



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

Ave. Ricardo J. Alfaro
Edison Plaza, Tercer Piso, Ofic.38
Teléfonos: (507)279-0014/0413/0366
Fax: (507)279-0365
Apdo. Postal: 0823-0423, Panamá
www.geo.com.pa

Panamá, 18 de marzo de 2025

Señores
ITECPA, S.A.
E.S.D

REF: Investigación en Sitio – *Puente Río Toleta*

Por este medio tenemos el agrado de presentarle nuestro informe en relación a la investigación de sitio para el proyecto de referencia, el cual estará ubicado en Macaracas, Prov. de Los Santos.

Quedamos a su disposición para aclarar cualquier duda que pueda surgir a raíz de este informe.

Atentamente,
Ingenieros Geotécnicos, S.A.

18 de marzo de
2025



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Investigación en Sitio

PUENTE RÍO TOLETA

Preparado para:
ITECPA, S.A.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

Ave. Ricardo J. Alfaro

Edison Plaza, Tercer Piso, Oficina 38

Teléfonos: (507) 279-0014/0413/0366

Fax. (507) 279-0365

Apartado Postal: 3628, zona 7, Panamá

E-mail: info@ingeotec.net

Web Site: www.geo.com.pa



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

TABLA DE CONTENIDO

1. ALCANCE DEL ESTUDIO
2. RECOMENDACIONES
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 - 2.1 GEOLOGÍA DEL SITIO
4. PLANTA Y UBICACIÓN DE SONDEOS
5. REGISTROS DE PERFORACIÓN
6. RESULTADOS DE LABORATORIO
7. SECCION GEOLÓGICA
8. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS
9. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

1. ALCANCE DEL ESTUDIO

Para este proyecto realizamos dos (2) perforaciones, una para cada futuro estribo, con equipo mecánico. Las perforaciones se extendieron hasta la profundidad necesaria para identificar los materiales geológicos que inciden sobre el diseño de los cimientos del proyecto. A intervalos convenientes se realizaron pruebas de penetración estándar, para cuantificar la consistencia de los suelos en sitio. En el punto 4, se muestra la planta y la ubicación de sondeos.

Además, se realizaron ensayos de laboratorio: contenido de humedad, límites de Atterberg, ensayos de granulometría y compresión simple de roca.

Basándose en el alcance de la exploración que acordamos con ustedes, podemos considerar que las recomendaciones emitidas en este informe son de carácter final. En el resto del informe se brindan mayores detalles al respecto.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

2. RECOMENDACIONES

La estructura propuesta consiste en un (1) puente vehicular. El proyecto se encuentra ubicado sobre Río Toleta, Macaracas, Prov. de Los Santos. A continuación, se presentan las recomendaciones para los cimientos:

2.1 Cimientos

Se puede cimentar la estructura propuesta sobre zapatas. Las zapatas deben ser desplantadas a una profundidad mínima de 4.00 metros por debajo del lecho del río y se deben dimensionar para una capacidad de soporte admisible de 60,000 kg/m².

El fondo de las excavaciones para las zapatas deberá ser completamente horizontal, encontrarse en un solo material geológico y estar libre de escombros y suelos reblandecidos, antes del vaciado.

2.2 Consideraciones Sísmicas

2.2.1 Carga Sísmica

La caracterización del Riesgo Sísmico en el sitio se obtuvo del Reglamento Estructural de Panamá (REP-2021). Esta carga sísmica se caracteriza por la aceleración máxima del terreno (PGA), la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período corto (S_s) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S₁). Los valores correspondientes al sitio son:

$$\text{PGA} = 0.39\text{g}; \text{S}_s(0.2\text{s}) = 0.83; \text{S}_1(1.0\text{s}) = 0.30$$

2.2.2 Perfil sísmico del sitio

El perfil del sitio se clasifica como tipo C, de acuerdo con la edición 2021 del Reglamento Estructural Panameño (REP-2021). El valor ponderado de penetración se calculó utilizando la siguiente fórmula, de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento Estructural Panameño (REP-2021).

$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / N_i)}$$

Donde: d_i Espesor de los estratos / N_i Valor de N (golpes por pie), de la prueba de penetración estándar. \bar{N} Valor ponderado de penetración estándar.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propósito de esta investigación fue determinar las características de los materiales geológicos en el sitio, de manera que se pueda diseñar la estructura propuesta de modo confiable. La estructura propuesta consiste en un (1) puente vehicular. El proyecto se encuentra sobre Río Toleta, Macaracas, prov. de Los Santos.



Figura 3-1. Ubicación del Proyecto en el Mapa Satelital de Google Earth

3.1. GEOLOGÍA DEL SITIO

Macaracas (TO – MAC)

Período Terciario. Grupo Macaracas. Tobas y areniscas tobáceas. Estos materiales se encuentran en diversos grados de meteorización. El sitio presenta un perfil de meteorización gradual, típica en áreas de clima tropical: las rocas sanas a cierta profundidad se van convirtiendo en rocas cada vez más meteorizadas hacia la superficie, donde usualmente se presentan como suelos residuales completamente meteorizados.

En la Figura 3-2, se muestra la ubicación del proyecto en el mapa geológico con referencia señalada.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

Período	Grupo	Color	Formación	Descripción
TERCIARIO	Macaracas		Macaracas	Tobas y Areniscas Tobáceas

Referencia
“**GEOLOGÍA**”. Dirección General de Recursos Minerales (DGRM).
Mapa Geológico. Escala 1:250,000.

Mapa Geológico. Escala 1:1,000,000. (Atlas Nacional de Panamá)

