización es generalmente moderado a Roca sana WM a F. El material conformando la roca es generalmente de baja reacción al HCl.	TP 2		100 (90)		
21								
22								
23								
24								
25				TP 3		100 (78)	U=181.3	
26								

REGISTRO LANCO PUENTE CIUDAD ESPERANZA - ARRAIJAN.GPJ 4/27/19

Fin de POZO a 26.00m

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

---

## **E.1-Humedades**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019

Exploración	Profundidad (m)	Humedad (%)
SONDEO #2	3	22.7
SONDEO #2	4.5	19.9
SONDEO #2	6	91.7
SONDEO #2	6.9	55.2
SONDEO #2	7.5	58.6
SONDEO #2	9	90.2
SONDEO #2	10.5	96.2
SONDEO #2	12	94.8
SONDEO #2	13.5	87.7
SONDEO #2	15	78.2
SONDEO #2	16.5	14.0
SONDEO #2	24.5	7.7

## **E.2-Granulometrías**

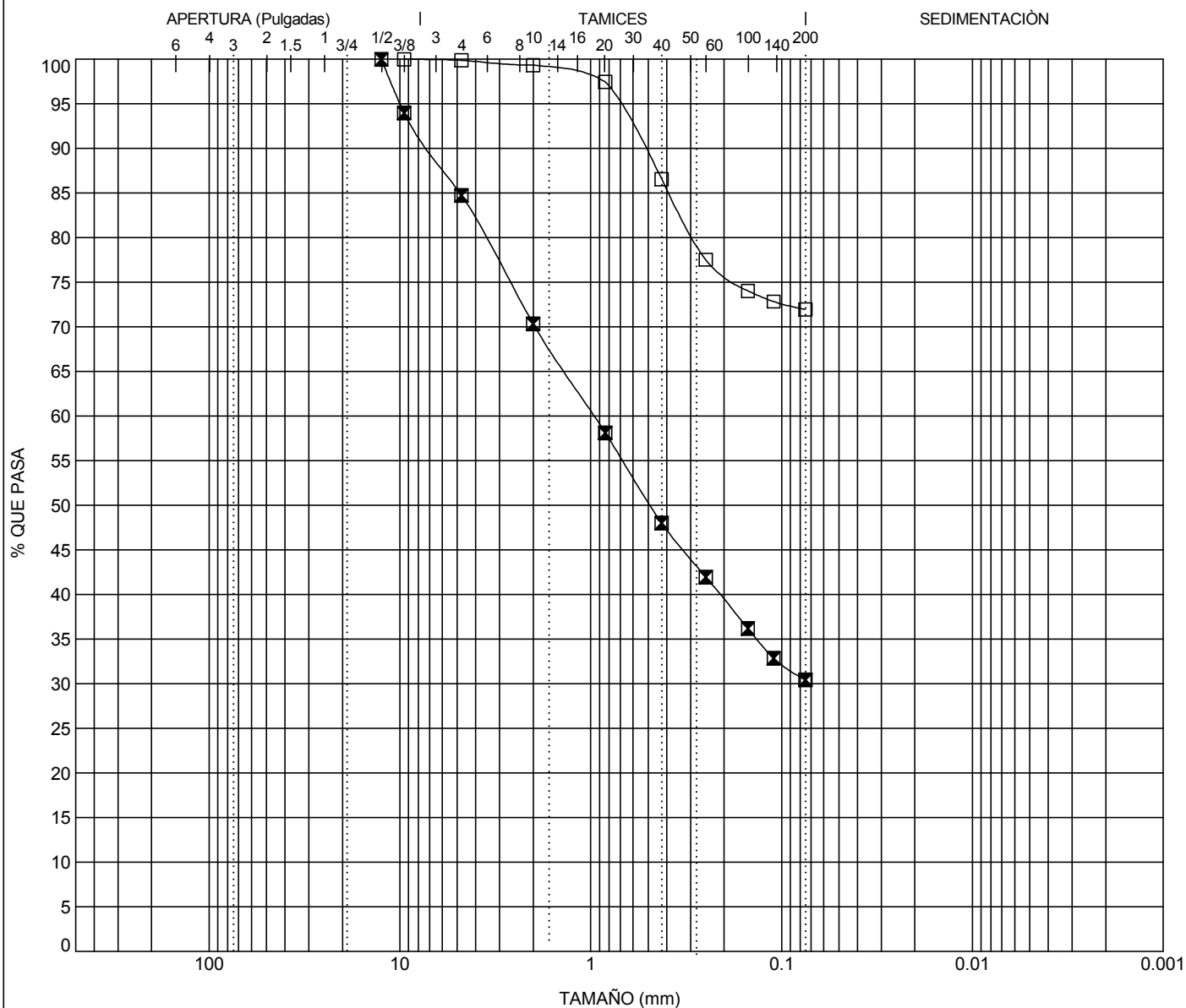


CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019



CANTOS	GRAVA		ARENA			LIMO y ARCILLA
	gruesa	fina	gruesa	mediana	fina	

samples		classification					LL	LP	ÍP	Cc	Cu
<input type="checkbox"/>	SONDEO #2, 1, 6.9 m	LEAN CLAY with SAND (CL)					47	26	21		
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #2, 10, 16.5 m	CLAYEY SAND with GRAVEL (SC)					57	29	28		
samples		D <sub>100</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>10</sub>	%Gravel	%Sand	%Silt	%Clay		
<input type="checkbox"/>	SONDEO #2, 1, 6.9 m	9.5				0.1	27.9	72.0			
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #2, 10, 16.5 m	12.5	0.959			15.3	54.3	30.4			

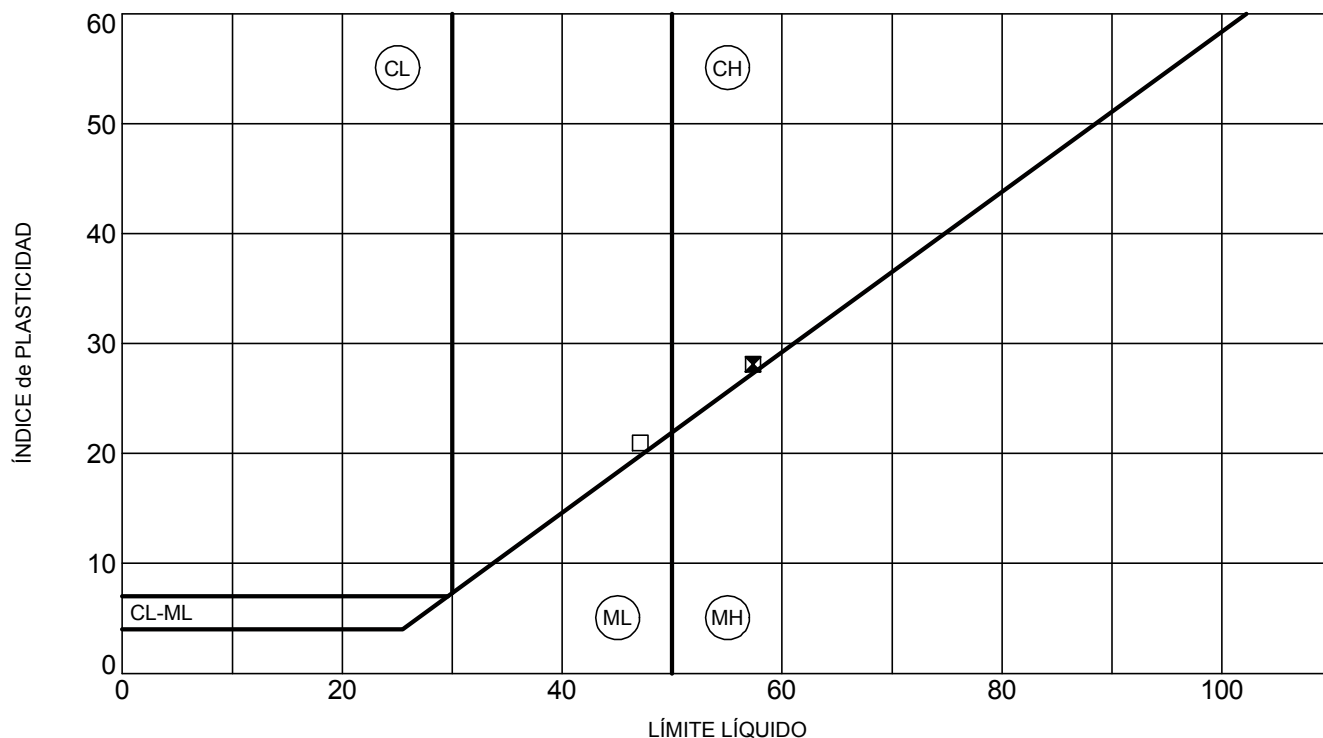
### **E.3-Límites de Atterberg**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES

LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019



Muestra		Clasificación				LL	LP	ÍP	Finos	%H
<input type="checkbox"/>	SONDEO #2, 1, 6.9 m	LEAN CLAY with SAND (CL)				47	26	21	72.0	55.2
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #2, 10, 16.5 m	CLAYEY SAND with GRAVEL (SC)				57	29	28	30.4	14.0
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
Muestra		%Grava	%Arena	%Limo	%Arcilla	Observaciones				
<input type="checkbox"/>	SONDEO #2, 1, 6.9 m	0.1	27.9	72.0						
<input checked="" type="checkbox"/>	SONDEO #2, 10, 16.5 m	15.3	54.3	30.4						
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/>										

## **E.4-Compresión simple**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAIJAN

PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA CÓDIGO EG-008-2019

**Perforación SONDEO #2, Muestra , Profundidad 24.5 m**

**Clasificación**

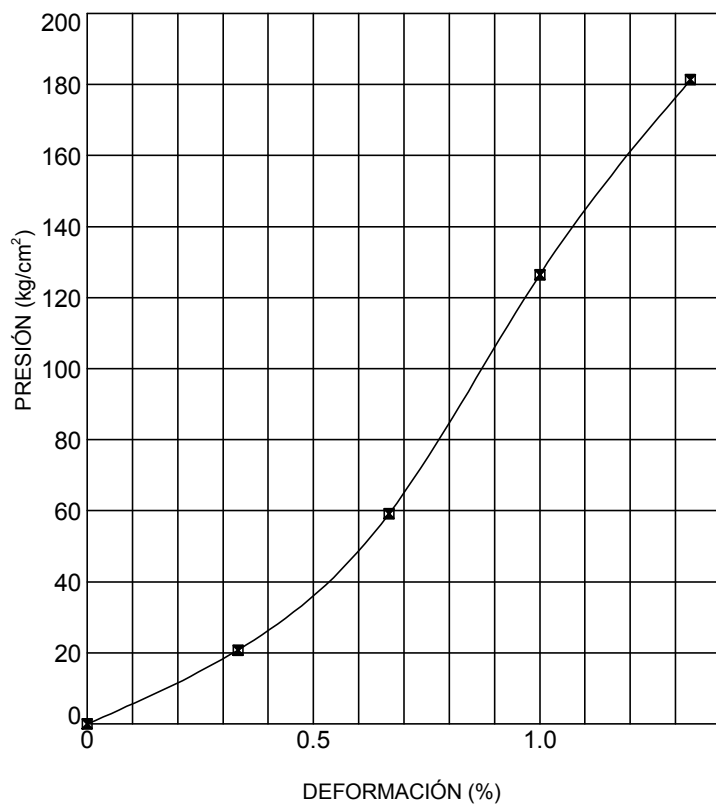
$G_s = 2.85$  (Asumido).

**Información de Muestras**

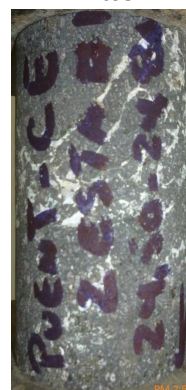
Estado Espécimen Intacto  
Método Determinación de Humedad ASTM D2216-92  
Velocidad de Carga, mm/min 0.035  
Velocidad de Carga, %/min 0.52  
Duración, min:sec 0:06

Altura, mm 123.00  
Diámetro, mm 72.00  
Relación de Aspecto 1.7  
Peso de la Muestra, g 1227.99  
Área Inicial, mm<sup>2</sup> 4071.38  
Volumen Inicial cm<sup>3</sup> 500.80  
Humedad, % 7.7  
Densidad Húmeda, g/cm<sup>3</sup> 2.45  
Densidad Seca, g/cm<sup>3</sup> 2.28

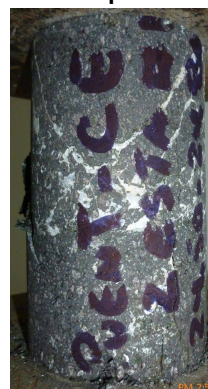
Resistencia Maxima, kg/cm<sup>2</sup> 181.33  
Deformación Axial a Esfuerzo Maximo, % 1.33  
Modulo de Young  $E_{50}$ , kg/cm<sup>2</sup> 11019.08



