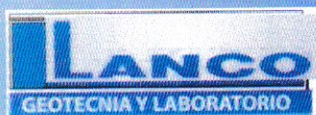


ESTUDIO DE SUELOS
EG-013-2020

PUENTETE SOBRE EL RÍO LA MARTILLADA

Proyecto Rehabilitación de
Camino la Martillada
Provincia Coclé, Distrito de Penonomé
Vacamonte

CLIENTE **INVERSIONES LOS TRES, S.A.**



1 Octubre 2020

Laboratorio Nacional de la Construcción S.A.

ventas@lancolab.com
www.lancolab.com

Tel. (507)291-1767

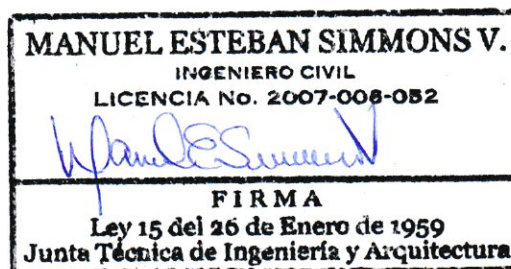
1. INTRODUCCIÓN

El INFORME DE SUELOS DEL PROYECTO “**REHABILITACIÓN DEL CAMINO VÍA LA MARTILLADA**” se realiza a petición de **INVERSIONES LOS TRES, S.A.**, y lo desarrolla **LANCO S.A.**

El presente informe pertenece al proyecto “**REHABILITACIÓN DEL CAMINO VÍA LA MARTILLADA**”, distrito de Penonomé, corregimiento de Toabré, provincia Coclé, 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 TRES, 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 Penonomé, corregimiento de Toabré, provincia de Coclé, República de Panamá, sobre el río La Martillada (ver anexo de ubicación).

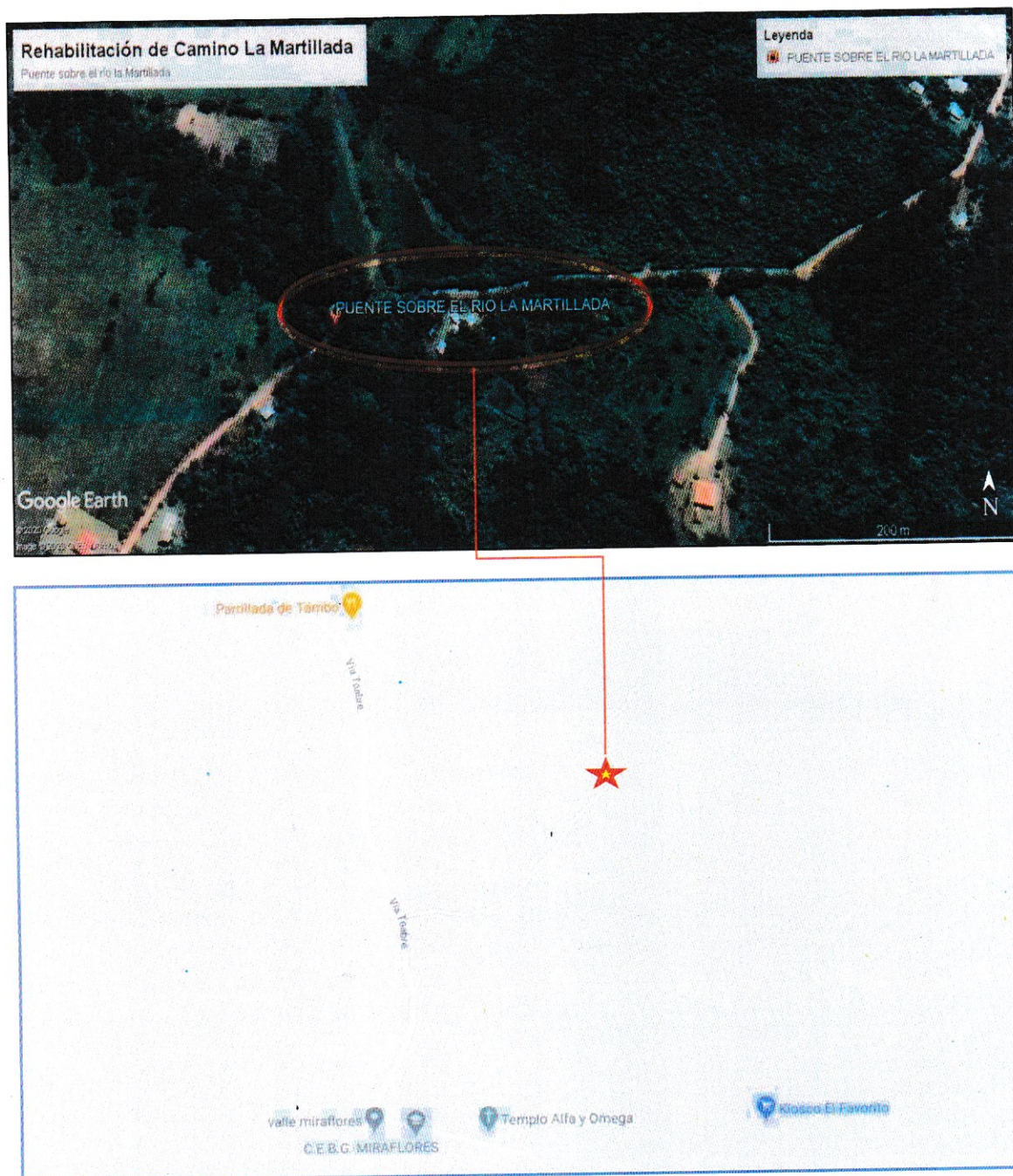


Figura 1. Mapa de ubicación de la obra- Puente sobre el río La Martillada

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.