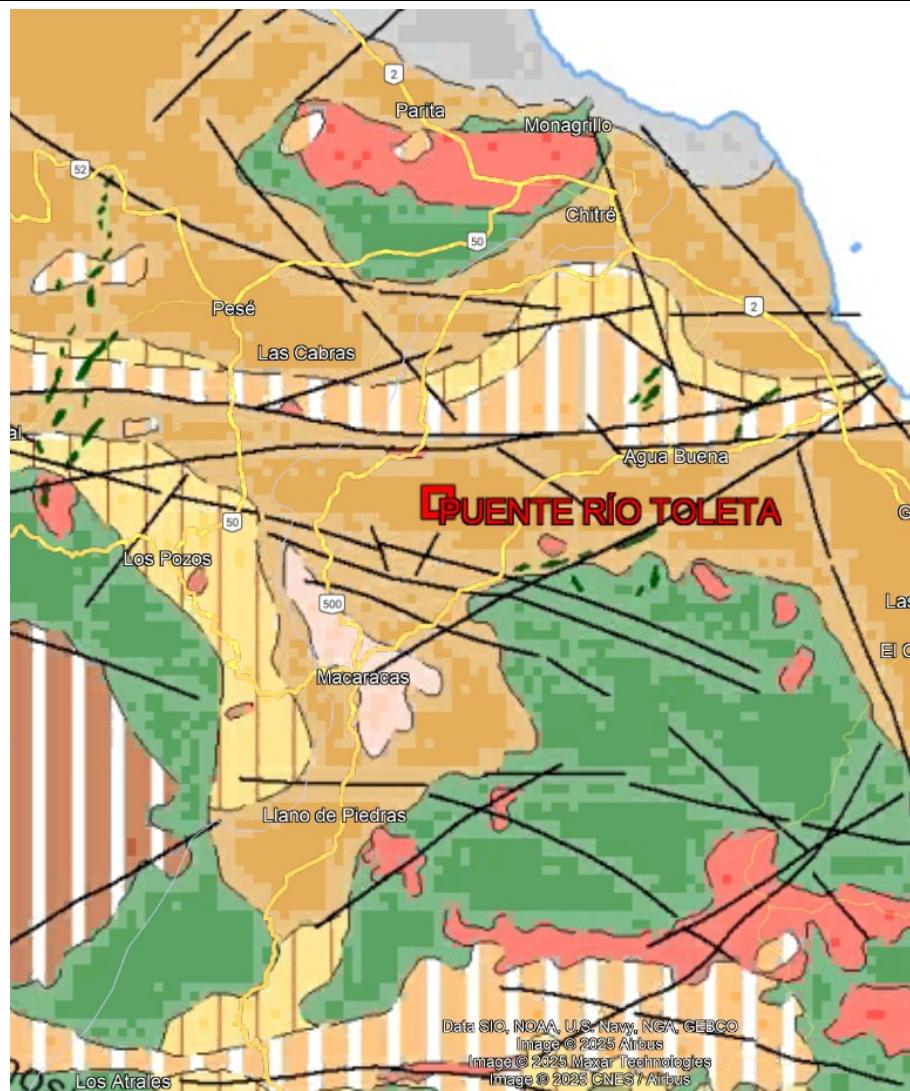
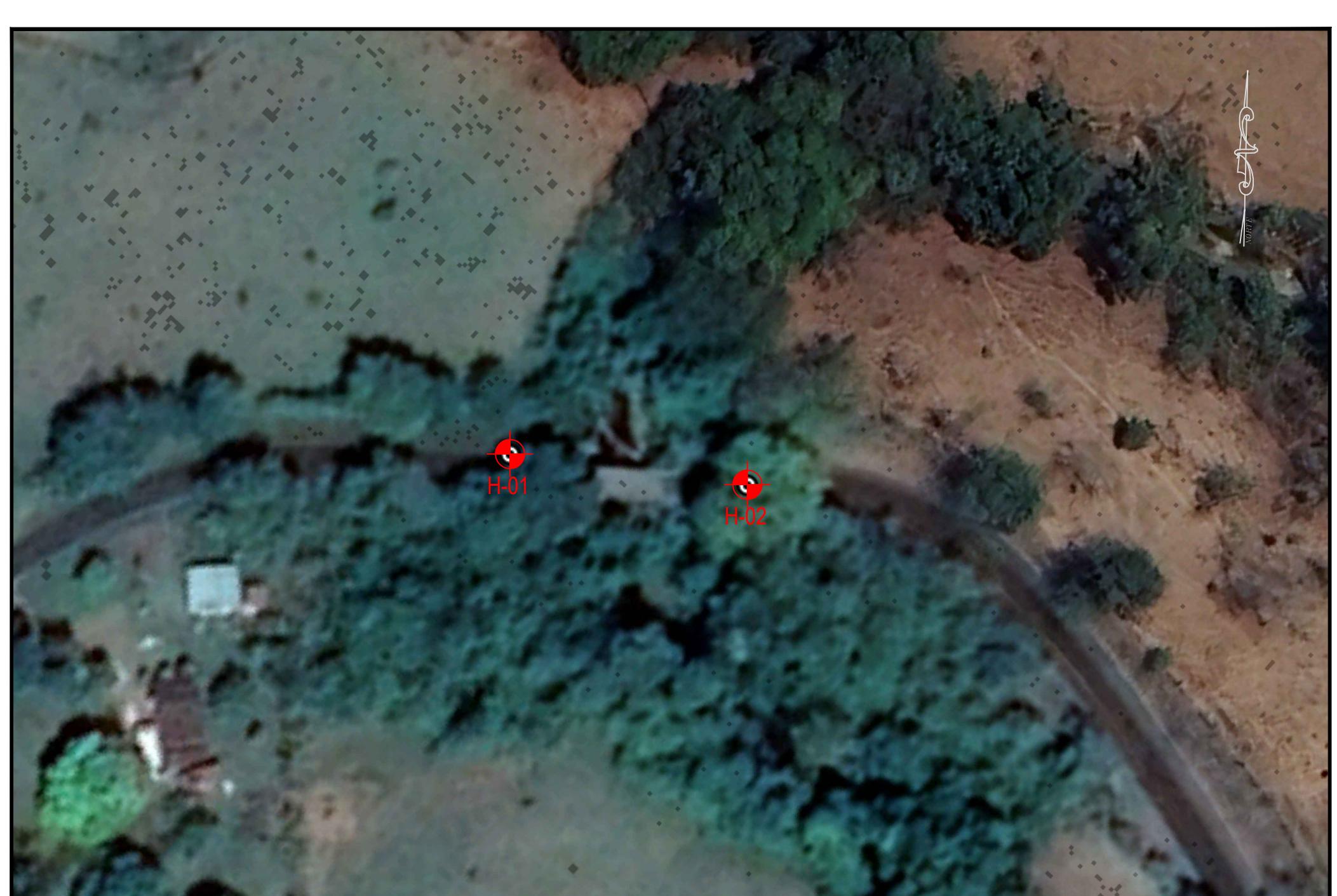


Figura 3-2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:

PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:

ITECPA, S.A.

TÍTULO:

4.PLANTA Y UBICACIÓN DE
SONDEOS

ESCALA:

S/E

HOJA:

1_DE_1



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, 3 piso, Ofic. 37-38
Teléfono: +(507) 2790014 ó 2790413 Fax: +(507) 2790365