**Antes**



**Después**



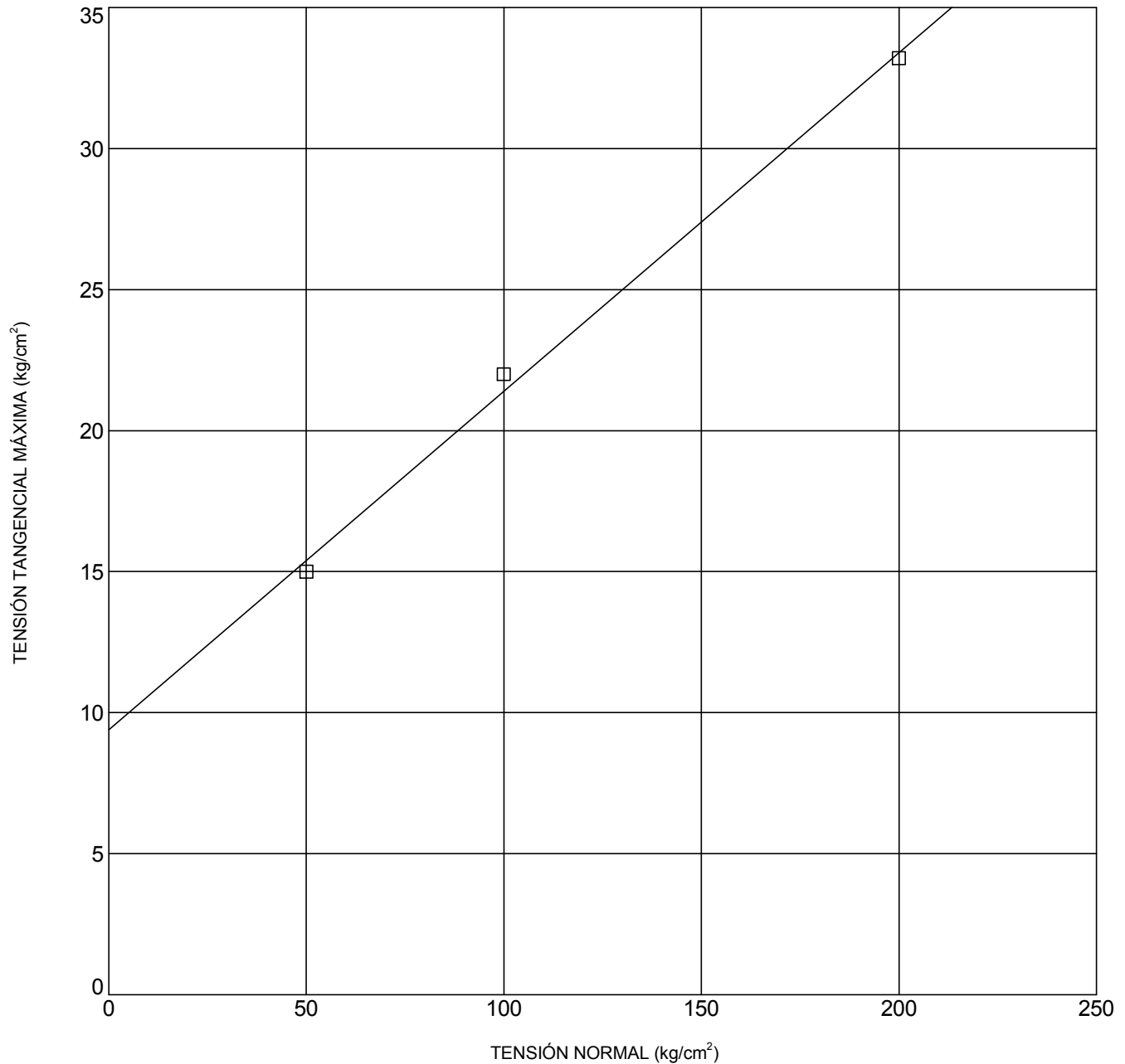
**OBSERVACIONES:** ROCA

## **E.5-Corte Directo**

CLIENTE INVERSIONES LOS TRES PROYECTO PUENTE CONEXIÓN CIUDAD ESPERANZA

CÓDIGO EG-008-2019 LOCALIZACIÓN VACAMONTE, DISTRITO DE ARRAJAN

**Perforación , Muestra , Profundidad m**



Sample	Classification	$\gamma_s$ ( $\text{g/cm}^3$ )	H (%)	$c'$ (KPa)	$\phi'$ (deg.)
<input type="checkbox"/> SONDEO#2 6.90	LEAN CLAY with SAND (CL)	1.0	61	9.4	7