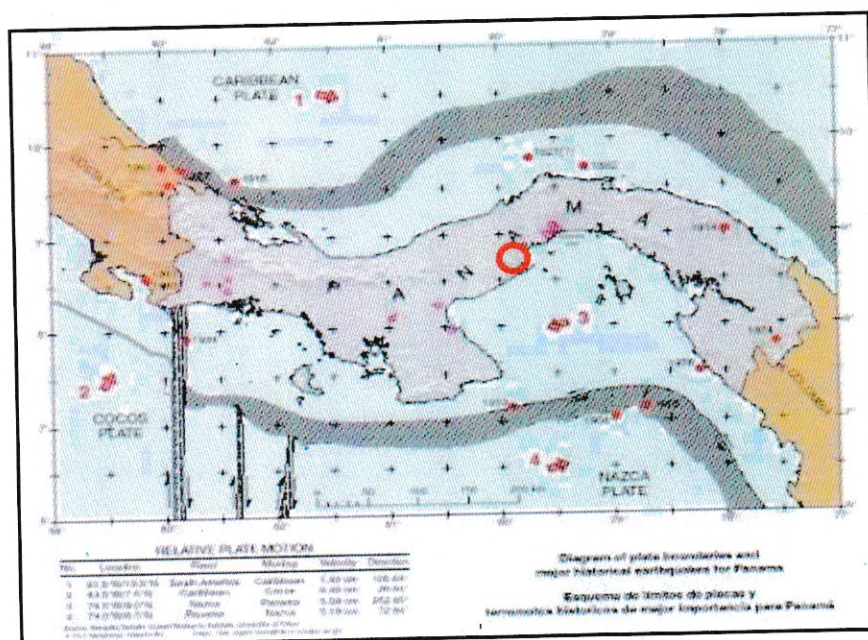


Figura 2. Configuración tectónica del bloque de Panamá. El círculo rojo muestra el lugar donde se ubica el área de estudio.

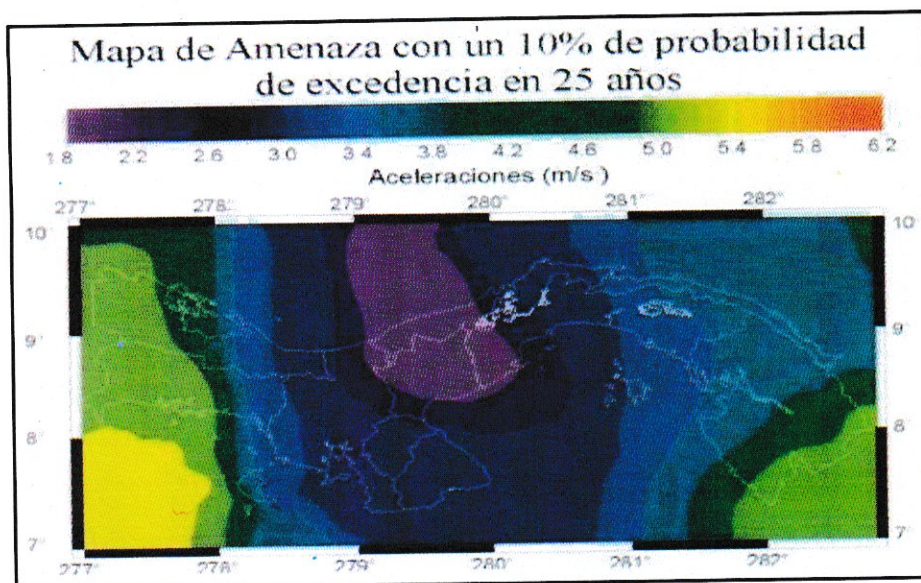


Figura 3. Mapa de amenaza sísmica de la República de Panamá

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 Coclé, distrito de Penonomé, que es el lugar donde se aproxima a la zona en estudio. Datos de aceleración espectral obtenidos de la tabla de los coeficiente sísmicos REP-2014(S_1 y S_s) según ubicación del puente, corregimiento de Toabré que es el lugar de la zona en estudio. En el punto 11 del presente informe se determinara los coeficientes de aceleraciones en función al tipo de suelo encontrado en la investigación geotécnica

Aceleración Espectral 1.0 seg. (S_1) /5% Amortiguamiento critico = 0.260g

Aceleración Espectral 0.2 seg. (S_s) /5% Amortiguamiento critico = 0.623g

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 _s	S ₁
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
Panamá	Panamá	08°59'37"N	79°31'11"W	B	Ver Mapas	
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 Río Hato** de origen Cuaternario, está compuesta Conglomerados, arenisca, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas, pómez.