PERFORACION H-01

PAGINA 1 DE 1

CLIENTE ITECPA

CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

INICIADA 2/27/25

TERMINADA 2/28/25

ESTACION

NORTE 863743

ESTE 553712

ELEVACION 0 m

PROYECTO PUENTE RÍO TOLETA

LOCALIZACION MACARACAS, PROV. DE LOS SANTOS

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

NIVEL FREATICO ---



CLIENTE ITECPA

CODIGO DE PROYECTO 2378/2025

INICIADA 3/5/24

NORTE 863741

PROYECTO PUENTE RÍO TOLETA

TERMINADA 3/6/25

ESTE 553732

LOCALIZACION MACARACAS, PROV. DE LOS SANTOS

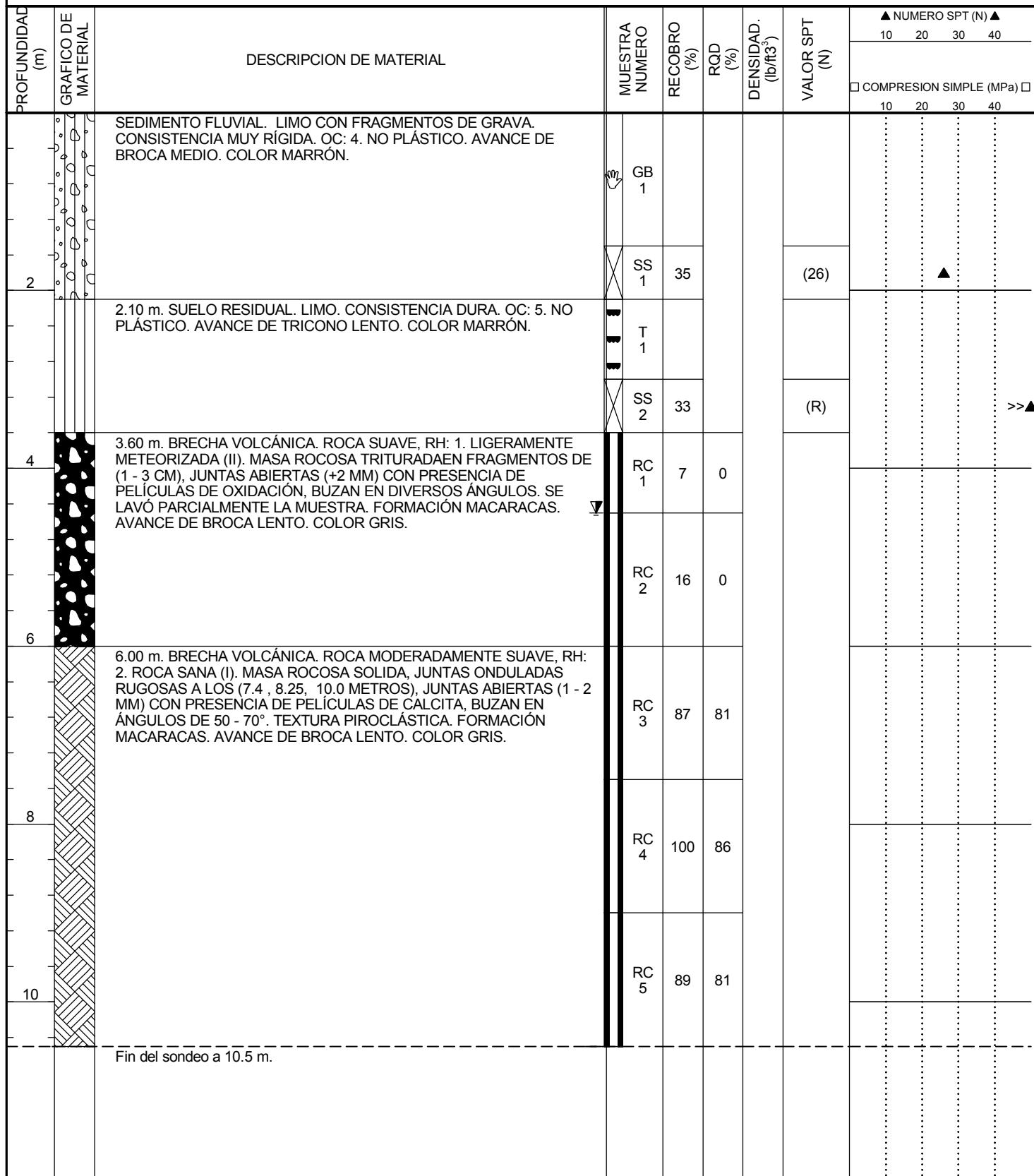
ESTACION

ELEVACION 0 m

REGISTRADO POR ING. EUSEBIO SOLIS

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

▼ 24hrs NIVEL FREATICO 4.50 m / Elev -4.50 m





INFORME DE ENSAYO
LÍMITES DE ATTERBERG (ATTERBERG LIMITS)
(ASTM D4318)

CÓDIGO DE DOCUMENTO

SG-P14-F01

Fecha: 22/02/2025

Revisión: 02

AREA (ÁREA):
LABORATORIO (LABORATORY)SUB-ÁREA (SUB-AREA):
SUELOS (SOILS)

Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-001

2378/2025

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

H-01

TRABAJO No (JOB No.)

MUESTREADO POR (SAMPLED BY)

HOYO No (HOLE No.)

PUENTE RÍO TOLETA

01/03/2025

2378-H01-SS1

PROYECTO (PROJECT)

FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)

RÍO TOLETA, PROV. DE LOS SANTOS

SPT

1.50 a 2.10 m

UBICACIÓN (LOCATION)

MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

ITECPA,S.A.

28/02/2025

NO APLICA

CLIENTE (CLIENT)

FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

LIMO

05/03/2025

MATERIAL (MATERIAL)

FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)

COORDENADAS(COORDINATES)

NO APLICA

06/03/2025

N: 863720

FUENTE (SOURCE)

FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

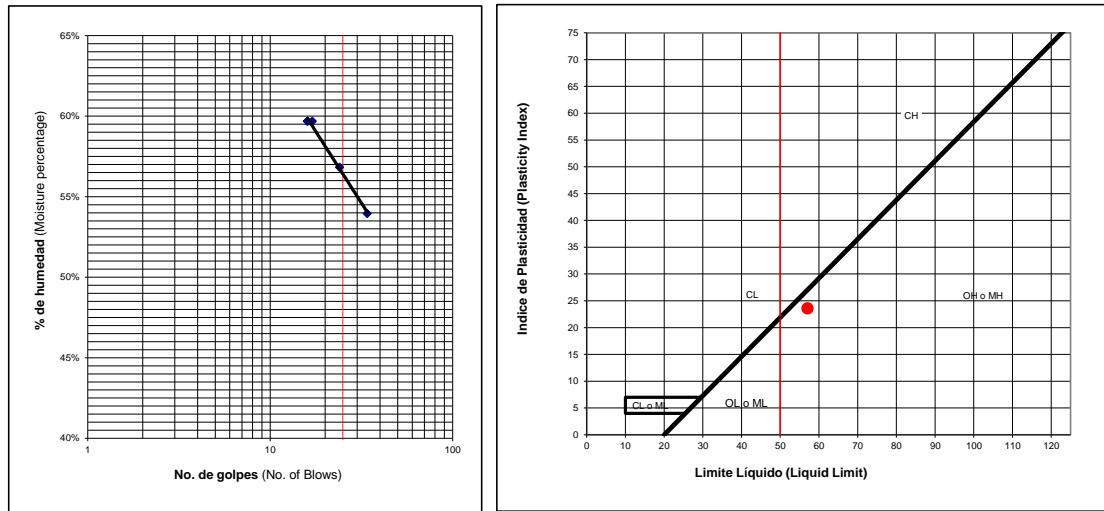
E: 553702

Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Humedad (Moist):	X	Horno (Oven):	Contenido de Humedad (As-Received Water Content):	23.20%
---	------------------	---	---------------	---	--------

Ensayo No.(Test No.)	Límite Líquido (Liquid Limit)			Límite Plástico (Plastic Limit)		
	1	2	3	1	2	3
Tara No. (Tare No.)	222	13	48		6	7
No. de Golpes (No. of Blows)	34	24	17		-	-
Peso de Tara + Suelo Húmedo (Weight of Tare + Wet Soil) (g)	50.17	52.47	49.87		22.67	21.48
Peso de Tara + Suelo Seco (Weight of Tare + Dry Soil) (g)	36.68	37.79	35.46		20.05	19.11
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	13.49	14.68	14.41		2.62	2.37
Peso de Tara (Weight of Tare) (g)	11.68	11.96	11.32		12.25	11.97
Peso de Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	25	25.83	24.14		7.8	7.14
% de Humedad (Moisture Percentage)	54.0%	56.8%	59.7%		33.6%	33.2%

*Límite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment)

*Límite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano(Hand Rolled)



Límite Líquido (Liquid Limit): 57 %

Límite Plástico (Plastic Limit): 33 %

Indice de Plasticidad (Plasticity Index): 24 %

Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification): MH

Observaciones (Remarks): _____

Equipo Utilizado para el ENSAYO (Equipment Used for the Test)

Equipo (Equipment):	BALANZA	Identificación(Identification):	EQC-022
Equipo (Equipment):	HORNO	Identificación(Identification):	EQV-021
Equipo (Equipment):	TERMÓMETRO	Identificación(Identification):	EQC-028
Equipo (Equipment):	CASA GRANDE	Identificación(Identification):	EQV-016
Equipo (Equipment):	RANURADOR	Identificación(Identification):	EQV-019

Muestreado en Campo por (Sampled on site by): **INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.** Presentado por (Compiled by):Ensayado por (Tested by): **TÉC. JOSÉ PÉREZ**Compilado por (Compiled by): **TÉC. JOSÉ PÉREZ** Autorizado por (Authorized by):**ING. JOSÉ GUEVARA***José E. Guevara*

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.



**INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NATURAL MOISTURE
CONTENT) (ASTM D2216)**

CÓDIGO DE DOCUMENTO	
SG-P14-F02	
Fecha:	22/02/2025
Revisión:	00

ÁREA (AREA):
LABORATORIO (LABORATORY)

SUB-AREA (SUB-AREA):
SUELOS (SOILS)

Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-002

2378/2025

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

H-01

TRABAJO No (JOB No.)

HOYO No (HOLE No.)

PUENTE RÍO TOLETA

2378-H01-SS1

PROYECTO (PROJECT)

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)

RÍO TOLETA, PROV. DE LOS SANTOS

1.50 a 2.10 m

UBICACIÓN (LOCATION)

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

ITECPA,S.A.