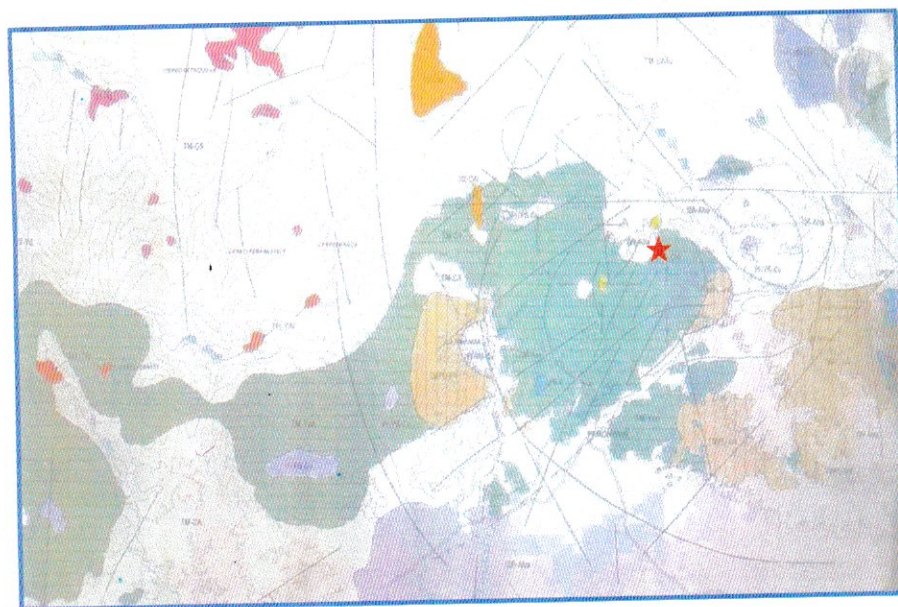


Figura 4. Mapa geológico de la zona de la provincia de Coclé Penonomé–Toabré

PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	COLOR	DESCRIPCIÓN FORMACIONES SEDIMENTARIAS
CUATERNARIO	Aguadulce	Las Lajas	QR - Ala		Aluviones, sedimentos consolidados, areniscas, corales, manglares, conglomerados, lutitas carbonosas, deposiciones tipo delta.
		Rio Hato	QR - Aha		Conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas, poméz.
TERCARIO	Aguadulce	B. de Chucará	QR - Abch		Aluviones, arena, lutita carbonosa, depósitos orgánicos con pirita, deposiciones tipo delta.
		Chagres	TPL - Ch		Arenisca maciza (de grano fino).
	Aguadulce	Chucunaque	TPL - Chu		Areniscas, siltsitas, arcillas, conglomerados.
		Charco Azul	TMPL - Chaz		Arcillas, areniscas, limolitas.
	Gatún	Puero	TM - GApu		Caliza, arenisca, lodolita.
		Gatún	TM - GA		Areniscas, lutitas, tobas, conglomerados, arcillita arenosa.
		Tuira	TM - GAtu		Areniscas, lodolita, conglomerado.
		Punta Valiente	TM - GAV		Areniscas, lutitas, tobas, y conglomerados.
		Gatún-Uscari	TM - GAus		Lutitas, limolitas, areniscas, conglomerados, piroclásticos.
	La Boca	Santiago	TM - SA		Arenisca, conglomerados.
		La Boca	TM - LB		Esquistos arcillosos, lutitas, arenisca, toba y caliza.
		Alajuela	TM - LBa		Arenisca tobácea, arenisca calcárea y lutita calcárea.
		Culebra	TM - CU		Arenisca calcárea y lutita calcárea.
	Caimito	Topaliza	TOM - TZ		Calizas, limolitas, lutitas, areniscas tobáceas y tobas.
		Capeti	TO - CP		Areniscas arcillosas, tobas, limolita, conglomerados lutolíticos y calizas interestratificadas.
		Caimito	TO - CAI		Arenisca tobácea, lutita tobácea, toba, caliza foraminífera. Miembro Quebrancha-TOCAIq.
		Caraba	TO - CAIca		Aglomerado dacítico, conglomerado, arenisca calcárea y caliza fosilífera.
	Panamá	Panamá (Fase Marina)	TO - PA		Arenisca Tobácea, lutita, tobácea, caliza algácea y foraminífera.
		Bohío	TO - PAb		Conglomerados, areniscas y tobas, diques basálticos.
	Macaracas	Macaracas	TO - MAC		Tobas y areniscas tobáceas.
		Pesé	TO - MACpe		Tobas continentales, areniscas, calizas.
	Senosri-Uscari	El Barro	TO - MACba		Calizas arrecifales fosilíferas.
		Senosri-Uscari	TO - SEus		Lutitas, conglomerados, calizas tobáceas y arcillas.
	Tonosí	Gatuncillo	TO - SEga		Arenisca, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles.
		Darién	TE - G		Esquistos arcillosos, lutitas, arenisca de cuarzo, caliza algácea y foraminífera.
		Tonosí	TE - TODa		Lodolitas, lodolitas tobáceas, arenisca tobácea, grauvaca caliza, aglomerado sub-lapilli, conglomerado, pedernal.
		David	TEO - TO		Lutitas, areniscas.
SECUNDARIO	Chiguiri	Bucare	TE - TOB		Areniscas, lutitas, calizas, lavas y tobas andesíticas intercaladas.
		Chiguiri	TE - TOB		Caliza arenosa, areniscas, conglomerados y brechas.
	Chiguiri	Chiguiri	TPA - CHI		Lutitas deformadas.
		Pta. Matanza	TPA - CHImz		Grauvacas, lutitas y limolitas.
	Changuinola	Changuinola	K - CHA		Calizas, lutitas, areniscas, cenizas, tobas, lavas, andesíticas intercaladas.
		Oco	K - CHAo		Calizas y tobas.
	Paraguaito	Piriatí	K - CHAp		Calizas.
		Paraguaito	K - PAR		Limolitas y tobas.
	Paraguaito	Tiuril	K - PART		Lutitas y limolitas silicificadas.
		C. Sardina	K - PARs		Lutitas y limolitas silicificadas.
		Cuango	K - CG		Limolitas deformadas.

PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	COLOR	DESCRIPCIÓN FORMACIONES VOLCÁNICAS
CUATERNARIO		C. Picacho	OPS - P		Basaltos/andesita, conglomerados, aluviones, coluviones, lodolitas.
		Barú	OPS - BA		Basaltos/andesita, cenizas, tobas aglomerados y lavas.
TERCIARIO		Cerro Viejo	PI/PS - Cv		Basaltos/andesita, amigdaloides vídricos, Basaltos Post-ignimbriticos.
		El Valle	TMPL - VA		Dacitas, brechas, plugs, flujos ignimbriticos, pumitas, tobas finas.
					Andesitas/basaltos, tobas y subintrusivos de grano fino.
	La Yeguada	La Yeguada	TM - Y		Dacitas, ignimbritas y Tobas.
		Bale	TM - Yba		Dacitas, riolacitas, riolitas.
		C. El Encanto	TM - Yen		Dacitas, riolacitas, 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.
		Tucú	TM - CATu		Andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y "plugs".
		Rio. Culebra	TM - CAr		Andesitas, basaltos y tobas.
		Cañazas	TM - CA		Andesitas, basaltos y tobas.
	San Pedro	San Pedro	TM - SP		Tobas y aglomerados.
		Boró	TM - SPb		Andesitas, basaltos, arena, lutitas, sedimentos epiclasticos.
					Nadera silicificada, conglomerado, brechas.
	Panamá	Pedra Miguel	TM - PM		Aglomerado, grano fino a grueso.
		Cucacacha	TM - C		Andesitas, tobas, arcillas bentoníticas, areniscas tobáceas.
		Las Cascadas	TM - CAS		Aglomerados, tobas de grano fino y andesitas.
		Las Perlas	TOM - LP		Andesitas/basaltos, lavas y piroclásticas.
	Majé	Panamá (f. volc.)	TO - PA		Andesita aglomerado, tobas de grano fino, conglomerado depositado por corrientes.
		Bas Obispo	TO - PAb		Basaltos/Andesitas, piroclásticos y bloques.
		Complejo Majé	TO - MA		Andesitas/basaltos, piroclásticos y aglomerados.
		Sur de Soná	TO - MAs		Basaltos y Diabasas.
SECUNDARIO		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		Aglomerados volcánicos, brechas, conglomerados, tobas de granos fino interestratificado.
		Pta. Sabana	K - VEps		Lavas en almohadillas, basaltos y diabasas interestratificados con sedimentos piroclásticos.
		Playa Veneado	K - VE		Basaltos, pillow lavas.
		Dacitas Loma M	K-LMda		Dacitas.
		Quebro	K - QUE		Basaltos picriticos, picritas y gabros olivínicos.