NO APLICA

CLIENTE (CLIENT)

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

LIMO

MATERIAL (MATERIAL)

COORDENADAS(COORDINATES)

NO APLICA

FUENTE (SOURCE)

N: 863720

E: 553702

Muestra (Sample)	2378-H01-SS1										
Hoyo No.(Borehole No.)	H-01										
Profundidad (Depth) (m)	1.50 a 2.10 m										
Método Usado (Test Method Used)	B										
No. de Tara (Tare No.)	H										
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)(g)	315.98										
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare) (g)	268.74										
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	47.24										
Peso de la Tara (Weight of Tare) (g)	65.51										
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	203.23										
% de Humedad (Moisture Percentage)	23.2%										
Temperatura de Secado (Drying Temperature)	110 ± 5 °C										

Observaciones (Remarks):

Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)

Equipo (Equipment):

BALANZA

Identificación(Identification):

EQC-022

Equipo (Equipment):

HORNO

Identificación(Identification):

EQV-021

Equipo (Equipment):

TERMÓMETRO

Identificación(Identification):

EQC-028

Muestreado en Campo por(Sampled on site by):

NO APLICA

Presentado por (Presented by): ING, JOSÉ GUEVARA

Ensayado por (Tested by): TÉC. DAVID RODRIGUEZ

Autorizado por (Authorized by): José E. Guevara

Compilado por (Compiled by): TÉC. JOSÉ PÉREZ

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.



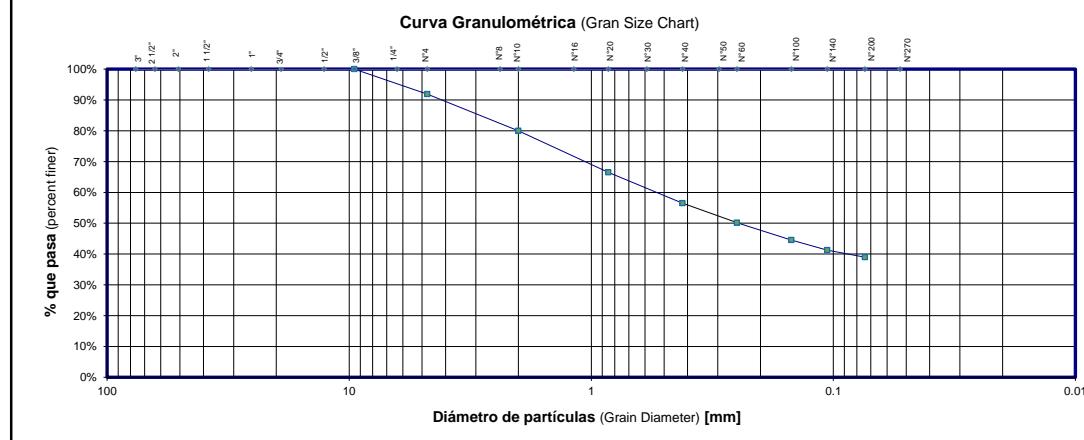
**INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (PARTICLE SIZE DISTRIBUTION) (ASTM D6913)**

CÓDIGO DE DOCUMENTO	
SG-P14-F03	
Fecha:	22/02/2025
Revisión:	01

AREA (AREA): LABORATORIO (LABORATORY)	SUB-AREA (SUB-AREA): SUELOS (SOILS)	Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-003
2378/2025	INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.	H-01
TRABAJO No (JOB No.): PUENTE RÍO TOLETA	MUESTREADO POR (SAMPLED BY)	HOYO No (HOLE No.): 2378-H01-SS01
PROYECTO (PROJECT): RÍO TOLETA, PROV. DE LOS SANTOS	FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)
UBICACIÓN (LOCATION): ITECPA, S.A.	SPT	1.50 a 2.10 m
CLIENTE (CLIENT): LIMO	MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)	PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)
MATERIAL (MATERIAL): NO APLICA	28/02/2025	NO APLICA
FUENTE (SOURCE):	FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)	ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)
	07/03/2025	COORDENADAS (COORDINATES)
	FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)	N: 863743
	07/03/2025	E: 553712
	FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)	
Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Secado al Horno/ Oven Dried	Método Usado (Test Method Used): A
		B

Peso de Muestra Total Seca (Total Weight Dry Sample): 208.23 g
Peso Seco Despues de Lavado (Dry Weight after Washed): 127.08 g

Tamiz (Sieve) No.	Abertura (Sieve Opening) (mm)	Peso Retenido (Soil Retained) (g)	Peso Ret. Acumulado (Acumulative s. Retained) (g)	% Retenido (Percent Retained)	% Que Pasa (Percent Finer)
3"	76.2				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.100				
1/2"	12.700				
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.0%	100.0%
Nº 4	4.760	16.91	16.91	8.1%	91.9%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	24.71	41.62	20.0%	80.0%
Nº 20	0.850	28.17	69.79	33.5%	66.5%
Nº 40	0.420	20.77	90.56	43.5%	56.5%
Nº 60	0.250	13.18	103.74	49.8%	50.2%
Nº100	0.149	11.70	115.44	55.4%	44.6%
Nº140	0.106	6.93	122.37	58.8%	41.2%
Nº200	0.074	4.71	127.08	61.0%	39.0%
Fondo (Bottom)					



Observaciones (Remarks): _____

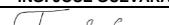
Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)

Equipo (Equipment): BALANZA Identificación (Identification): EQC-022
 Equipo (Equipment): HORNO Identificación (Identification): EQV-021
 Equipo (Equipment): TAMICES Identificación (Identification): EQV-004 a EQV-014

Muestreado en Campo por (Sampled on site by): INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Presentado por (Presented by): ING. JOSÉ GUEVARA

Ensayado por (Tested by): TÉC. DAVID RODRIGUEZ



Compilado por (Compiled by): TÉC. JOSÉ PÉREZ

Autorizado por (Authorized by): José G. Guevara

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO, S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.

PEDREGAL, CALLE PRINCIPAL SANTA CRUZ, URB. VILLA LOBOS/ PROV. DE PANAMÁ REPÚBLICA DE PANAMÁ - TELÉFONOS 279-0014 / 6418-4204



INFORME DE ENSAYO
LÍMITES DE ATTERBERG (ATTERBERG LIMITS)
(ASTM D4318)

CÓDIGO DE DOCUMENTO

SG-P14-F01

Fecha: 22/02/2025

Revisión: 01

AREA (ÁREA):
LABORATORIO (LABORATORY)SUB-ÁREA (SUB-AREA):
SUELOS (SOILS)

Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-004

2378/2025

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

H-02

TRABAJO No (JOB No.)

MUESTREADO POR (SAMPLED BY)

HOYO No (HOLE No.)

PUENTE RÍO TOLETA

08/03/2025

2378-H02-SS02

PROYECTO (PROJECT)

FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)

RÍO TOLETA, PROV. DE LOS SANTOS

SPT

3.00 a 3.60 m

UBICACIÓN (LOCATION)

MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

ITECPA,S.A.