7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

7.1 VISITAS DE RECONOCIMIENTO Y PLANIFICACIÓN

El día 15 de septiembre de 2020, 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 dos (2) **sondeos**, donde se perforó **41.35 m** lineales de profundidad en su totalidad, de tal manera que:

TABLA 2. Cantidad de longitud perforada por sondeos

Sondeo	Estructura	Coordenadas			Profundidad de perforada(m)
		Este	Norte	Z(m)	
S1 Estribo N°1	Puente sobre río La Martillada	578892.9	956623.3	163.896	21.35
S2 Estribo N°2		578908.5	956642.9	163.923	20.00

La campaña de perforación del sondeo se ha realizado el día 15 al 17 de septiembre del 2020, 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*

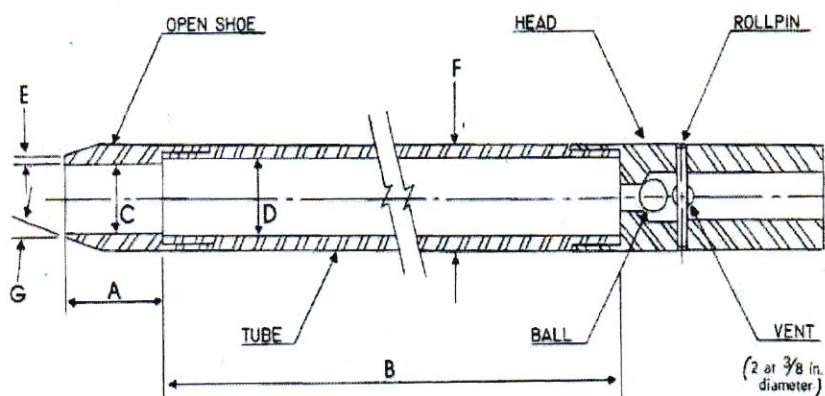
7.3 ENSAYOS DE SPT

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 últimos 30 cm del total de 45 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.



A = 1.0 to 2.0 in. (25 to 50 mm)
 B = 18.0 to 30.0 in. (0.457 to 0.762 m)
 C = 1.375 ± 0.005 in. (34.93 ± 0.13 mm)
 D = 1.50 ± 0.05 ± 0.00 in. (38.1 ± 1.3 ± 0.0 mm)
 E = 0.10 ± 0.02 in. (2.54 ± 0.25 mm)
 F = 2.00 ± 0.05 ± 0.00 in. (50.8 ± 1.3 ± 0.0 mm)
 G = 16.0° to 23.0°

The 1½ in. (38 mm) inside diameter split barrel may be used with a 16-gauge wall thickness split liner. The penetrating end of the drive shoe may be slightly rounded. Metal or plastic retainers may be used to retain soil samples.

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 golpes/pies	Consistencia o Compacidad	Prueba Manual	γ (g/cm ³)	U_c (KPa)
Cohesivo	>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
No cohesivo	>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)

γ (g/cm³) = peso unitario saturado

U_c= resistencia a compresión no confinada

7.4 DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA

Se describen las características litológicas de las muestras recuperadas en los 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.
- Densidades (ASTM D 2049): Se calcula, mediante medición de altura y diámetro de un volumen, y se pesa; se divide el peso entre el volumen del testigo.
- 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-D2166): En este ensayo, se le aplica a una probeta una tensión longitudinal en suelos, 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.
- 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.

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°1**Profundidad: 0.00m a 2.40m**

Arcilla rojiza oscura, de alta plasticidad, media a alta humedad, cohesivo, con pocos fragmentos de material silicio, de textura grasosa (1.50m - 2.40m), consistencia o compacidad suelta a muy suelta, sin grava, bastante homogéneo, con abundante materia orgánica (0.00m - 1.20m), no presenta olor característico, sin reacción al HCl.

Profundidad: 2.40m a 4.50m

Arcilla limosa marrón medio, bolsillos de arena fina, altamente plástico y húmedo, cohesivo, textura muy fina, de consistencia o compacidad suelta, con algunos fragmentos irregulares, bastante homogéneo, con algunas pocas raíces (orgánico), sin olor característico, sin reacción HCl.

Profundidad: 4.50m a 6.00m

Arcilla limosa con arena marrón claro, altamente plástica y húmeda, cohesivo, textura muy fina a granular fina, de consistencia o compacidad muy suelta, con algunos fragmentos irregulares, bastante homogéneo, con material orgánico, con ligero olor orgánico, sin reacción HCl.

Profundidad: 6.00m a 9.00m

Arcilla con arena (CH) marrón oscuro a marrón claro, altamente plástica, alta humedad, cohesivo, con material silicio, textura muy fina/granular fina, de consistencia o compacidad muy suelta, con algunos fragmentos irregulares alterados/meteorizados, homogéneo, con poco material orgánico, con ligero olor orgánico, sin reacción HCl. A 7.95m hay un cambio de color a marrón claro con partes oscuras, con consistencia o compacidad cambiante a medianamente firme.

Profundidad: 9.00m a 15.00m

Arcilla con arena marrón claro, con bolsillos de limo, alta a media plasticidad, media humedad, cohesivo, con material silicio, textura granular fina, de consistencia o compacidad medianamente firme a firme, con material de suelo consolidados alterados/deleznable, homogéneo, con poco material orgánico, con ligero olor orgánico, sin reacción HCl.

Profundidad: 15.00m a 17.14m

Suelo de origen residual, Arcilla con arena marrón claro con bolsillos de limo, media plasticidad, media humedad, poco cohesivo, con material silicio, textura granular fina, de consistencia o compacidad firme a muy firme, con material de suelo consolidados alterados/deleznable, homogéneo, sin materia orgánica, sin olor característico, sin reacción HCl.

Profundidad: 17.14m a 21.35m

A partir de los 18.10m se presenta roca masiva, del período cuaternario, Grupo Aguadulce - Formación Río Hato, Arenisca a toba de grano fino, de origen volcánico, muy fracturada a triturada en el de 19.00m a 19.20m, de coloración rojiza alterada/meteorizada producto de infiltración/circulación de agua, de textura media a fina, baja densidad relativa, de permeabilidad media, no reactivo al HCl, de resistencia muy débil a débil (RH-1 a RH-2), de dureza suave a moderadamente suave, fracturándose con golpes ligeros a moderados con el martillo de geólogo, altamente húmeda, con microcristales minerales silicatados, fracturamiento en su mayoría inducidos por la acción mecánica de perforación rotativa, sin reacción al ácido clorhídrico HCl. La integridad del material conformando la roca permite una buena recuperación de núcleos de roca, el grado de meteorización es de muy meteorizada a moderadamente meteorizada (WH - WM).

Sondeo S2 – Estribo N°2**Profundidad: 0.00m a 2.40m**

Arcilla rojiza oscura, de alta plasticidad, alta humedad, cohesivo, con algunos pocos fragmentos de material silicio, de textura fina/grasosa, consistencia o compacidad suelta a muy suelta, sin grava, bastante homogéneo, con abundante materia orgánica (raíces), no presenta olor característico, sin reacción al HCl.