06/03/2025

NO APLICA

CLIENTE (CLIENT)

FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

LIMO

17/03/2025

MATERIAL (MATERIAL)

FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)

COORDENADAS(COORDINATES)

NO APLICA

18/03/2025

N: 863741

FUENTE (SOURCE)

FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

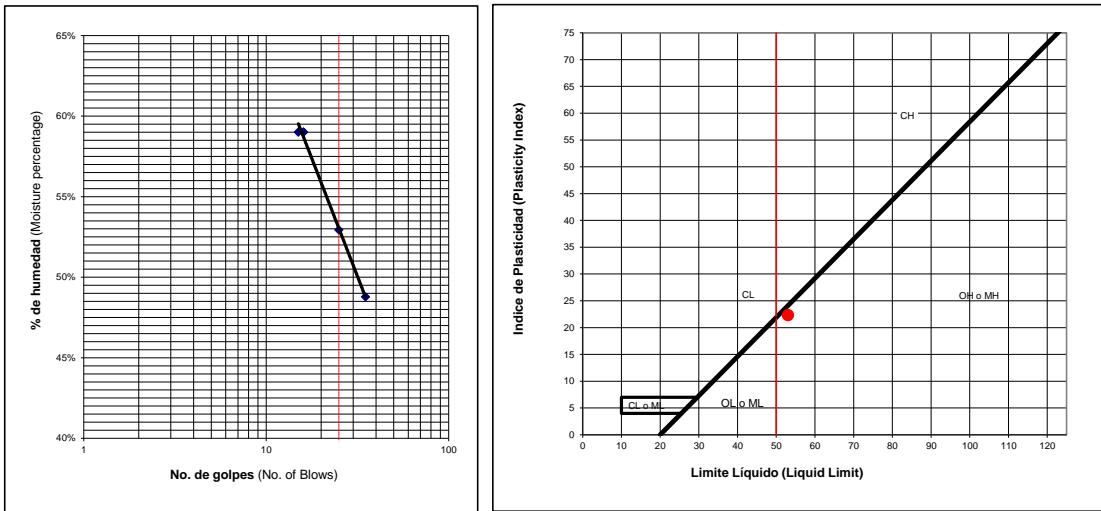
E: 553732

Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Humedad (Moist):	X	Horno (Oven):	Contenido de Humedad (As-Received Water Content):	23.20%
---	------------------	---	---------------	---	--------

Ensayo No.(Test No.)	Límite Líquido (Liquid Limit)						Límite Plástico (Plastic Limit)					
	1	2	3				1	2				
Tara No. (Tare No.)	9	8	7				5	6				
No. de Golpes (No. of Blows)	35	25	15				-	-				
Peso de Tara + Suelo Húmedo (Weight of Tare + Wet Soil) (g)	48.78	52.08	49.48				22.28	21.09				
Peso de Tara + Suelo Seco (Weight of Tare + Dry Soil) (g)	36.78	37.89	35.56				19.56	19.01				
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	12	14.19	13.92				2.72	2.08				
Peso de Tara (Weight of Tare) (g)	12.18	11.09	11.97				10.65	12.25				
Peso de Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	24.6	26.8	23.59				8.91	6.76				
% de Humedad (Moisture Percentage)	48.8%	52.9%	59.0%				30.5%	30.8%				

*Límite Líquido (Liquid Limit): Equipo Manual (Manual Equipment)

*Límite Plástico (Plastic Limit): Erollado a Mano(Hand Rolled)



Límite Líquido (Liquid Limit): 53 %

Límite Plástico (Plastic Limit): 31 %

Indice de Plasticidad (Plasticity Index): 22 %

Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification): MH

Observaciones (Remarks): _____

Equipo Utilizado para el ENSAYO (Equipment Used for the Test)

Equipo (Equipment):	BALANZA	Identificación(Identification):	EQC-022
Equipo (Equipment):	HORNO	Identificación(Identification):	EQV-021
Equipo (Equipment):	TERMÓMETRO	Identificación(Identification):	EQC-028
Equipo (Equipment):	CASA GRANDE	Identificación(Identification):	EQV-016
Equipo (Equipment):	RANURADOR	Identificación(Identification):	EQV-019

Muestreado en Campo por (Sampled on site by): **INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.** Presentado por (Compiled by):**ING. JOSÉ GUEVARA**Ensayado por (Tested by): **TÉC. JOSÉ PÉREZ****José E. Guerena**Compilado por (Compiled by): **TÉC. JOSÉ PÉREZ** Autorizado por (Authorized by):

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.



**INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (NATURAL MOISTURE
CONTENT) (ASTM D2216)**

CÓDIGO DE DOCUMENTO	
SG-P14-F02	
Fecha:	22/02/2025
Revisión:	01

ÁREA (AREA):
LABORATORIO (LABORATORY)

SUB-AREA (SUB-AREA):
SUELOS (SOILS)

Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-005

2378/2025
TRABAJO No (JOB No.)
PUENTE RÍO TOLETA
PROYECTO (PROJECT)
RÍO TOLETA, PROV DE LOS SANTOS
UBICACIÓN (LOCATION)
ITECPA,S.A.
CLIENTE (CLIENT)
LIMO
MATERIAL (MATERIAL)
NO APLICA
FUENTE (SOURCE)

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.
MUESTREADO POR (SAMPLED BY)
08/03/2025
FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)
SPT
MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)
06/03/2025
FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)
14/03/2025
FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)
17/03/2025
FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

H-02
HOYO No (HOLE No.)
2378-H02-SS02
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)
3.00 a 3.60 m
PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)
NO APLICA
ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)
COORDENADAS(COORDINATES)
N: 863741
E: 553732

Muestra (Sample)	2378-H02-SS02										
Hoyo No.(Borehole No.)	H-02										
Profundidad (Depth) (m)	3.00 a 3.60 m										
Método Usado (Test Method Used)	B										
No. de Tara (Tare No.)	S										
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)(g)	326.06										
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare) (g)	274.83										
Peso del Agua (Weight of Water) (g)	51.23										
Peso de la Tara (Weight of Tare) (g)	65.16										
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil) (g)	209.67										
% de Humedad (Moisture Percentage)	24.4%										
Temperatura de Secado (Drying Temperature)	110 ± 5 °C										

Observaciones (Remarks):

Equipo Utilizado para el Ensayo (Equipment Used for the Test)

Equipo (Equipment):	BALANZA	Identificación(Identification):	EQC-022
Equipo (Equipment):	HORNO	Identificación(Identification):	EQV-021
Equipo (Equipment):	TERMÓMETRO	Identificación(Identification):	EQC-028

Muestreado en Campo por(Sampled on site by):

NO APLICA

Presentado por (Presented by): ING. JOSÉ GUEVARA

Ensayado por (Tested by): TÉC. DAVID RODRÍGUEZ

José E. Guevara

Compilado por (Compiled by): TÉC. JOSÉ PÉREZ

Autorizado por (Authorized by):

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (PARTICLE SIZE DISTRIBUTION) (ASTM D6913)

CÓDIGO DE DOCUMENTO

SG-P14-F03

Fecha: 22/02/2025

Revisión: 00

AREA (AREA):
LABORATORIO (LABORATORY)SUB-AREA (SUB-AREA):
SUELOS (SOILS)

Nº DE INFORME (REPORT No.): ISG-2378-006

2378/2025

INGENIEROS GEOTÉCNICOS,S.A.

H-02

TRABAJO No (JOB No.)	MUESTREADO POR (SAMPLED BY)
PUENTE RÍO TOLETA	08/03/2025
PROYECTO (PROJECT)	FECHA DE RECEPCIÓN (DATE OF RECEIPT)
RÍO TOLETA, PROV. DE LOS SANTOS	SPT
UBICACIÓN (LOCATION)	MÉTODO DE MUESTREO (SAMPLING METHOD)
ITECPA,S.A.	06/03/2025
CLIENTE (CLIENT)	FECHA DE MUESTREO (SAMPLE DATE)
LIMO	15/03/2025
MATERIAL (MATERIAL)	FECHA DE ENSAYO (TEST DATE)
NO APLICA	17/03/2025
FUENTE (SOURCE)	FECHA DE REPORTE (REPORT DATE)

HOYO No (HOLE No.)

2378-H02-SS02

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (SAMPLE ID)

3.00 a 3.60 m

PROFUNDIDAD (DEPTH) (m)

NO APLICA

ELEVACIÓN (ELEVATION) (m)

COORDENADAS(COORDINATES)

N: 863741

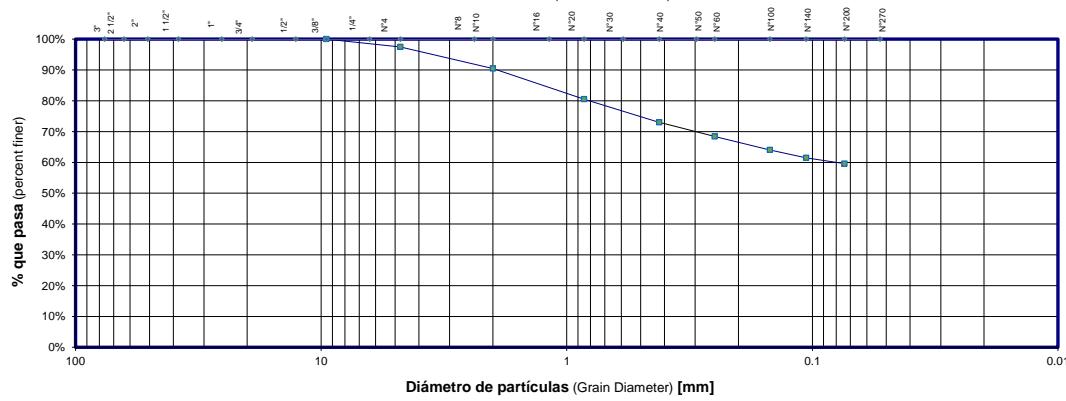
E: 553732

Procedimiento Para Obtener Especimen (Procedure Uses To Obtain The Specimen):	Secado al Horno/ Oven Dried	Método Usado (Test Method Used):	A	B
--	-----------------------------	----------------------------------	---	---

Peso de Muestra Total Seca (Total Weight Dry Sample): 209.67 g
 Peso Seco Despues de Lavado (Dry Weight after Washed): 84.7 g

Tamiz (Sieve) No.	Abertura (Sieve Opening) (mm)	Peso Retenido (Soil Retained) (g)	Peso Ret. Acumulado (Acumulative s. Retained) (g)	% Retenido (Percent Retained)	% Que Pasa (Percent Finer)
3"	76.2				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.100				
1/2"	12.700				
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.0%	100.0%
Nº 4	4.760	5.39	5.39	2.6%	97.4%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	14.59	19.98	9.5%	90.5%
Nº 20	0.850	20.86	40.84	19.5%	80.5%
Nº 40	0.420	15.76	56.60	27.0%	73.0%
Nº 60	0.250	9.60	66.20	31.6%	68.4%
Nº100	0.149	9.17	75.37	35.9%	64.1%
Nº140	0.106	5.41	80.78	38.5%	61.5%
Nº200	0.074	3.92	84.70	40.4%	59.6%
Fondo (Bottom)					

Curva Granulométrica (Gran Size Chart)



Observaciones (Remarks):

Equipo Utilizado para el ENSAYO (Equipment Used for the Test)

Equipo (Equipment):	BALANZA	Identificación (Identification):	EQC-022
Equipo (Equipment):	HORNO	Identificación (Identification):	EQV-021
Equipo (Equipment):	TAMICES	Identificación (Identification):	EQV-004 a EQV-014

Muestreado en Campo por(Sampled on site by): INGENIEROS GEOTÉCNICOSPresentado por (Presented by): ING. JOSÉ GUEVARAEnsayado por (Tested by): TÉC. DAVID RODRÍGUEZJosé E. GuevaraCompilado por (Compiled by): TÉC. JOSÉ PÉREZ

Autorizado por (Authorized by):

Se prohíbe la reproducción de este reporte sin la aprobación escrita de SERVICIOS GEO,S.A.

Los resultados de este informe se aplican únicamente a las muestras recibidas y especificadas en él.



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Esfuerzo a compresión uniaxial y módulo elástico de muestra de núcleo de roca intacta. Uniaxial compressive strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core specimens.
ASTM D7012 Método D (Method D) (ASTM D2938).

Puente Río Toleta
Proyecto (Project): Río Toleta, Los Santos
Ubicación (Location): José Pérez.
Técnico (Technician): 06-mar-25
Fecha de Prueba (Test Date):

Datos de la Muestra (Sample Data):

Perforación (Boring):	H-01
Fecha (Sample Date) :	28-feb-25
Muestra (Sample No.):	RC-6
Profundidad (Depth)m:	9.50 m
Elevación (Elevation) m:	
Descripción (Description):	Brecha Volcánica

Parámetros físicos (Physical parameters):

Peso de la muestra (weight of the sample):	404.37	g
Diámetro (diameter):	44.90	mm
Altura (height):	94.20	mm
Área de la sección (cross sectional area):	1583.37	mm ²
Volumen (Volume):	1.49E+05	mm ³
Densidad(density):	26.59	kN/m ³
Humedad (moisture):	4.03	%

Resultados (Results):

Carga de falla (Failure load)	37.10	kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	23.43	MPa
Tiempo de carga (load time)	5.93	min
Módulo de Young E 50%	2081	MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.73E-02	

Fotos (Pictures):

Antes (before)



Después (after)



Observaciones (remarks):

Ensayado por (Tested by): José Pérez

Calculado por (Calculated by): José Pérez

Revisado por (Reviewed by): J.Guevara



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Esfuerzo a compresión uniaxial y módulo elástico de muestra de núcleo de roca intacta. Uniaxial compressive strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core specimens.
ASTM D7012 Método D (Method D) (ASTM D2938).

Puente Río Toleta		Datos de la Muestra (Sample Data):	
Proyecto (Project)		Perforación (Boring):	H-02
Río Toleta, Prov. de Los Santos		Fecha (Sample Date) :	06-mar-25
Ubicación (Location)		Muestra (Sample No.):	RC-5
Richard Castilla		Profundidad (Depth)m:	10.00 m
Técnico (Technician)		Elevación (Elevation) m:	
17-mar-25		Descripción (Description):	
Fecha de Prueba (Test Date)			

Parámetros físicos (Physical parameters):

Peso de la muestra (weight of the sample):	381.34	g
Diámetro (diameter):	45.00	mm
Altura (height):	90.00	mm
Área de la sección (cross sectional area):	1590.44	mm ²
Volumen (Volume):	1.43E+05	mm ³
Densidad (density):	26.13	kN/m ³
Humedad (moisture):	2.54	%

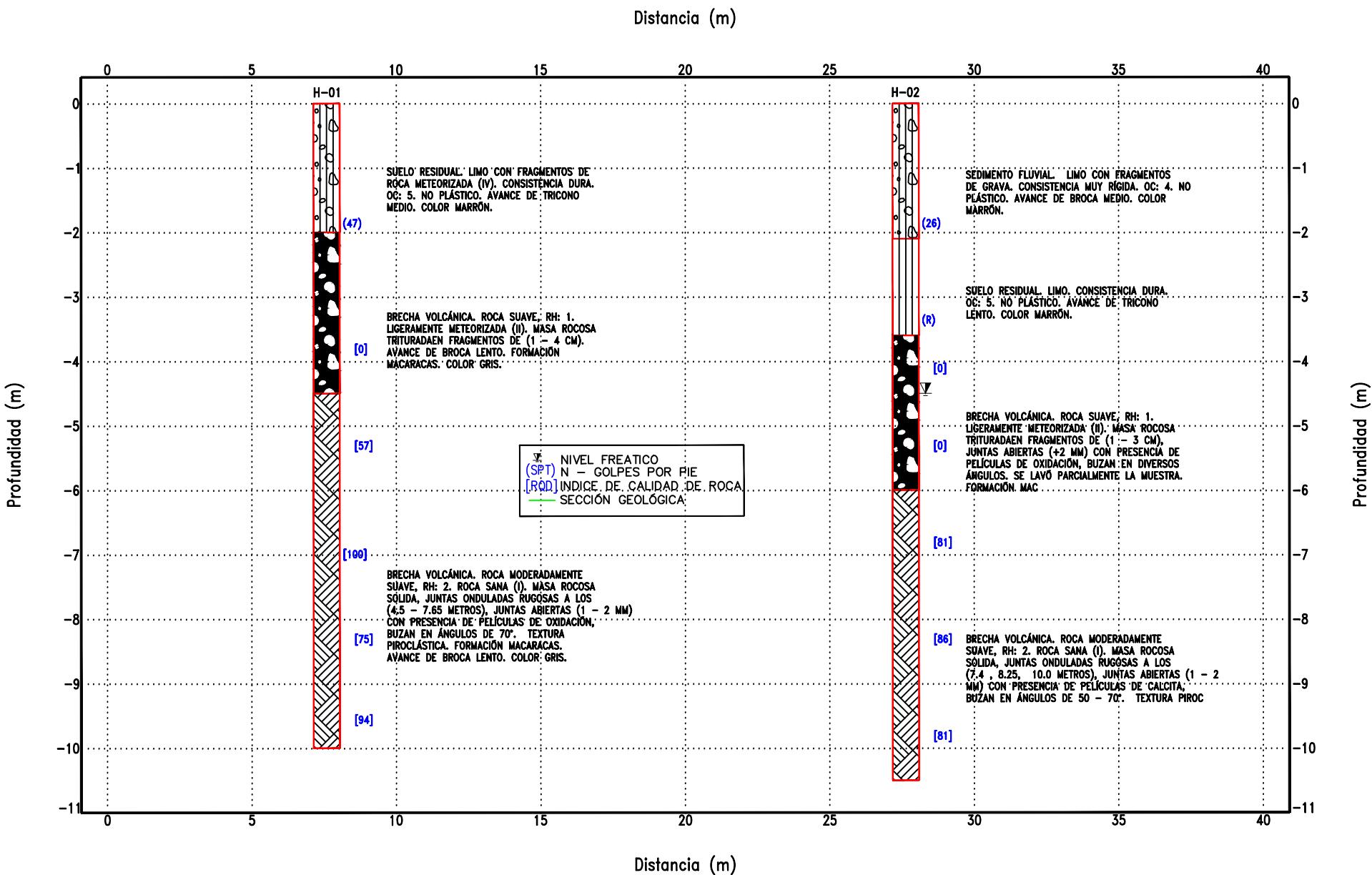
Resultados (Results):