Profundidad: 2.40m a 4.50m

Arcilla limosa marrón medio, bolsillos de arena fina, altamente plástico y húmedo, cohesivo, textura muy fina, de consistencia o compacidad suelta a muy suelta, con algunos fragmentos de grava irregulares, bastante homogéneo, con poco material orgánico, sin olor característico, sin reacción HCl. A 3.45m cambia el material a marrón medio en partes oscuras, con bolsillos de arena fina.

Profundidad: 4.50m a 6.00m

Arcilla (CH) marrón oscuro, con bolsillos de arena y limo, altamente plástico y húmedo, cohesivo, con material silicio, textura muy fina/granular fina, de consistencia o compacidad muy suelta, con algunos fragmentos de grava irregulares alterados/meteorizados, heterogéneo, con material orgánico, con olor orgánico, sin reacción HCl.

Profundidad: 6.00m a 9.00m

Arcilla con arena marrón oscuro, altamente plástico y húmedo, cohesivo, con material silicio, textura muy fina/granular fina, de consistencia o compacidad muy suelta, con algunos fragmentos de grava irregulares alterados/meteorizados, heterogéneo, con material orgánico, con olor orgánico, sin reacción HCl.

Profundidad: 9.00m a 13.05m

Arcilla con arena marrón medio, alta plasticidad, alta humedad, cohesivo, con material silicio suelto, textura granular fina, de consistencia o compacidad medianamente firme a firme, con material de suelo consolidados alterados/deleznable, heterogéneo, poca materia orgánica, con ligero olor orgánico, sin reacción HCl. A 10.95m se nota cambio de marrón medio en partes oscuras, de consistencia o compacidad firme, con grava 0.5cm, con material de consolidado de suelo con venillas de evidente alteración color negra.

Profundidad: 13.05m a 15.00m

Transición a suelo de origen residual, marrón claro a medio, con material mixto de arena y arcilla, con fragmentos de roca fragmentada. A 13.50m se presenta un marrón medio, aumentando su consistencia o compacidad de firme a muy firme.

Profundidad: 15.00m a 16.50m

Suelo residual, Arcilla con arena marrón medio, media a baja plasticidad, media humedad, cohesivo, con material silicio suelto, textura granular fina, de consistencia o compacidad firme en partes muy firme, con material de suelo consolidados alterados/deleznable, heterogéneo, sin materia orgánica, sin olor característico, sin reacción HCl.

Profundidad: 16.50m a 16.77m

Suelo residual a tope de roca, Arcilla gravosa gris medio a claro, con bolsillos de limo, baja plasticidad, media humedad, no cohesivo, con material silicio suelto, textura granular, de consistencia o compacidad muy firme a dura, con material de suelo muy consolidados alterados/deleznable, heterogéneo, sin materia orgánica, sin olor orgánico, sin reacción HCl.

Profundidad: 16.77m a 20.00m

Se presenta roca masiva, del período cuaternario, Grupo Aguadulce - Formación Río Hato, Toba a arenisca de grano fino, de origen volcánico, con fracturas recurrentes, de coloración gris claro, de textura fanerítica, baja a media densidad relativa, de permeabilidad media, casi nula la circulación de agua, no reactivo al HCl, de resistencia moderadamente fuerte de dureza moderadamente dura (RH-3), fracturándose con golpes moderados con el martillo de geólogo, altamente húmeda, con vesículas vacías y rellenas con abundantes fenocristales y microcristales minerales silicatados de sistema cristalinos de arreglo tipo ortorrómbico, triclinico (maclas), característico de los olivinos, piroxenos. Poco grado de fracturamiento, sin reacción al ácido clorhídrico HCl. La integridad del material conformando la roca permite una buena recuperación de núcleos de roca, el grado de meteorización ligera a roca sana (WS - F). (Continua)

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	22
Muestra inalterada	D1587	4
Granulometría	D 6913	2
Límite de Atterberg	D 4318	2
Humedad Higroscópica	D 2216	11
Ensayo corte directo CD	D 3080	2
Compresión uniaxial Suelos	D 2166	2
Compresión uniaxial Roca	D 7012	3

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

TABLA 5. Localización de muestras ensayadas.

Sondeo	Profundidad (m)	Tipo de muestra	Tipo de ensayo							
			Granulometría	Límite de Atterberg	Humedad	Densidad aparente	Corte Directo (CD)	Compresión simple en suelos	Compresión simple en Roca	Gravedad Específica
S1 Est 1	1.50 - 1.95	SPT			X					
	2.40-3.00	SHELBY			X					
	3.00-3.45	SPT			X					
	4.50-4.95	SPT			X					
	6.00-6.45	SPT			X					
	6.90-7.50	SHELBY	X	X	X	X	X			X
	7.50-7.95	SPT			X					
	8.42-8.82	MA			X	X		X		
	9.00-9.45	SPT			X					
	10.50-10.95	SPT			X					
	12.00-12.45	SPT			X					
	13.50-13.95	SPT			X					
	15.00-15.45	SPT			X					
	16.50-16.89	SPT			X					
	19.65-19.87	ROCA			X				X	
	20.50-20.70	ROCA			X				X	
S2 Est 2	1.50 - 1.95	SPT			X					
	2.40-3.00	SHELBY			X					
	3.00-3.45	SPT			X					
	4.50-4.95	SPT			X					
	5.40-6.00	SHELBY	X	X	X	X		X		
	6.00-6.45	SPT			X					
	7.50-7.95	SPT			X					
	9.00-9.45	SPT			X					
	10.50-10.95	SPT			X					
	12.00-12.45	SPT			X					
	13.50-13.95	SPT			X					
	15.00-15.45	SPT			X					
	16.50-16.77	SPT			X					
	18.07-18.57	ROCA			X	X			X	

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

Ensayo	N° Muestra	Profundidad de perforación (m)	Clasif. Según SUCS	Clasif. Según AASHTO	LL	LP	IP	Pasa Tamiz N°4 (5.00mm) (%)	Pasa Tamiz N°200 (0.075mm) (%)	w (%)
S1 ESTRIBO N°1	MI	6.90-7.50	CH	A-7-6	50	28	22	29.6	70.4	51.3
S2 ESTRIBO N°2	MI	5.40-6.00	CH	A-7-6	56	28	28	13.9	86.1	46.7

LP= Limite plástico

IP= Índice de plasticidad

w= porcentaje de humedad

TABLA 7: Resultado ensayos de corte directo en la muestra inalterada

Muestra	Prof. (m)	Tipo de suelo	Condición	Angulo de fricción interna (°) ϕ'	Cohesión (Kpa) C'	Densidad γ (kg/m³)	Densidad seca γ_d (kg/m³)	w (%)
S1 ESTRIBO N°1	6.90-7.50	CH	CD	16	3.9	1731.0	922.0	87.3
S2 ESTRIBO N°2	5.40-6.00	CH	CD	14	18.3	1816.2	1240.9	46.4

TABLA 8. Resultado ensayos a compresión en suelo.

Muestra	Profundidad de ensayo (m)	Resistencia a compresión en suelos qu lab. (kg/cm²)	Deformación (%)	Módulo de Young E_{50} (Kg/cm²)	w (%)	Densidad húmeda (Kg/m³)	Densidad seca (Kg/m³)
S1 EST N°1	8.42	1.03	2.72	40.507	41.9	1930	1360
S2 EST N°2	5.40	0.87	5.44	34.396	46.9	2060	1400

TABLA 9. Resultado ensayos a compresión en roca.

Muestra	Profundidad de ensayo (m)	Resistencia a compresión en roca qu lab. (kg/cm²)	Deformación (%)	Módulo de Young E_{50} (Kg/cm²)	w (%)	Densidad húmeda (Kg/m³)	Densidad seca (Kg/m³)
S1 EST N°1	19.65	180.81	1.03	18010.55	6.2	2380	2240
	20.50	243.65	1.71	13163.11	11.8	2240	2000
S2 EST N°2	18.07	283.52	1.74	1659.68	6.6	2460	2310

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)
S1 Estribo N°1	1.50
S2 Estribo N°1	1.50

9. CONCLUSIONES

CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DEL REP. 2014

- Según la tabla A6.3.7 del REP-2014, para suelos compuesto de arcilla arenosa de baja plasticidad (CH) consistencia suave a medianamente firme, se recomienda utilizar una capacidad de soporte entre 0.05MPa a 0.100 MPa(0.50 - 1.00 Kg/cm²) y para arcillas firme 0.10MPa a 0.300 MPa(1.00 - 3.00 Kg/cm²)

ASENTAMIENTO MÁXIMO RELATIVO ESPERADO

Como criterio para el cálculo de las capacidades de soporte de los diferentes puntos y profundidades de las pruebas SPT, se considera un asentamiento máximo admisible relativo de 1 pulgada (25.4mm).

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

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 (qadm)** 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)

$$q_{adm} = 41 * C_w * N * S \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

Dónde:

N= es el número corregidos de golpes del ensayo SPT

C_w= factor de corrección adimensional que considera el efecto de nivel freático

S= asentamiento total admisible=1.0 in =25.4mm

TABLAS 11. Consistencia del suelo según profundidades, en los puntos ensayados-Sondeo S1.

TABLAS 11. Consistencia del suelo según profundidades, en los puntos ensayados Sondeo S1.							
Sondeo	N _{SPT}	Prof. (m)	Valores Golpes			Nspt ₃₀	Consistencia/ Compacidad Relativa
			(N/15cm)				
S1 ESTRIBO Nº1	1A	1.50 -1.95	2	3	3	6	Medianamente firme
	2A	3.00 - 3.45	2	3	2	5	Muy suave
	3A	4.50 - 4.95	1	1	1	2	Suave
	4A	6.00 - 6.45	0	0	1	1	Suave
	5A	7.50 - 7.95	0	0	2	2	Suave
	7A	9.00 - 9.45	6	5	6	11	Firme
	8A	10.50- 10.95	3	4	4	8	Firme
	9A	12.00- 12.45	5	10	13	23	Muy Firme
	10A	13.50- 13.95	5	11	12	23	Muy Firme
	14A	15.00- 15.45	18	17	21	38	Dura
	15A	16.50- 16.89	15	26	50	R	Dura

TABLAS 11. Consistencia del suelo según profundidades, en los puntos ensayados-Sondeo S2

TABLAS 11. Consistencia del suelo según profundidades, en 100 puntos							
Sondeo	N _{SPT}	Prof. (m)	Valores Golpes			Nspt ₃₀	Consistencia/ Compacidad Relativa
			(N/15cm)				
S2 ESTRIBO Nº2	1A	1.50 - 1.95	1	2	2	4	Medianamente firme
	2A	3.00-3.45	2	3	3	6	SUAVE
	3A	4.50-4.95	0	1	2	3	Suave
	4A	6.00 - 6.45	1	2	2	4	Suave
	6A	7.50-7.95	0	0	1	1	Muy suave
	7A	9.00-9.45	3	7	7	14	Firme
	8A	10.50- 10.95	3	6	10	16	Firme
	9A	12.00- 12.45	5	8	8	16	Firme
	10A	13.50- 13.95	7	12	24	36	Dura
	11A	15.00- 15.45	9	9	7	16	Muy firme
	12A	16.50- 16.77	4	50/12	-----	R	Dura

TABLAS 12. Capacidad portante del suelo según profundidades, en los puntos ensayados- Sondeo S1.

Sondeo	N _{SPT}	Prof. (m)	Valores Golpes			Nspt ₃₀	qadm	qadm
			(N/15cm)				(Kg/cm ²)	(Ton/m ²)
S1 ESTRIBO Nº1	1A	1.50 - 1.95	2	3	3	6	0.66	6.60
	2A	3.00 - 3.45	2	3	2	5	0.55	5.50
	3A	4.50 - 4.95	1	1	1	2	0.22	2.20
	4A	6.00 - 6.45	0	0	1	1	0.11	1.10
	5A	7.50 - 7.95	0	0	2	2	0.22	2.20
	7A	9.00 - 9.45	6	5	6	11	1.21	12.10
	8A	10.50-10.95	3	4	4	8	0.88	8.80
	9A	12.00-12.45	5	10	13	23	2.53	25.30
	10A	13.50-13.95	5	11	12	23	2.53	25.30
	14A	15.00-15.45	18	17	21	38	4.18	41.80
	15A	16.50-16.89	15	26	50	R	5.00	50.00

TABLAS 13. Capacidad portante del suelo según profundidades, en los puntos ensayados- Sondeo S2

Sondeo	N _{SPT}	Prof. (m)	Valores Golpes			Nspt ₃₀	qadm	qadm
			(N/15cm)				(Kg/cm ²)	(Ton/m ²)
S2 ESTRIBO Nº2	1A	1.50 - 1.95	1	2	2	4	0.44	4.40
	2A	3.00-3.45	2	3	3	6	0.66	6.60
	3A	4.50-4.95	0	1	2	3	0.33	3.30
	4A	6.00 - 6.45	1	2	2	4	0.44	4.40
	6A	7.50-7.95	0	0	1	1	0.11	1.10
	7A	9.00-9.45	3	7	7	14	1.54	15.40
	8A	10.50-10.95	3	6	10	16	1.76	17.60
	9A	12.00-12.45	5	8	8	16	1.76	17.60
	10A	13.50-13.95	7	12	24	36	3.96	39.60
	11A	15.00-15.45	9	9	7	16	1.76	17.60
	12A	16.50-16.77	4	50/12	-----	R	5.00	50.00

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 Profundo

Para el sondeo realizado en el Puente sobre el río La Martillada, se podrá analizar el capacidad de carga del estrato competente, para esto 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 desplantadas sobre la roca, aseguran un esfuerzo de trabajo aceptable. Los codigos americano y el REP-2014, adopta para la siguiente expresión para determinar la resistencia admisible en rocas (**Qadm**) con 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 en el caso de considerar cimientos profundo tipo pilotes (insitu).