Carga de falla (Failure load)	46.28	kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	29.10	MPa
Tiempo de carga (load time)	8.50	min
Módulo de Young E 50%	4950	MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	8.75E-03	

Fotos (Pictures):**Después (after)**

Observaciones (remarks):

Ensayado por (Tested by): Richard CastillaCalculado por (Calculated by): José PérezRevisado por (Reviewed by): J.Guevara



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:

PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:

ITECPA, S.A.

TÍTULO:

7. SECCIÓN GEOLÓGICA

ESCALA:

S/E

HOJA:

1_1



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

8. DESCRIPCION Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

Los principales estratos encontrados en el sitio y caracterizados fueron los siguientes; sedimento firme/suelo residual, roca meteorizada y roca sana.

SEDIMENTO FIRME / SUELO RESIDUAL

El estrato de sedimento/suelo residual se caracteriza por presentarse con limo con fragmentos de roca meteorizada, de consistencia dura y baja plasticidad. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
2. En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se puede concluir que este sedimento es de baja plasticidad a no plástico; por lo tanto, se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
 - a. **Parámetros Índice:** Según los ensayos de límites de Atterberg y ensayos de gradación realizados en las muestras de este material y el Sistema de Clasificación Unificada (SUCS) se permite clasificar el estrato según la tabla siguiente:

Sondeo	Muestra	Clasificación
H-01	SS-1	Limo de Alta Plasticidad (MH)

- Parámetros Generales:** Empirical values for γ , of granular soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis); el valor del peso específico saturado, $\gamma_{sat} = 18 \text{ kN/m}^3$ y no saturado $\gamma_{unsat} = 17 \text{ kN/m}^3$.
- c. **Parámetros de Rígidez:** Según la V_s estimada, del ensayo geofísico las relaciones elásticas que relacionan el módulo de corte, peso específico y la relación de poisson, el módulo de Young, $E_{50} = 275,000 \text{ kN/m}^2$ y la relación de Poisson, $\nu = 0.30$.
- d. **Parámetros de Resistencia:** Se obtiene los siguientes parámetros iniciales del modelo Hoek-Brown para un tipo de roca "brecha": el valor de la constante $m_i = 19$; el valor del Índice de Resistencia Geológico mínimo $GSI = 15$; el valor de la compresión simple para un material muy débil $\sigma_{ci} = 1,000 \text{ kPa}$;

**Ingenieros Geotécnicos, S.A.****PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA****CLIENTE:
ITECPA, S.A.****Datos de Entrada****Clasificación Hoek-Brown**

Hoek-Brown Classification

sigci	1	MPa	
GSI	15		
mi	19		
D	0		
<input type="radio"/> Ei	500	MPa	
<input checked="" type="radio"/> MR	500	MPa	

Resultados**Criterio Hoek-Brown**

Hoek-Brown Criterion

mb	0.913
s	0.0001
a	0.561

Failure Envelope Range

Application: General

sig3max: 0.2500 MPa

Resultados**Ajuste Mohr-Coulomb**

Mohr-Coulomb Fit

c	0.031	MPa
phi	25.06	deg

Rock Mass Parameters

sigt	-8.67e-5	MPa
sigc	0.005	MPa
sigcm	0.096	MPa
Erm	18.22	MPa

Referencia: RocLab© de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek

Lo que permite, mediante el ajuste Mohr-Coulomb, estimar los parámetros de resistencia de cohesión $C = 31 \text{ kN/m}^2$ y ángulo de fricción $\phi = 25^\circ$.

- e. **Parámetros de Permeabilidad:** según la referencia del Departamento de Agricultura de EE.UU., USDA por sus siglas en inglés (*Carsel & Parrish, 1988*) se obtiene el valor de permeabilidad de $k = 0.108 \text{ m/día}$
3. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen el estrato de manera completa:

Estrato:	SEDIMENTO / SUELO RESIDUAL		Modelo:		HARDENING SOIL		
Índice	General		Rigidez		Resistencia		Permeabilidad
SUCS	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} (\text{kN/m}^2)$	ν	$\phi (^\circ)$	$C (\text{kN/m}^2)$	$K (\text{m/día})$
MH	18	17	275,000	0.30	25	31	0.108



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

Roca Meteorizada

La meteorización de la roca corresponde a la brecha volcánica de la Formación Macaracas. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELLO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
2. En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
 - a. **Parámetros Generales:** Empirical values for γ , of granular soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis); el valor del peso específico saturado, $\gamma_{sat} = 21 \text{ kN/m}^3$ y no saturado $\gamma_{unsat} = 20 \text{ kN/m}^3$.
 - b. **Parámetros de Rígidez:** Según las relaciones elásticas que relacionan el módulo de corte, peso específico y la relación de poisson, el módulo de Young, $E_{50} = 825,000 \text{ kN/m}^2$ y la relación de Poisson, $\nu = 0.30$.
 - c. **Parámetros de Resistencia:** Se obtiene los siguientes parámetros iniciales del modelo Hoek-Brown para un tipo de roca “brecha”: el valor de la constante $mi = 19$; el valor del Índice de Resistencia Geológico $GSI = 20$; el valor de la compresión simple para un material altamente meteorizado, $\sigma_{ci} = 3,000 \text{ kPa}$;

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification			
sigci	3	MPa	<input type="button" value="Get"/>
GSI	20		<input type="button" value="Get"/>
mi	19		<input type="button" value="Get"/>
D	0		<input type="button" value="Get"/>
<input type="radio"/> Ei	1500	MPa	<input type="button" value="Get"/>
<input checked="" type="radio"/> MR	500	MPa	<input type="button" value="Get"/>

Resultados

Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion		
mb	1.091	
s	0.0001	
a	0.544	
Failure Envelope Range		
Application:	General	
sig3max	0.7500	MPa

Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit		
c	0.106	MPa
phi	26.77	deg
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.000379	MPa
sigc	0.024	MPa
sigcm	0.345	MPa
Erm	68.51	MPa

Referencia: RocLab© de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek

Lo que permite, mediante el ajuste Mohr-Coulomb, estimar los parámetros de resistencia de cohesión $C = 106 \text{ kN/m}^2$ y ángulo de fricción $\phi = 27^\circ$.