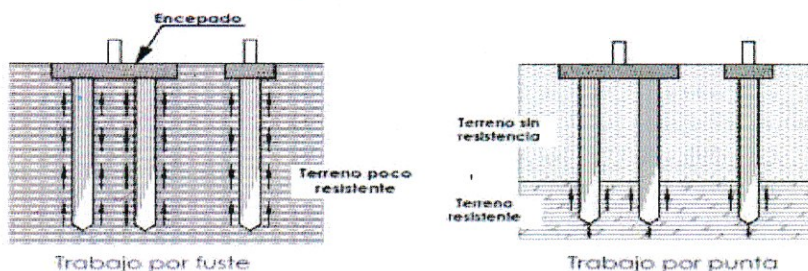


Figura 6. Cimientos profundos tipo pilotes o pilas empotrados en sitio

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

Muestra		Profundidad de apoyo(m)	Resistencia a compresión	Resistencia a compresión Q_{adm}
			$q_{ulab} (kg/cm^2)$	(kg/cm^2)
Puente sobre río La Martillada	Estribo N°1	19.65	180.81	36.16
		20.50	243.65	48.73
	Estribo N°1	18.07	283.52	56.70

Para el sondeo realizado en el Puente sobre el río La Martillada, en los primeros 9.00m(cota 155m aprox.) de suelos, se detecta una arcilla de alta plasticidad poca contenido de arena, consistencia muy suave. Este estrato es muy susceptible a la erosión la cual no se recomienda en ese estrato cimentación superficial con excepción de obras auxiliares con adecuada protección contra la erosión.

Para el sondeo S1 del estribo N°1 se puede considerar el aporte de los esfuerzos del suelo arcilloso tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Prof: 1.50m – 9.00m

Peso específico: 1731 kg/m³

Cohesión efectiva C' : 3.9 Kpa ϕ' : 16°

Para el sondeo **S2** del estribo N°2 se puede considerar el aporte de los esfuerzos del suelo arcilloso tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Prof: 1.50m – 9.00m

Peso específico: 1816 kg/m³

Cohesión efectiva C' : 18.3 Kpa ϕ' : 14°

Para la cimentación profunda, se aconseja el desplante sobre la roca por método de cimentación de pilotes in sitio empotrado en la roca a una profundidad de 18.00 – 21.00m con una resistencia admisible de la roca entre 36 – 57kg/cm², considerando un pilote de 1.20m podemos obtener una capacidad portante aproximado de 407 Ton – 645 Ton.

Considera una adecuada protección contra la erosión, debido que estos estratos es susceptible.

Esto deberá ser evaluado en base a los análisis topo hidráulico e hidrológico de la zona.

El recubrimiento mínimo la cimentación deberá ser de 7cm a 10cm si está en contacto directo con el terreno o por la cercanía a la costa debido a la exposición de la reacciones química de los sulfatos y cloruros.

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 lo podemos clasificar según (REP-2014 sección 4.1.4.2). Es importante indicar que esto es válido para el perfil estratigráfico completo de 30m.

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 14. Clasificación del tipo de perfil del suelo (REP-2014)

Tipo de perfil de suelo	Velocidad de onda cortante, V_s	Numero de Golpes N o 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		

Nota: El valor \tilde{N} deberá evaluarse en los primeros 30m superiores de suelos. Adjunto se presenta estimación de cálculo de amplificación sísmica.

CALCULO DE AMPLIFICACIÓN SISMICA - METODO N-RESISTENCIA A PENETRACIÓN ESTANDAR			
SONDEO PUENTE RIO LA MARTILLADA S1 ESTRIBO N°1			
PROFUNDIDADES	N_{30}	d_i	d_i/N
9.00	11	1.50	0.13636

10.50	8	1.50	0.18750
12.00	23	1.50	0.06522
13.50	23	1.50	0.06522
15.00	38	1.50	0.03947
16.50	50	1.50	0.03000
21.35	100	4.85	0.04850
SUMA			0.57227
Profundidad en estudio			13.85
$N = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i} =$			
24			
PERFIL DE SUELO D			

CALCULO DE AMPLIFICACIÓN SISMICA - METODO N- RESISTENCIA A PENETRACIÓN ESTANDAR			
SONDEO PUENTE RIO LA MARTILLADA S2 ESTRIBO Nº2			
PROFUNDIDADES	N _{30'}	d _i	d _i /N
9.00	14	1.50	0.10714
10.50	16	1.50	0.09375
12.00	16	1.50	0.09375
13.50	36	1.50	0.04167
15.00	16	1.50	0.09375
16.50	50	1.50	0.03000
20.00	100	3.50	0.03500
SUMA			0.49506
Profundidad en estudio			12.50
$N = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i} =$			
25			
PERFIL DE SUELO D			

EFFECTO SÍSMICO

DISEÑO DE ACELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO

Los mapas de movimiento sísmico del terreno describen la acción sísmica para el máximo sismo considerado. Estos se proporcionan en el Reglamento Estructural Panameño 2014, Cap.5 para los valores de:

- Ss: valor de respuesta espectral de aceleración durante un período de 0,2 segundos, con un 5% de amortiguación crítica para un período de retorno de 2500 años y un terreno de clase B.
- S1: valor de respuesta espectral de aceleración durante un período de 1 segundo, con un 5% de amortiguación crítica para un período de retorno de 2500 años y un terreno de clase B.
- PGA: aceleración máxima del terreno con un 5% de amortiguación crítica de un período de retorno de 2500 años y un terreno de clase B.
- El período de transición de largo período (TL) para la República de Panamá se tomará como 10 segundos.