- d. **Parámetros de Permeabilidad:** según la referencia del Departamento de Agricultura de EE.UU., USDA por sus siglas en inglés (Carsel & Parrish, 1988) para un material tipo “limo”, se obtiene el valor de permeabilidad de $k = 0.108 \text{ m/día}$



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

3. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen el estrato de manera completa:

Estrato:	ROCA METEORIZADA		Modelo:		HARDENING SOIL		
Descripción	General		Rigidez		Resistencia		Permeabilidad
Visual de Testigo	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_{unsat} (kN/m ³)	E_{50} (kN/m ²)	v	ϕ (°)	C (kN/m ²)	K (m/día)
Brecha Volcánica (RH:1)	21	20	825,000	0.30	27	106	0.108

Roca Sana

La roca sana del área corresponde a una brecha volcánica de la Formación Macaracas. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **HOEK BROWN**.
2. En base a los proyectos con geología similar y/o resultados de laboratorio y/o registros de perforación se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
 - a. **Parámetros Generales:** En base a resultados de laboratorio proyectos cercanos de geología similar, se obtienen los valores de: peso específico no saturado, el $\gamma_{unsat} = 21$ kN/m³ = saturado.
 - b. **Parámetros de Clasificación Hoek-Brown:** En base a proyectos de geología similar, y los resultados de laboratorios se obtiene el valor de la resistencia de la roca, $s_c = 18,000$ kN/m².
La siguiente referencia técnica, (Practical Rock Engineering, 2007), describe el resto de los parámetros Hoek-Brown:
 - Tabla 3: Valores de la constante m_i para Rocas Intactas, por grupo de rocas; para una brecha, el $m_i = 19$
 - Tabla 5: Caracterización de la Masa Rocosa basado en las Condiciones y Espaciamiento de las Juntas; un GSI = 50.
 - Tabla 7: Guía para estimar el Factor de Perturbación D; para un material con perturbación mínima D = 0.
 - c. **Parámetros de la Masa de Roca:** se estima la relación de Poisson según el tipo de material, $v = 0.2$. Según el tipo de roca, se obtiene el Módulo Ratio de 500, y el módulo de Erm = 2,765,000 kN/m².
 - c. **Parámetros de Permeabilidad:** según la referencia del Departamento de Agricultura de EE.UU., USDA por sus siglas en inglés (Carsel & Parrish, 1988), se obtiene el valor de permeabilidad de $k = 0.108$ m/día.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE RÍO TOLETA

CLIENTE:
ITECPA, S.A.

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification

sigci	18	MPa	
GSI	50		
mi	19		
D	0		
<input type="radio"/> Ei	9000	MPa	
<input checked="" type="radio"/> MR	500		

Resultados

Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion

mb	3.186	
s	0.0039	
a	0.506	

Failure Envelope Range

Application: General

sig3max 4.5000 MPa

Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit

c	1.088	MPa
phi	36.05	deg

Rock Mass Parameters

sigt	-0.022	MPa
sigc	1.084	MPa
sigcm	4.276	MPa
Erm	2764.67	MPa

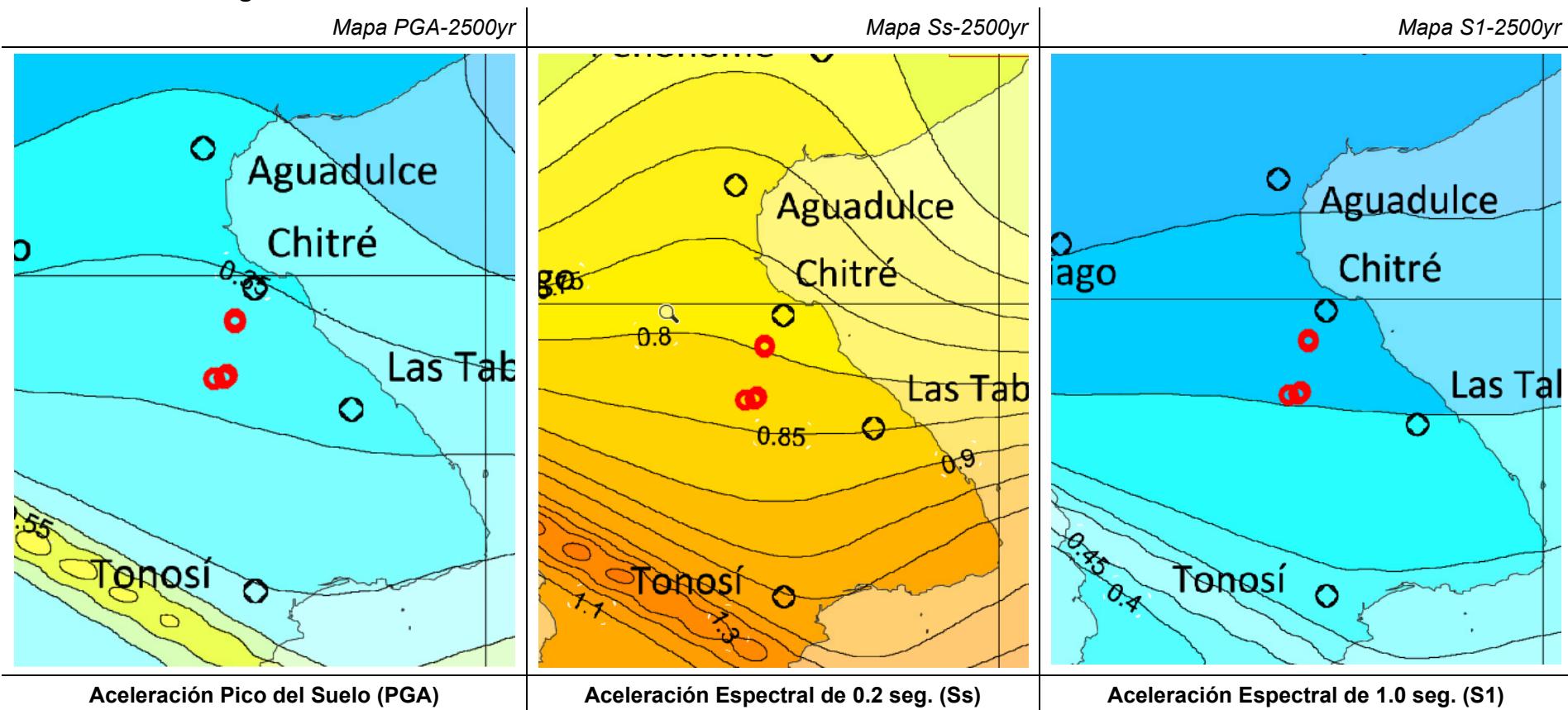
Referencia: RocLab© de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen el estrato de manera completa:

Descripción	Estrato:		ROCA SANA		Modelo:		HOEK-BROWN			
	General		Clasificación Hoek-Brown					Masa de Roca	Permeabilidad	
Visual del Testigo	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_{unsat} (kN/m ³)	σ_i (kN/m ²)	GSI	mi	D	Ei (kN/m ²)	E_{rm} (kN/m ²)	ν	K (m/día)
Brecha Volcánica (RH:2)	21	21	18,000	50	19	0	9,806,247	9,000,000	0.2	0.108

9 CONSIDERACIONES SÍSMICAS

9.1 Carga Sísmica



9.2 Amplificación Sísmica del Sitio

Clasificación de Sitios (NEHRP) sobre base de las provisiones del REP-2021

Proyecto: Puente Río Toleta

Ubicación: Macaracas, Prov. de Los Santos

Perfil: Promedio

$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / N_i)}$$

H-01			H-02		
Espesor d (m)	N	d/N	Espesor d (m)	N	d/N
2.1	47	0.045	2.1	26	0.081
2.4	50	0.048	3.9	50	0.078
25.5	100	0.255	24	100	0.240

Resultados por hoyo	30	50%	0.348	30	50%	0.399
			87			76
	Perfil		C	Perfil		C

Resultado promedio del lote	100%	82
	C	