De acuerdo con los Reglamentos de construcción de Panamá 2014, REP 2014 Cap. 5 y el Capítulo 11 de ASCE / SEI 7-05, el diseño de aceleración máxima del terreno de un período de retorno de 2500 años del área del proyecto donde se ubica las estructuras se puede adoptar como sigue:

Por tanto, tras la observación de los valores en los mapas de aceleración de máximo sismo considerado para un suelo **Tipo D** en la zona de la traza, tenemos los siguientes valores máximo y mínimos:

Tabla 15: Valores Extremos en Mapas de Aceleración del Sismo Máximo Considerado.

VALORES EXTREMOS EN MAPAS DE ACELERACIÓN DEL SISMO MÁXIMO CONSIDERADO	
DESCRIPCIÓN	VALOR

Aceleración espectral de 0.2 s	S_s	0.623g
Aceleración espectral de 1 s	S_1	0.260g

Tabla 16: Tabla de Factores de sitio y máximo terremoto considerados. Los valores de F_a , F_v (REP-2014 sección 4.1.4.2.-Estándar ASCE / SEI7 -05) en función de las condiciones del sitio y la intensidad sísmica.

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de 0.2s (Véase la Nota 1)				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:

1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de S_s .
2. Para el perfil tipo F debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Valores del factor de sitio, F_a , en el intervalo de periodos de vibración cortos del espectro de aceleraciones.

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de 1.0s (Véase la Nota 1)				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:

1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de S_1 .
2. Para el perfil tipo F debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Valores del factor de sitio, F_v , en el intervalo de periodos de vibración largos del espectro de aceleraciones.

Tabla 17:

COEFICIENTES DE SITIO Y MÁXIMO DE TERREMOTO CONSIDERADO		
DESCRIPTION	TIPO DE PERFIL DEL SUELO	VALOR

Fa	D	1.30
Fv		1.88

Parámetros de aceleración espectral para el sismo Máximo Considerado [MCE] (2500 años), 2% de probabilidad de excedencia en 50 años.

$$S_{MS} = Fa * Ss$$

$$S_{M1} = FV * S1$$

Tabla 18:

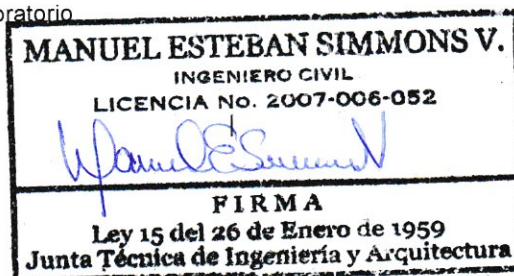
PARÁMETROS DE ACCELERACIÓN ESPECTRAL PARA EL SISMO MÁXIMA CONSIDERADO [MCE] (2500 AÑOS)			
DESCRIPCIÓN		TIPO DE PERFIL DE SUELO	VALOR
Aceleración espectral de 0.2 s	S_{MS}		0.81g
Aceleración espectral de 1.0 s	S_{M1}		0.49g

Ciudad de Panamá 1 de octubre, de 2020

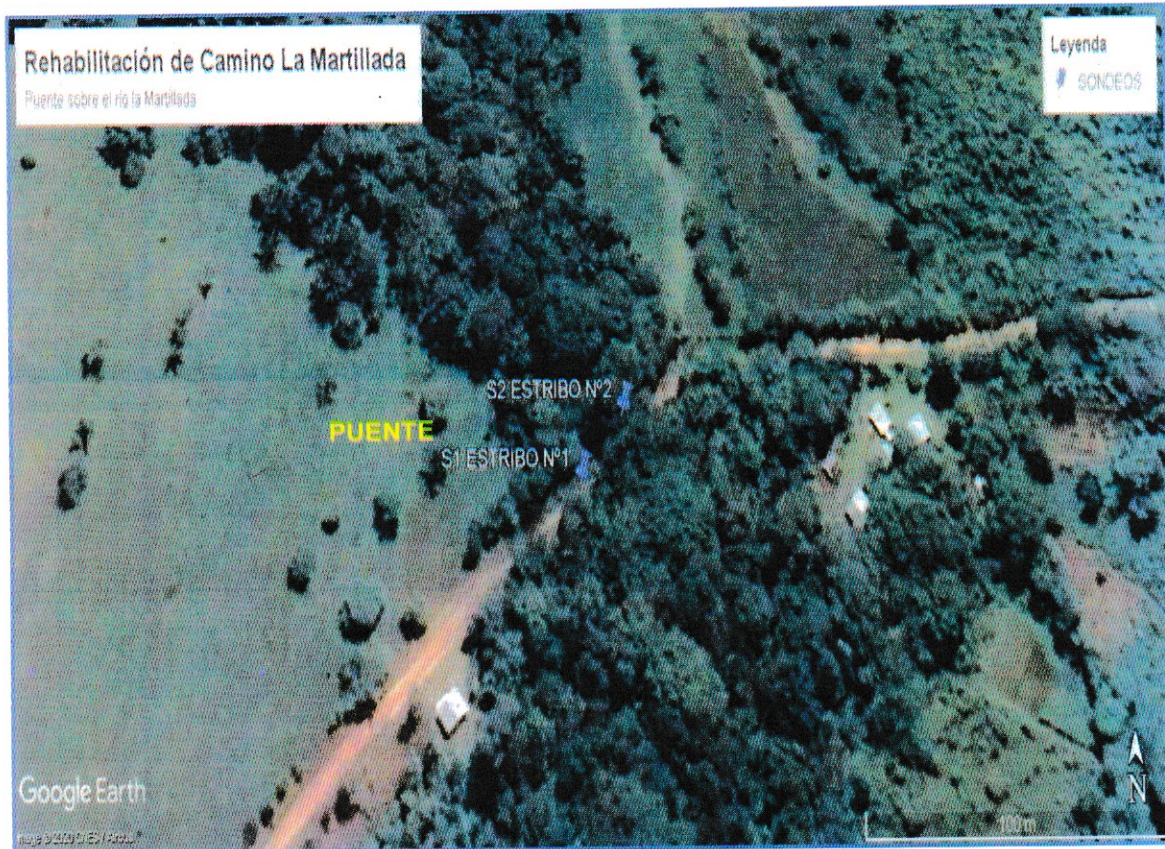
ING. MANUEL E. SIMMONS

Director Técnico del Laboratorio

12. ANEXOS:



12.1 UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



12.2 REPORTES

12.2.1 REGISTRO FOTOGRAFICO DE POSICIONAMIENTO

12.2.2 REGISTRO FOTOGRAFICO DE CAJAS DE LOS SONDEOS

12.2.3 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LOS SONDEOS

12.2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO