



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, 24 de mayo de 2023

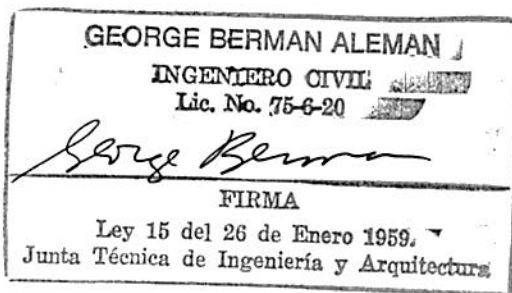
Señores
RS CONTRACTOR
E.S.D

REF: Investigación en Sitio – PH San Fernando

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 Ave. 1B Sur, Llano Bonito, Juan Díaz, Provincia de Panamá.

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

Atentamente,
Ingenieros Geotécnicos, S.A.



24 de mayo de
2023



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Investigación en Sitio

PH SAN FERNANDO

Preparado para:
RS CONTRACTOR



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:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

TABLA DE CONTENIDO

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

APÉNDICE. ANÁLISIS DE RESPUESTA ESPECÍFICA DE SITIO

1. ALCANCE DEL ESTUDIO

Para este proyecto, realizamos dos (2) perforaciones con equipo mecánico rotatorio, las cuales se extendieron hasta la profundidad necesaria para identificar los materiales geológicos que inciden sobre el proyecto. En el punto 4, se muestra la planta y la ubicación de sondeos.

Además, realizamos ensayos de laboratorio como contenido de humedad, límites de Atterberg, gradaciones, compresiones simples en roca y el ensayo de campo geofísico tipo "Downhole".

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:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

GEORGE BERMAN ALEMAN

INGENIERO CIVIL
Lic. No. 75-6-20

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero 1959.
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

2. RECOMENDACIONES

La estructura propuesta consiste en un edificio de apartamentos de planta baja y cinco niveles, dentro de un área aproximada de 650 m². El proyecto se encuentra ubicado en Ave. 1B Sur, Llano Bonito, Juan Díaz, Provincia de Panamá. A continuación, presentamos las recomendaciones para los cimientos:

2.1 Cimientos

Se puede considerar el uso de pilotes vaciados para soportar las estructuras propuestas, cimentados dentro del estrato de roca meteorizada. El fondo de las excavaciones para los pilotes deberá ser completamente horizontal, y estos deberán penetrar dentro del estrato de roca meteorizada por lo menos 0.50 m, alrededor de todo su perímetro. En cualquier caso, recomendamos que los pilotes tengan un largo mínimo de 12m.

En las condiciones anteriores, los pilotes pueden diseñarse para una capacidad de soporte admisible en la punta de 200,000 kg/m².

Si resulta conveniente, puede aumentarse la capacidad anterior, extendiendo la penetración del pilote dentro de la roca meteorizada mediante un socket o llave. Este socket puede dimensionarse para una capacidad de soporte admisible de 20,000 kg/m², en virtud de la fricción entre el pilote y la roca meteorizada, después de atravesar los primeros 0.5 metros de roca.

2.2 Consideraciones Sísmicas

Se realizó el análisis de respuesta específica de sitio que reemplaza el uso de categorías para definir la amplificación sísmica. El resultado del cálculo se presenta como el espectro de diseño con un $SDS = 0.6586$ y $SD1 = 0.2878$. Para más detalles, ver Apéndice del informe.

Certificación de Cumplimiento - REP 2014 - Anexo A.6: Geotecnia (Requerido en Plano de Construcción)

Datos Generales del Proyecto		Fecha del Estudio: 24 de mayo de 2023
Proyecto:	PH SAN FERNANDO	
Ubicación:	Ave. 1B Sur, Llano Bonito, Juan Díaz, Panamá	
Superficie del lote:	metros cuadrados	

Alcance del Estudio de Suelos

J. Número y profundidad mínima de perforaciones de carácter MANDATORIO consistente con el artículo 6.2.3 - N = G (AE+2)

Factor G:	Condición Geológica	Factor de condición Geológica (G)	Factor E:	Tipo de estructura	Factor estructural (E)
	Uniforme	0.7		1 ó 2 plantas, galeras	0.5
	Algo variable	1		3 a 9 plantas	1.5
	Variable	1.3		10 a 19 plantas	2.5
				20 plantas o más	4
			Factor A:	área de planta (miles de metros cuadrados)	
				*G =	0.70

2. Resultados del Estudio de Suelos

Componente de la estructura	Número de perforaciones realizadas	Rango de largo de las perforaciones	Prof. de desplante del cimbrío (según estudio)	¿Cumple el largo de la perforación?
1	2	16.5-21.0m	Pilotes vaciados con Lmin de 12m	SI
2	1			
3	1			
4	1			
5	1			

A6.2.5 Profundidad de la Investigación: La profundidad de las perforaciones se extenderá hasta penetrar un mínimo de 1.50 m en roca sana competente, excepto en los siguientes casos:

- Quando se pueda utilizar zapatas para columnas, paredes o muros, las perforaciones podrán discontinuarse a una profundidad igual a dos veces el ancho menor de la zapata, a partir del fondo de la misma. Sin embargo, al menos una perforación deberá extenderse hasta una profundidad igual a cinco veces el ancho menor de la zapata o hasta la roca (cualquiera que sea menor).
- Quando se requiera usar pilotes de fricción, por encontrarse la roca competente a gran profundidad, se podrán discontinuar las perforaciones a una profundidad de 120% del largo estimado de los pilotes.

[illegible]

Clasificación NIEHRP del perfil del sitio	ver Apéndice
Consideraciones sobre taludes	-
Consideraciones sobre estructuras de retén	-
Otros riesgos geotécnicos?	-

Sello del Profesional:



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

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 de modo confiable. La estructura propuesta consiste en un edificio de apartamentos de planta baja y cinco niveles dentro de un área aproximada de 650 m². El proyecto se encuentra ubicado en Ave. 1B Sur, Llano Bonito, Juan Díaz, Provincia de Panamá.



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

3.1 GEOLOGIA DEL SITIO

A continuación, se presenta una descripción de la formación encontrada en sitio.

Formación Panamá (Tp)

Formación Panamá, Oligoceno inferior a superior. Principalmente aglomerado generalmente andesítico en tobas de grano-fino. Incluye conglomerado depositado por corrientes. 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



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

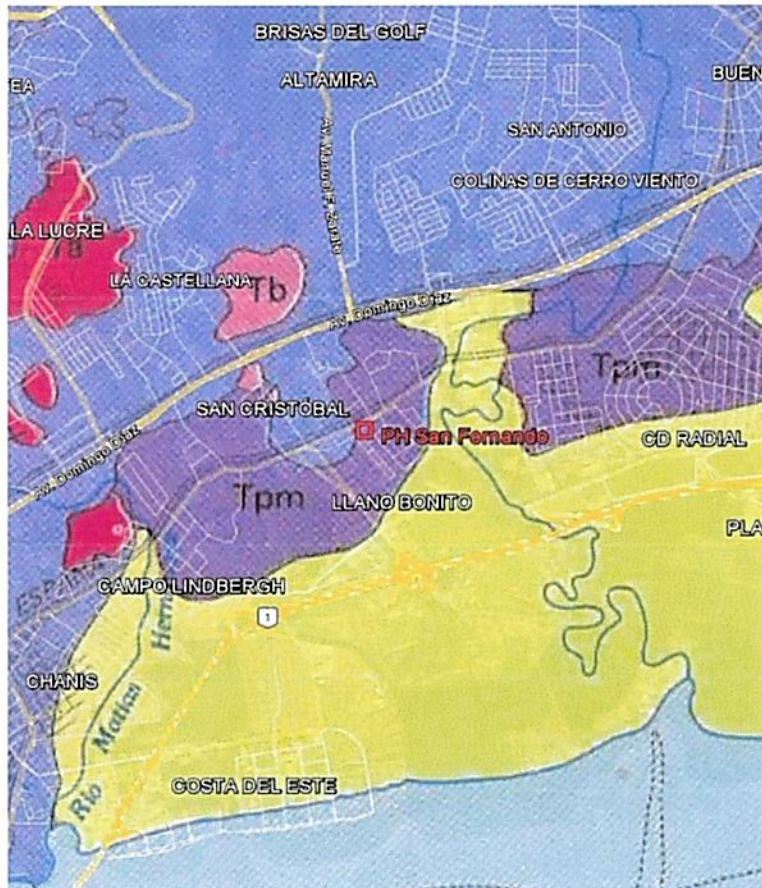
residuales completamente meteorizados. En la Figura 3-2, se muestra la ubicación del proyecto en el mapa geológico con referencia señalada.

Referencia

"GEOLOGIC MAP OF THE PANAMA CANAL AND VICINITY, REPUBLIC OF PANAMA " compiled by R. H. Stewart and J. L. Stewart with the collaboration of W. P. Woodring (1980).

Department of the Interior, United States Geological Survey

Miscellaneous Investigation Series, MAP I - 1232, Scale 1:100,000



Simbología	Descripción
Tp	Formación Panamá, facies Terrestre

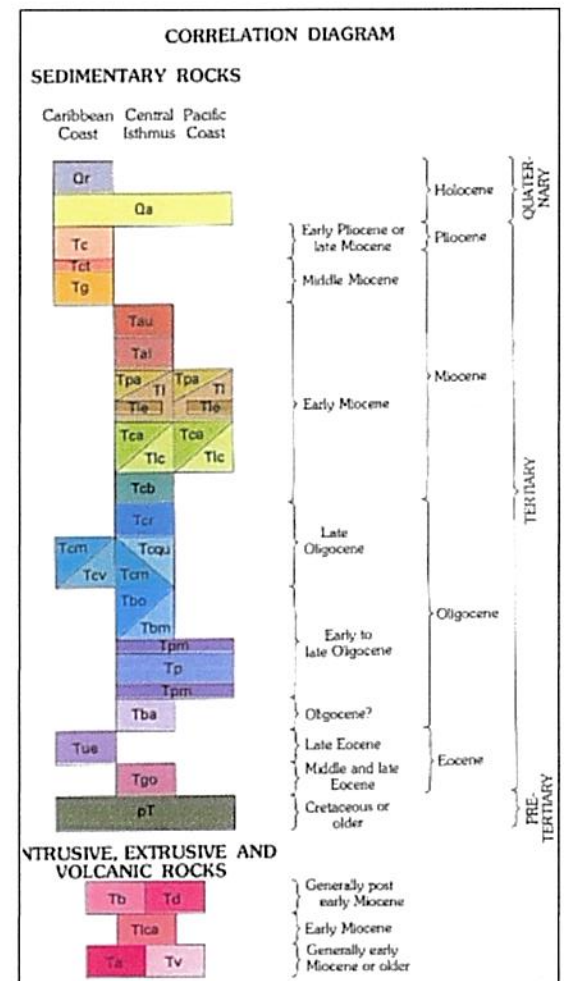


Figura 3-2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico



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 2

CLIENTE R. S. CONTRACTOR

PROYECTO P. H. SAN FERNANDO

CODIGO DE PROYECTO 2197-es-PHSanFernando

LOCALIZACION LLANO BONITO

INICIADA 5/12/23

NORTE 999645

REGISTRADO POR EUSEBIO SOLIS

TERMINADA 5/13/23

ESTE 669360

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION _____

ELEVACION _____

24hrs NIVEL FREATICO 3.00 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
2		MATERIAL DE RELLENO. HETEROGENEO (BLOQUES DE ROCA, GRAVA, LIMO). CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLASTICO. AVANCE DE TRICONO LENTO. COLOR CREMA.	T 1								
			SS 1	0			(R)				>>>▲
4		2.10 m. SUELO RESIDUAL. LIMO. CONSISTENCIA RIGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DEBIL. AVANCE DE TRICONO MEDIO. COLOR CREMA.	T 2								
			SS 2	25			(15)	▲			
6		4.50 m. TRANSICION DE SUELO RESIDUAL A ROCA, LIMO ARENOSO SAPROLITICO. CONSISTENCIA DURA. NO PLASTICO. AVANCE DE TRICONO LENTO. COLOR CREMA.	T 3								
			SS 3	25			(42)				▲
8			RC 1	11.1							
			RC 2	10	0						
10			RC 3	12	0						
			RC 4	40	0						
12			RC 5	42	0						

CLIENTE R. S. CONTRACTOR

PROYECTO P. H. SAN FERNANDO

CODIGO DE PROYECTO 2197-es-PHSanFernando

LOCALIZACION LLANO BONITO

INICIADA 5/9/23

NORTE 999640

REGISTRADO POR EUSEBIO SOLIS

TERMINADA 5/11/23

ESTE 669374

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION

ELEVACION

▽ 24hrs NIVEL FREATICO 3.50 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD. (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲				
								10	20	30	40	
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □				
								10	20	30	40	
2		MATERIAL DE RELLENO. LIMO, GRAVA. CONSISTENCIA RIGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. AVANCE DE TRICONO RAPIDO. COLOR MARRON.	T 1									
			SS 1	65		(8)	▲					
			T 2									
			SS 2	85		(7)	▲					
			T 3									
			SS 3	60		(15)	▲					
6		5.10 m. TRANSICION DE SUELO RESIDUAL A ROCA. LIMO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DEBIL. COLOR CREMA.	T 4									
			SS 4	50		(58)				>>▲		
			T 5									
			SS 5	15		(R)			>>▲			
10		8.10 m. AGLOMERADO. ROCA SUAVE RH: 1 - 2. LIGERAMENTE METEORIZADA (II). MASA ROCOSA EN BLOQUES, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS MODERADAMENTE ESPACIADAS (5 - 30 CM), JUNTAS ABIERTAS (2- 5 MM) CON PRESENCIA DE OXIDACION, BUZAN EN ANGULOS DE (30-50°). TEXTURA FRAGMENTARIA. FORMACION PANAMA FACIES TERRESTRE. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS.	RC 1	41.1	0							
			RC 2	50	0							
			RC 3	62	50							
12												



PAGINA 2 DE 2

▽ 24hrs NIVEL FREATICO 3.50 m

[illegible]

Relación Humedad (Density - Moisture Relation) (STD ASTM D2216)

<i>P.H. San Fernando</i>	Proyecto (Project)
<i>Llano Bonito, Panamá</i>	Ubicación (Location)
<i>José Pérez</i>	Técnico (Technician)
<i>17-may-23</i>	Fecha de Prueba (Test Date)



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

DETERMINACION DE HUMEDAD (MOISTURE DETERMINATION)

Hoyo 2	
SS-2	
Depth: 3.00 to 3.60 m	
No. de Tara (Tare No.)	
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)	g
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare)	g
Peso del Agua (Weight of Water)	g
Peso de la Tara (Weight of Tare)	g
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil)	g
% de Humedad (Moisture percentage)	

K-16
485.01
383.62
101.39
53.28
330.34
30.7%



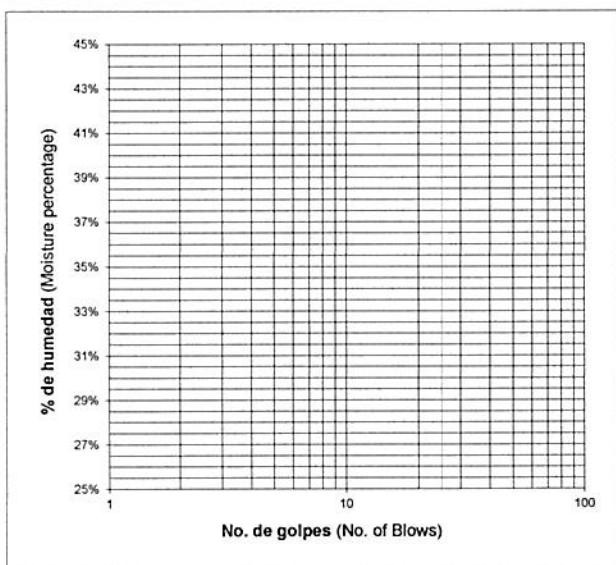
Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils (STD ASTM D-4318)

Método estándar para determinar Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos (ASTM D-4318)

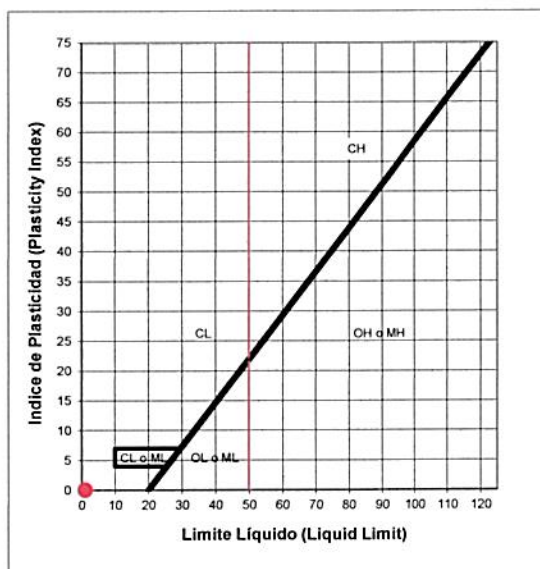
P.H. San Fernando	Proyecto (Project)
Llano Bonito, Panamá	Ubicación (Location)
José Pérez	Técnico (Technician)
18-may-23	Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)	
Perforación (Boring):	Hoyo 2
Fecha (Sample Date) :	11-may-23
Muestra (Sample No.):	SS-2
Profundidad (Depth) m:	3.00-3.60 m
Elevación (Elevation) m:	0
Descripción: (Description)	-

	Límite Líquido (Liquid Limit)				Límite Plástico (Plastic Limit)			
Tara No. (Tare No.)								
No. de golpes (No. of blows)								
Peso de la tara + suelo húmedo (Weight of tare + wet soil)								
Peso de la tara + suelo seco (Weight of tare + dry soil)								
Peso húmedo (Weight of water)								
Peso de tara (Weight of tare)								
Peso de Suelo Seco (Weight of dry soil)								
% de humedad (Moisture Percentage)								



As-received water content (Oven dried) = %



Límite Líquido (Liquid Limit):
Límite Plástico (Plastic Limit):
Índice de Plasticidad (Plasticity Index):
Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification):

N.P. %
N.P. %
N.P. %
-



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

Determinar la cantidad de material más fino que No. 200 (75 μ m). Determining the Amount of Material Finer than No 200.(75 μ m). ASTM D1140 / ASTM D422.

P.H. San Fernando

Proyecto (Project)

Llano Bonito, Panamá

Ubicación (Location)

David Rodriguez

Técnico (Technician)

19-may-23

Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)

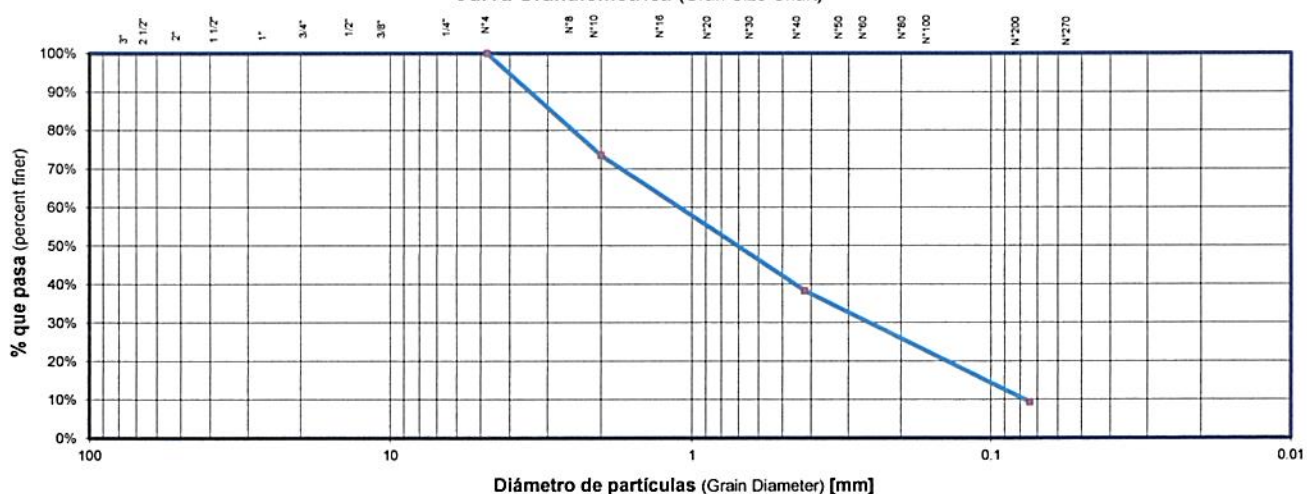
Perforación (Boring):	Hoyo 2
Fecha (Sample Date) :	11-may-23
Muestra (Sample No.):	SS-2
Profundidad (Depth): m	3.00 m - 3.60 m
Elevación (Elevation) m	
Descripción: (Description)	Limo arenoso.

Peso Original de la Muestra (Original Weight of Sample) : 147.16 GR

Material mas fino que la malla No. 200 (75 μ m) = 9.2%
Material finer than No. 200 (75 μ m)

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	0.000	0.00	0.0%	100.0%
1"	25.400	0.000	0.00	0.0%	100.0%
3/4"	19.100	0.000	0.00	0.0%	100.0%
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.0%	100.0%
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.0%	100.0%
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.0%	100.0%
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	39.05	39.05	26.5%	73.5%
Nº 16	1.180				
Nº 20	0.850				
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	51.81	90.86	61.7%	38.3%
Nº 50	0.297				
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº100	0.149				
Nº200	0.074	42.70	133.56	90.8%	9.2%
Nº270	0.053				
Fondo (Bottom)					

Curva Granulométrica (Gran Size Chart)





P.H. San Fernando

Proyecto (Project)

Llano Bonito, Panamá

Ubicación (Location)

José Pérez

Tecnico.

18-may-23

Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)

Muestra	Hoyo 1
Formación (Formation):	*****
Profundidad (depth)	15.00 m- 16.50 m
Descripción: (Description)	Fragmentos de rocas.

Fragment o No	Carga (Load) [KN]	Diametro (Diameter) [mm]	Ancho (Width) [mm]	Area (mm²)	De	Factor Cc	Is	Is₍₅₀₎ [Mpa]	UC [kg/cm²]
1	7.00	61	61	3721	68.83	1.155	1.478	1.71	418
2	10.00	51	60	3060	62.42	1.105	2.567	2.84	694
3	8.00	48	60	2880	60.56	1.090	2.182	2.38	582
4	7.00	60	60	3600	67.70	1.146	1.527	1.75	428
5	5.00	32	47	1504	43.76	0.942	2.611	2.46	602
6	8.00	61	61	3721	68.83	1.155	1.689	1.95	477
7	8.00	61	61	3721	68.83	1.155	1.689	1.95	477
8	10.00	61	55	3355	65.36	1.128	2.341	2.64	646
9	6.00	48	56	2688	58.50	1.073	1.753	1.88	460
10	6.00	51	58	2958	61.37	1.097	1.593	1.75	428
11	7.00	52	61	3172	63.55	1.114	1.733	1.93	473
12	9.00	61	61	3721	68.83	1.155	1.900	2.19	537
13	10.00	61	61	3721	68.83	1.155	2.111	2.44	596
14	5.00	47	48	2256	53.60	1.032	1.741	1.80	440
15	7.00	55	58	3190	63.73	1.115	1.723	1.92	470
								2.11	515

Valor estimado de la resistencia última a la compresión simple
(Estimated unconfined compressive strength)

504	kg/cm2
-----	--------

7,167

psi

5039	t/m2
------	------

*** Nuestra certificación es solamente para reconocimiento de la roca.**

***Estos resultados no certifican longitud de empotramiento, largo del socket, resistencia del concreto, cantidad de acero. etc.**



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).

P.H. San Fernando		Datos de la Muestra (Sample Data):	
Proyecto (Project)	Llano Bonito, Panamá	Perforación (Boring):	Hoyo 2
Ubicación (Location)	José Pérez.	Fecha (Sample Date) :	11-may-23
Técnico (Technician)	18-may-23	Muestra (Sample No.):	RC-9
Fecha de Prueba (Test Date)		Profundidad (Depth): m	20.70 m
		Elevación (Elevation) m	
		Descripción: (Description) Roca. Toba Lapilli.	

Parámetros físicos (Physical parameters):

Peso de la muestra (weight of the sample):	828.60 g
Diámetro (diameter):	61.00 mm
Altura (height):	122.00 mm
Area de la sección (cross sectional area):	2922.47 mm ²
Volumen (Volume):	3.57E+05 mm ³
Densidad(density):	22.79 kN/m ³
Humedad (moisture):	10.31 %

Resultados (Results):

Carga de falla (Failure load)	45.37 kN
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	15.53 MPa
Tiempo de carga (load time)	6.60 min
Módulo de Young E 50%	2434 MPa
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.15E-02

Fotos (Pictures):



Observaciones (remarks):

Ensayado por (Tested by): José Pérez

Calculado por (Calculated by): José Pérez

Revisado por (Reviewed by): _____



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

8. DESCRIPCION Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

Los principales estratos encontrados en el sitio y caracterizados fueron los siguientes; material de relleno, suelo residual, roca meteorizada y roca sana.

Material de Relleno

El material de relleno corresponde a una mezcla heterogenea de bloques de roca, grava y limo. 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)**. Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para un tipo de roca "aglomerado" pero de resistencia muy débil. Luego, según el ajuste Mohr-Coulomb por Hoek, B. (2007), se obtuvieron parámetros de resistencia que permitieron definir el material equivalente dentro del modelo "Hardening-Soil". En el punto 3 se muestran los resultados.
2. Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-01	1.50	2.10	>50	Material de relleno. Heterogeneo (bloques de roca, grava, limo). Consistencia dura. Oc: 5. No plastico. Avance de tricono lento. Color crema
H-02	1.50	2.10	8	Material de relleno. Limo, grava. Consistencia rígida. Oc: 3. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco moderada. Avance de tricono rapido. Color marron
	3.00	3.60	7	
	4.50	5.10	15	

3. Según las perforaciones y laboratorios del proyecto, se pueden estimar las siguientes propiedades:
 - El valor del peso específico no saturado, el $\gamma_{unsat} = 17 \text{ kN/m}^3$ y saturado $= \gamma_{sat}$
 - En base a la velocidad de onda de corte del estrato ($V_s = 247 \text{ m/s}$) se estima el módulo inicial E_i y con referencias PLAXIS 2D, se estima el módulo $E_{50} = 90,000 \text{ kN/m}^2$.
 - La siguiente referencia técnica, (*Practical Rock Engineering, 2007*), se estiman las siguientes propiedades:
 - Tabla 3: Valores de la constante m_i para Rocas Intactas, por grupo de rocas; para un aglomerado, $m_i = 19$
 - Tabla 2: Estimación de Campo de la Resistencia de Compresión Uniaxial; para un material extremadamente débil, $\sigma_c = 1 \text{ MPa}$
 - Tabla 5: Caracterización de la Masa Rocosa basado en las Condiciones y Espaciamiento de las Juntas; un $GSI = 5$
 - Tabla 7: Guía para estimar el Factor de Perturbación D; para un material con perturbación mínima $D = 0$.
 - Hunt, Roy E. (2005) "Geotechnical Engineering Investigation Handbook". Second Edition, Taylor & Francis; $\nu = 0.30$.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification	
sigci	1 MPa
GSI	5
mi	19
D	0
Ei	275 MPa
MR	275

Resultados

Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion	
mb	0.639
s	2.6e-5
a	0.619
Failure Envelope Range	
Application:	General
sig3max	0.2500 MPa

Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit	
c	0.020 MPa
phi	21.10 deg
Rock Mass Parameters	
sigt	-4.08e-5 MPa
sigc	0.001 MPa
sigcm	0.058 MPa
Erm	4.35 MPa

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

4. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	E_{50} (kN/m ²)	ϕ (°)	ν	C (kN/m ²)
Material de Relleno	16	17	90,000	21	0.30	20

Suelo Residual

El suelo residual del área consiste en limo y arena que corresponde la descomposición de la roca predominante en el sitio: aglomerado de la Formación Panamá, facies terrestre. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**. Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para un tipo de roca "aglomerado". Luego, según el ajuste Mohr-Coulomb por Hoek, B. (2007), se obtuvieron parámetros de resistencia que permitieron definir el material equivalente dentro del modelo "Hardening-Soil". En el punto 3 se muestran los resultados.
- Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-01	3.00	3.60	15	Suelo residual. Limo. Consistencia rígida. Oc: 4. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco débil. Avance de tricono medio. Color crema.
	4.50	5.10	42	Transición de suelo residual a roca, limo arenoso saprolítico. Consistencia dura. No plástico. Avance de tricono lento. Color crema
H-02	6.00	6.60	>50	Transición de suelo residual a roca. Limo. Consistencia dura. Oc: 5. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco débil. Color crema
	7.50	8.10	>50	

- Según las perforaciones y laboratorios del proyecto, se puede concluir que el suelo residual es de consistencia rígida y de baja plasticidad; por lo tanto, se estiman las siguientes propiedades:
 - El valor del peso específico no saturado, el $\gamma_{\text{unsat}} = 18 \text{ kN/m}^3$ y saturado = γ_{sat}



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

- En base a la velocidad de onda de corte del estrato ($V_s = 327$ m/s) se estima el módulo inicial E_i y con referencias PLAXIS 2D, se estima el módulo $E_{50} = 165,000$ kN/m².
- La siguiente referencia técnica, (*Practical Rock Engineering, 2007*), se estiman las siguientes propiedades:
 - Tabla 3: Valores de la constante m_i para Rocas Intactas, por grupo de rocas; para un aglomerado, $m_i = 19$
 - Tabla 2: Estimación de Campo de la Resistencia de Compresión Uniaxial; para una roca altamente meteorizada, $\sigma_c = 1$ MPa
 - Tabla 5: Caracterización de la Masa Rocosa basado en las Condiciones y Espaciamiento de las Juntas; un GSI = 15
 - Tabla 7: Guía para estimar el Factor de Perturbación D ; para un material con perturbación mínima $D = 0$.
- Hunt, Roy E. (2005) "Geotechnical Engineering Investigation Handbook". Second Edition, Taylor & Francis; $\nu = 0.30$.

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification	
sigci	1 MPa
GSI	15
m_i	19
D	0
E_i	500 MPa
MR	500

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	10.93 MPa

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

4. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	E_{50} (kN/m ²)	ϕ (°)	ν	C (kN/m ²)
Suelo Residual	17	18	165,000	25	0.30	31

Roca Meteorizada

La roca meteorizada que se encontró en el área corresponde a aglomerado de la Formación Panamá, Facies Terrestre. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**. Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para una meteorización de la roca tipo "aglomerado". Luego, según el ajuste Mohr-Coulomb por Hoek, B. (2007), se obtuvieron



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

parámetros de resistencia que permitieron definir el material equivalente dentro del modelo "Hardening-Soil". En el punto 3 se muestran los resultados

2. Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-01	6.00	7.50	10	Aglomerado. Roca suave rh: 1. Moderadamente meteorizada iii. Masa rocosa triturada, en fragmentos de (1 - 5 cm), fracturas abiertas con presencia de oxidación, buzán en diversos ángulos. Textura fragmentaria. Matriz mineral decolorada por intemperismo. Formación panamá facies terrestre. Avance de broca lento. Color marrón
	7.50	9.00	12	
	9.00	10.50	40	
	10.50	12.00	42	
	12.00	13.50	76	
	13.50	15.00	46	
H-02	8.10	9.00	41	Aglomerado. Roca suave rh: 1 - 2. Ligeramente meteorizada (ii). Masa rocosa en bloques, presencia de juntas onduladas rugosas moderadamente espaciadas (5 - 30 cm), juntas abiertas (2- 5 mm) con presencia de oxidación, buzán en ángulos de (30-50°). Textura fragmentaria. Formación panamá facies terrestre. Avance de broca lento. Color gris
	9.00	10.50	50	
	10.50	12.00	62	
	12.00	13.50	96	
	13.50	15.00	34	
	15.00	16.50	40	

3. Por referencia a los registros de perforación y a ensayos en roca hechos en el proyecto, se obtienen los siguientes parámetros:

- El valor del peso específico no saturado, el $\gamma_{unsat} = 20 \text{ kN/m}^3$ y saturado
- En base a la velocidad de onda de corte del estrato ($V_s = 555 \text{ m/s}$) se estima el módulo inicial E_i y con referencias PLAXIS 2D, se estima el módulo $E_{50} = 570,000 \text{ kN/m}^2$.
- La siguiente referencia técnica, (*Practical Rock Engineering, 2007*), se estiman las siguientes propiedades:
 - Tabla 3: Valores de la constante m_i para Rocas Intactas, por grupo de rocas; para un aglomerado, $m_i = 19$
 - Tabla 2: Estimación de Campo de la Resistencia de Compresión Uniaxial; para un material muy débil, $\sigma_c = 3 \text{ MPa}$
 - Tabla 5: Caracterización de la Masa Rocosa basado en las Condiciones y Espaciamiento de las Juntas; un $GSI = 20$
 - Tabla 7: Guía para estimar el Factor de Perturbación D ; para un material con perturbación mínima $D = 0$.
- Hunt, Roy E. (2005) "Geotechnical Engineering Investigation Handbook". Second Edition, Taylor & Francis; $\nu = 0.25$



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification	
sigci	3 MPa
GSI	20
mi	19
D	0
Ei	1572 MPa
MR	

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	47.32 MPa

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

4. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{nat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	E_{50} (kN/m ²)	ϕ (°)	ν	C (kN/m ²)
Roca Meteorizada	20	20	570,000	27	0.25	106

Roca Sana

La roca sana que se encontró en el área corresponde a un aglomerado de la Formación Panamá, facies terrestre. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **HOEK-BROWN**.
- Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		RQD (%)	Descripción Visual	Ensayos de Compresión Simple	
	Desde	Hasta			Prof. (m)	RCS (kN/m ²)
H-01	15.00	16.50	50	Aglomerado. Roca moderadamente suave rh: 2. Moderadamente a ligeramente meteorizada (ii - iii). Masa rocosa masiva, presencia de juntas onduladas rugosas moderadamente espaciadas (5 - 45 cm), juntas moderadamente abiertas (2 - 4 mm) con presencia de oxidación, buzán en ángulos de (30-55°). Matriz mineral decolorada por la acción del intemperismo. Textura fragmentaria. Formación panamá facies terrestre. Avance de broca lento. Color marrón/gris.	15.0-16.50	PLT = 49,414
H-02	16.50	18.00	8	Toba lapilli. Roca moderadamente suave rh: 2. Roca sana (i - ii). Masa rocosa en bloques, presencia de juntas onduladas rugosas cercanamente espaciadas (5 - 30 cm), junta moderadamente abiertas (2 - 4 mm) con presencia de calcita - ligera oxidación, buzán en ángulos de (30 - 45°). Textura fragmentaria. Formación panamá facies terrestre. Avance de broca lento. Color gris	—	—
	18.00	19.50	40		—	—
	19.50	21.00	74		20.70	15,530

3. Según las perforaciones, laboratorios y proyectos de geología similar se estiman las siguientes propiedades:
- El valor de la resistencia a la compresión simple, $\sigma_c = 10,000$ kN/m² y el peso específico saturado y no saturado, $\gamma = 22$ kN/m³.
 - Según la Vs de 1,019 m/s del ensayo geofísico, las relaciones elásticas que relacionan el módulo de corte, peso específico y la relación de poisson, se obtiene el módulo de Young, $E_i = 5,828,000$ kN/m² y el módulo de masa de roca de $E_{rm} = 1,790,000$ kN/m².



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

La siguiente referencia técnica, (Practical Rock Engineering, 2007), describen materiales similares:

- Tabla 3: Valores de la constante m_i para Rocas Intactas, por grupo de rocas; para un aglomerado, $m_i = 19$
- 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 $D = 0$.
- Hunt, Roy E. (2005) "Geotechnical Engineering Investigation Handbook". Second Edition, Taylor & Francis; $\nu = 0.25$

4. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Modelo:	HOEK BROWN							
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\gamma_{\text{sat}} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$E_m \text{ (kN/m}^2\text{)}$	ν'	$\sigma'_{ci} \text{ (kN/m}^2\text{)}$	m_i	GSI	D
Roca Sana	22	22	1,790,000	0.25	10,000	19	50	0



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

8. ENSAYO "DOWNHOLE"

8.1 INTRODUCCIÓN

El presente punto contiene los resultados del ensayo geofísico tipo downhole realizado en el sondeo h-02, el cual complementa la investigación de sitio realizada para el proyecto, ubicado en Ciudad de Panamá, Provincia de Panamá.

Este tipo de ensayo está diseñado específicamente para medir los tiempos de llegada de las ondas de corte, ondas de compresión y con base en esos tiempos se obtienen las velocidades de corte (V_s) y velocidades de ondas de compresión (V_p) para cada estrato geofísico del subsuelo.

8.2 OBJETIVOS

Los objetivos del ensayo son los siguientes:

- a) Medir los tiempos de llegada de las ondas de corte y calcular las velocidades de corte (V_s), para cada estrato geofísico del subsuelo.
- b) Medir los tiempos de llegada de las ondas compresionales y calcular las velocidades de compresión (V_p), para cada estrato geofísico del subsuelo.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

8.3 METODOLOGÍA DEL ENSAYO

La ejecución del ensayo se hizo utilizando la metodología descrita y publicada por la casa matriz del sismógrafo (Olson Engineering, Inc.), la cual a su vez es una aplicación de la norma ASTM D4428/D4428M-07/D7400-08(DS).



Foto 1. Adquisición de datos.



Foto 2. Emisión de Ondas Cortantes.



Foto 3. Emisión de Compresión.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

8.4 CARACTERIZACIÓN SÍSMICA DEL SUELO

Teniendo como base de una parte la perforación y su registro (H-02), y de otra, los resultados del ensayo sísmico Downhole, es decir, las velocidades de corte (V_s), y las velocidades de compresión (V_p), para todos los estratos que componen el subsuelo del sitio, se adopta el siguiente perfil de suelo para efectos de su clasificación.

Ensayo: Downhole
Fecha: 16 de mayo de 2023
Proyecto: P. H. SAN FERNANDO
Ensayo # / Nombre / Ubicación: H-02
Distancia horizontal de la fuente al sondeo: 1 m

Estrato (Descripción del Material)	Profundidad del Ensayo (m)	Tiempo de Llegada de onda V_s (ms)	Distancia de la Fuente al Receptor (m)	Distancias Pseudo Intervalos (m)	Relación de Poisson	Velocidad de Onda de Cortante (Radial) (m/s)	Velocidad promedio por estrato (m/s)
Material de Relleno	0	0	1.00		0.36		247
	1	2,920	1.41	0.4142		142	
	2	5,880	2.24	0.8219		278	
	3	10,000	3.16	0.9262		225	
	4	13,280	4.12	0.9608		293	
Suelo Residual, Limo	5	16,560	5.10	0.9759	0.30	298	327
	6	19,840	6.08	0.9837		300	
	7	23,080	7.07	0.9883		305	
Toba Lapilli, Grado III	8	25,720	8.06	0.9912	0.28	375	555
	9	27,240	9.06	0.9931		653	
	10	28,800	10.05	0.9945		637	
	11	30,360	11.05	0.9955		638	
	12	32,560	12.04	0.9962		453	
	13	34,680	13.04	0.9968		470	
	14	36,760	14.04	0.9973		479	
	15	38,640	15.03	0.9976		531	
Toba Lapilli, Grado II - I	16	40,360	16.03	0.9979	0.23	580	1,019
	17	41,360	17.03	0.9982		998	
	18	42,320	18.03	0.9984		1,040	

Tabla 1. Tiempos de Llegada y Velocidad de Onda Cortante a Profundidad



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

Ensayo: Downhole

Fecha: 16 de mayo de 2023

Proyecto: P. H. SAN FERNANDO

Ensayo # / Nombre / Ubicación: H-02

Distancia horizontal de la fuente al sondeo: 1 m

Estrato (Descripción del Material)	Profundidad del Ensayo (m)	Tiempo de Llegada de onda Vs (ms)	Distancia de la Fuente al Receptor (m)	Distancias Pseudo Intervalos (m)	Relación de Poisson	Velocidad de Onda de Compresión (m/s)	Velocidad promedio por estrato (m/s)
Material de Relleno	0	0	1.00				
	1	1,600	1.41	0.4142	0.36	259	525
	2	3,120	2.24	0.8219		541	
	3	4,680	3.16	0.9262		594	
	4	6,360	4.12	0.9608		572	
	5	7,840	5.10	0.9759		659	
Suelo Residual, Limo	6	9,520	6.08	0.9837	0.30	586	615
	7	11,200	7.07	0.9883		588	
	8	12,680	8.06	0.9912		670	
Toba Lapilli, Grado III	9	13,560	9.06	0.9931	0.28	1,129	1,006
	10	14,400	10.05	0.9945		1,184	
	11	15,320	11.05	0.9955		1,082	
	12	16,400	12.04	0.9962		922	
	13	17,480	13.04	0.9968		923	
	14	18,560	14.04	0.9973		923	
	15	19,600	15.03	0.9976		959	
	16	20,680	16.03	0.9979		924	
Toba Lapilli, Grado II - I	17	21,280	17.03	0.9982	0.23	1,664	1,723
	18	21,840	18.03	0.9984		1,783	

Tabla 2. Tiempos de Llegada y Velocidad de Onda De Compresión a Profundidad



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

Como referencia, se adjunta la tabla de resumen de velocidades de onda de corte promedio y tipos de perfiles sísmicos presentada en el Reglamento Estructural Panameño 2021 (vea Tabla 3).

Tipos de perfiles	Valores de velocidad de onda de corte V_{s30}	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$
A. Roca Dura	> 1524 m/s	N.A.
B. Roca	762 a 1524 m/s	N.A.
C. Suelo muy denso o roca muy suave	366 a 762 m/s	> 50
D. Suelo rígido	183 a 366 m/s	15 a 50
E. Suelo blando	< 183 m/s o un sitio con más de 3.0 m de arcilla suave. Una arcilla es suave si presenta: $IP > 20$, $w > 40$, y $S_u < 25$ kPa	< 15
F. Perfil del suelo que requiere un estudio sísmico de evaluación del sitio.	1. Suelos vulnerable o colapsables bajo cargas sísmicas 2. Turba o arcillas altamente orgánicas ($H > 3.0$ m) 3. Arcillas de alta plasticidad ($H > 7.5$ m, $IP > 75$) 4. Arcillas muy suaves o estratos muy gruesos de arcillas ($H > 36.0$ m)	

H: Espesor del estrato

IP: Índice de plasticidad

w: Humedad

Su: Resistencia no drenada

V_{s30} : Promedio armónico de la velocidad de onda de corte, de los 30 m más superficiales de suelos y rocas en el sitio.

$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$: Promedio armónico de los valores de N obtenidos a partir de la prueba de penetración estándar, de los 30 m más superficiales de suelos y rocas en el sitio.

Tabla 3. Resumen de velocidades de onda de corte promedio y tipos de perfiles sísmicos - Ref. REP 2021

8.5 CÁLCULOS Y RESULTADOS

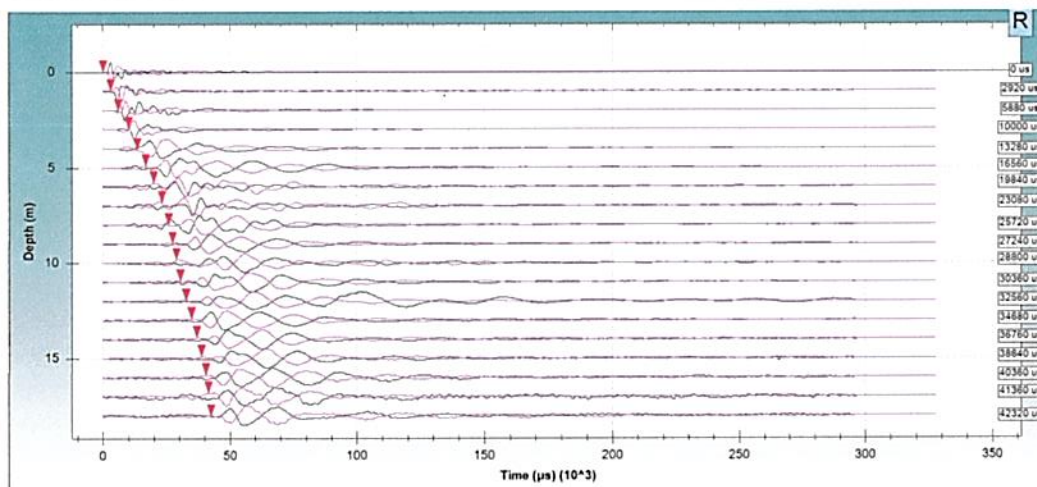


Figura 1. Gráfico con los Tiempos de Llegada Escogidos en la Superposición de Data de las Direcciones Izquierda y Derecha de la Componente Radial.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

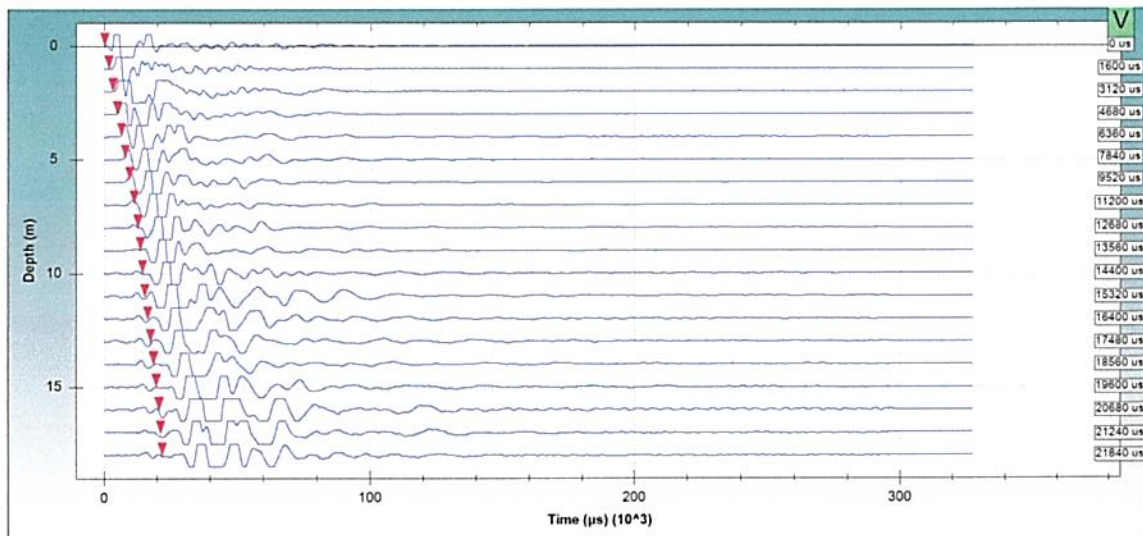


Figura 2. Gráfico con los Tiempos de Llegada Escogidos en la Superposición de Data de las Direcciones Izquierda y Derecha de la Componente Vertical

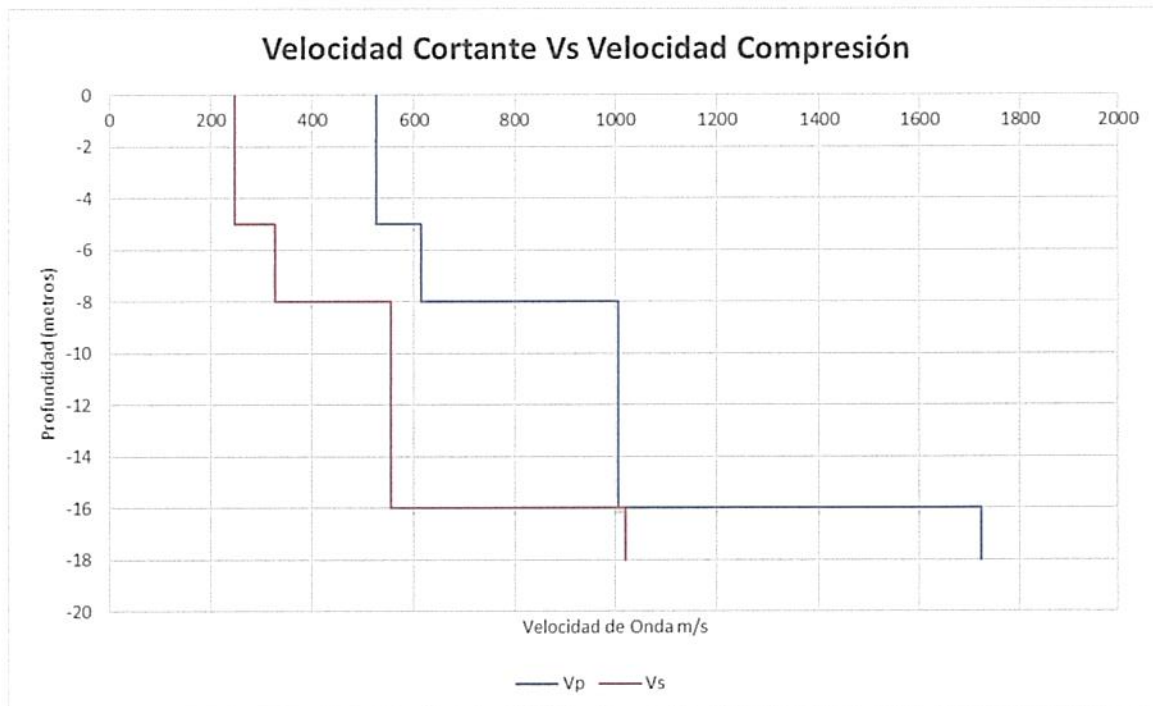


Figura 3. Gráfico de Comportamiento de las Ondas Cortantes vs las Ondas de Compresión, a Profundidad



CLIENTE:
RS CONTRACTOR

Nuestro cálculo reemplaza el uso de categorías para definir la amplificación sísmica específica del sitio. Los resultados del cálculo se presentan como los espectros de diseño.

El proyecto estará localizado en Ave. 1B Sur, Llano Bonito, San Fernando, Juan Díaz, Provincia de Panamá.



Figura 1. Ubicación del proyecto en el mapa satelital de Google Earth.



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

B. PERFORACION H-02

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE R. S. CONTRACTOR

PROYECTO P. H. SAN FERNANDO

CODIGO DE PROYECTO 2197-es-PHSanFernando

LOCALIZACION LLANO BONITO

INICIADA 5/9/23

NORTE 999640

REGISTRADO POR EUSEBIO SOLIS

TERMINADA 5/11/23

ESTE 669374

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION _____

ELEVACION _____

NIVEL FREATICO 3.50 m

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲ 10 20 30 40			
								□ COMPRESION SIMPLE (MPa) □ 10 20 30 40			
2		MATERIAL DE RELLENO. LIMO, GRAVA. CONSISTENCIA RIGIDA. OC: 3. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. AVANCE DE TRICONO RAPIDO. COLOR MARRON.	T 1								
			SS 1	65			(8)	▲			
4			T 2								
			SS 2	85			(7)	▲			
			T 3								
6		5.10 m. TRANSICION DE SUELO RESIDUAL A ROCA. LIMO. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DEBIL. COLOR CREMA.	SS 3	60			(15)	▲			
			T 4								
			SS 4	50			(58)				>>▲
			T 5								
8			SS 5	15			(R)				>>▲
10		8.10 m. AGLOMERADO. ROCA SUAVE RH: 1 - 2. LIGERAMENTE METEORIZADA (II). MASA ROCOSA EN BLOQUES, PRESENCIA DE JUNTAS ONDULADAS RUGOSAS MODERADAMENTE ESPACIADAS (5 - 30 CM), JUNTAS ABIERTAS (2- 5 MM) CON PRESENCIA DE OXIDACION, BUZAN EN ANGULOS DE (30-50°). TEXTURA FRAGMENTARIA. FORMACION PANAMA FACIES TERRESTRE. AVANCE DE BROCA LENTO. COLOR GRIS.	RC 1	41.1	0						
			RC 2	50	0						
12			RC 3	62	50						



PAGINA 2 DE 2

PROYECTO P. H. SAN FERNANDO

LOCALIZACION LLANO BONITO

INICIADA 5/9/23

NORTE 999640

REGISTRADO POR EUSEBIO SOLIS

TERMINADA 5/11/23

ESTE 669374

REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN

ESTACION

ELEVACION

NIVEL FREATICO 3.50 m

[illegible]



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

C. ENSAYO DOWNHOLE, MEDIDA GEOFÍSICA DE VELOCIDAD DE ONDA CORTANTE (ASTM-7400).

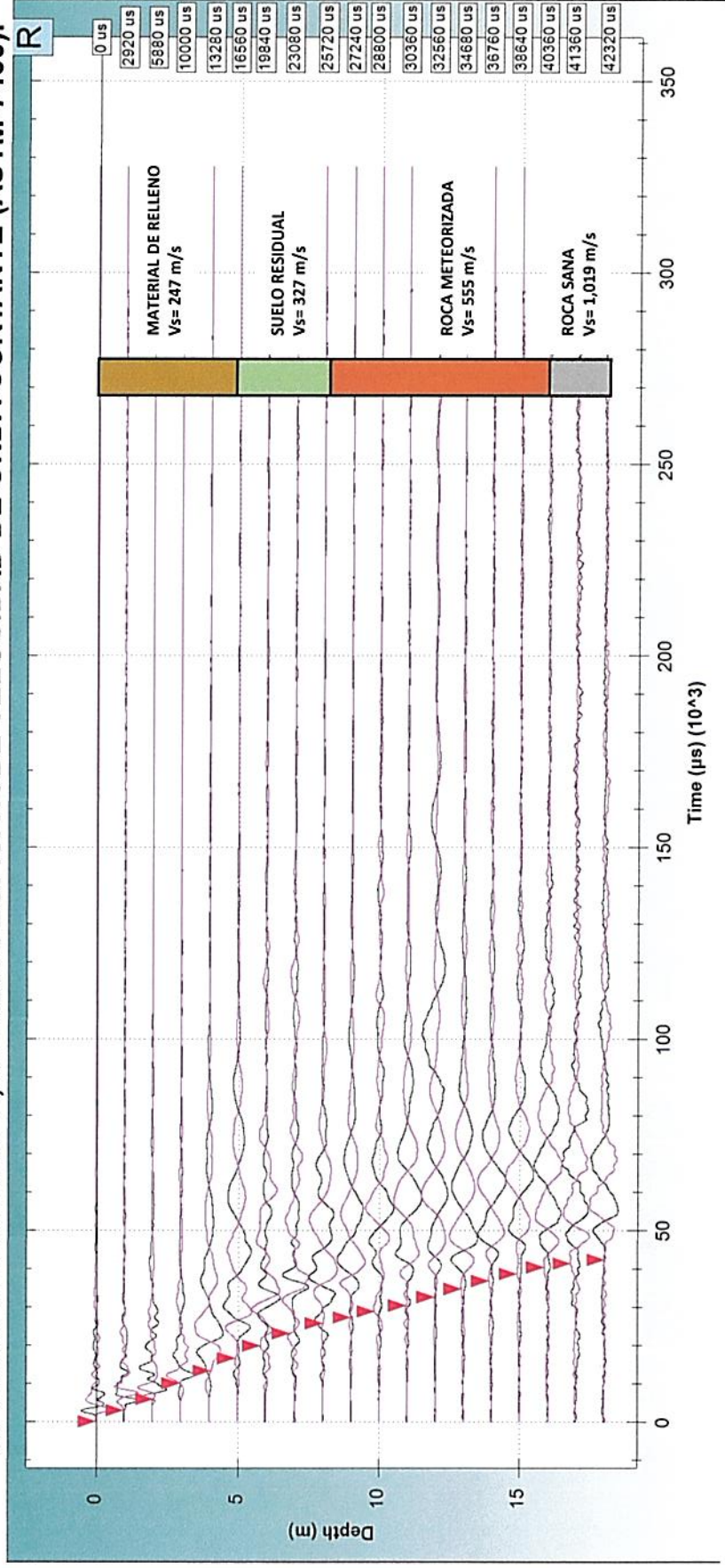


Figura 3. Gráfico con los Tiempos de Llegada Escogidos en la Superposición de Data de las Direcciones Izquierda y Derecha de la Componente Radial.



CLIENTE:
RS CONTRACTOR

Figura 3. Ubicación del proyecto en el Mapa para el valor de PGA según REP-2021



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR



Figura 4. Ubicación del proyecto en el Mapa para valor de Ss según REP-2021



Figura 5. Ubicación del proyecto en el Mapa para valor de S1 según REP-2021



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

D.2 Clasificación del Sitio

La clasificación del sitio en análisis se rige por el REP-2021 con referencia al capítulo 20 del ASCE 7-05.

D.2.1 Método Vs

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

Proyecto: PH San Fernando
Ubicación: Llano Bonito, Prov. de Panamá
Perfil: Promedio

$$\overline{v_s} = \frac{\sum d_i}{\sum (d_i / v_{si})}$$

i	Material	v _s del estrato (m/s)	H-02	
			d _i	d _i / v _{si}
1	Material de Relleno	247	5	0.02
2	Suelo Residual	327	3	0.01
3	Roca Meteorizada	555	8	0.01
4	Roca Sana	1,019	14	0.01
sumas			30	0.06
vs ponderado				521
Clasificación - Perfil tipo por hoyo			C	



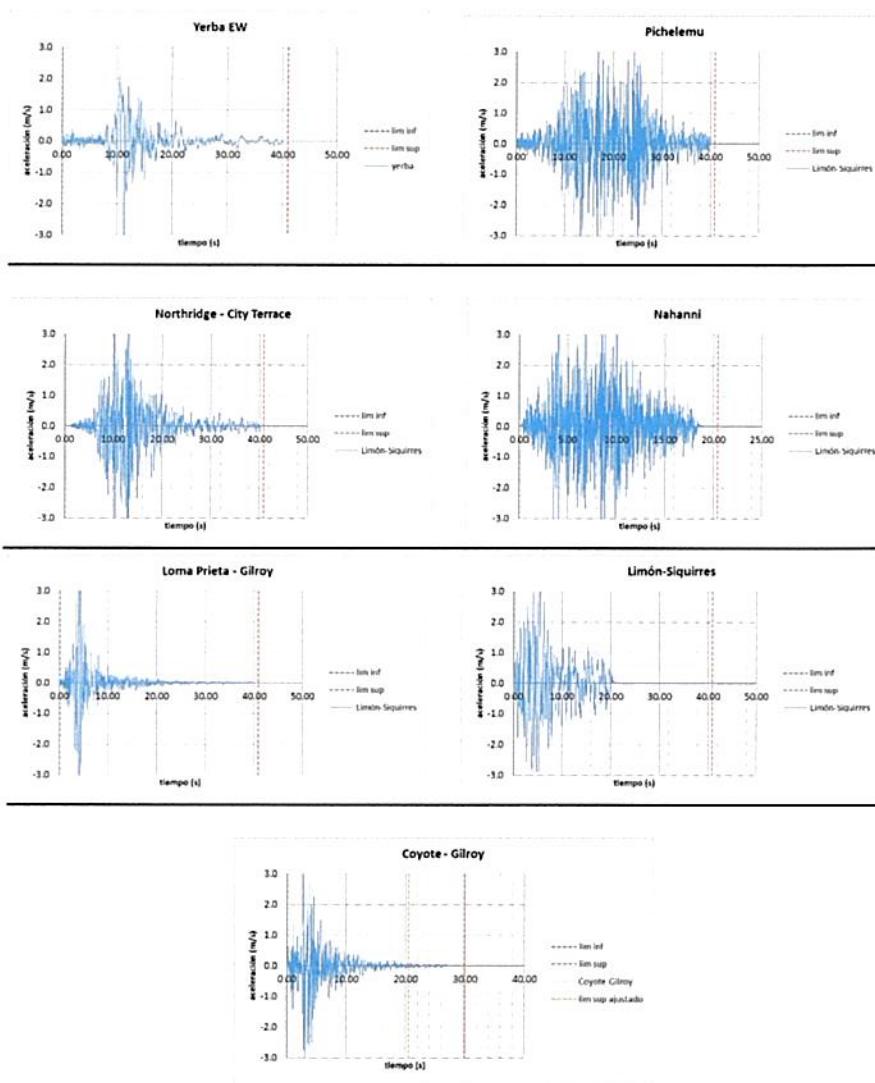
Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

D.3 Sismos de referencia escalados al sitio

Para el análisis de respuesta específico del sitio, se usaron 7 registros de sismos escalados al PGA característico del sitio. A continuación, se presentan los acelerogramas de los sismos utilizados:





Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

D.4 PARÁMETROS DEL SUELO

Tabla 1: Resumen de Parámetros de materiales para Plaxis 2D (Análisis Dinámico)

Parámetro	Material de Relleno	Suelo Residual	Roca Meteorizada
model	HS small	HS small	HS small
drainage	drenado	drenado	drenado
γ unsat (kN/m3)	16	17	20
γ sat (kN/m3)	17	18	21
ν^i	0.30	0.30	0.30
c^i ref (kN/m2)	20	31	106
ϕ^i ref (grados)	21	25	27
ψ (grados)	0	0	0
k (m/día)	1.00E-01	1.00E-01	7.00E-02
R inter	0.9	0.9	0.9
ν^i_{ur}	0.3	0.3	0.3
tension cutoff	no	no	no
p^{ref} (kNm2)	100	100	100
E_{50}^{ref} (kN/m2)	90,000	165,000	570,000
E_{oed}^{ref} (kN/m2)	72,000	132,000	456,000
E_{ur}^{ref} (kN/m2)	270,000	495,000	1,710,000
m	0.5	0.5	0.5
gap closure	si	si	si
Rf	0.9	0.9	0.9
ρ (kN s2/m4)	1.733	1.835	2.141
$G_{ur} = E_{ur}/[2(1+\nu_{ur})]$	103,846	190,385	657,692
$G_0 = \rho \cdot \nu_{s2}$	105,724	196,200	659,381
$\gamma_{0.7}$	2.50E-02	2.50E-02	2.50E-02
Rayleigh α	0.1759	0.1759	0.1759
Rayleigh β	0.01783	0.01783	0.01783
Vs (m)	247	327	555

* Basado en ensayos de campo, ensayos de laboratorio, referencias técnicas publicadas, y proyectos similares.

** Rafal Obrzud, "The HS model with small strain stiffness", 2011



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

E. LIMITACIONES DE SIMULACIÓN DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (Cap. 21 ASCE 7-05)

LIMITACIÓN N°1

21.1.3 Site Response Analysis and Computed Results.

Base Ground motion time histories shall be input to the soil profile as outcropping motions. Using appropriate computational techniques that treat nonlinear soil properties in a nonlinear or equivalent-linear manner, the response of the soil profile shall be determined and surface ground motion time histories shall be calculated. Ratios of 5 percent damped response spectra of surface ground motions to input base ground motions shall be calculated. The recommended surface MCE ground motion response spectrum shall not be lower than the MCE response spectrum of the base motion multiplied by the average surface-to-base response spectral ratios (calculated period by period) obtained from the site response analyses. The recommended surface ground motions that result from the analysis shall reflect consideration of sensitivity of response to uncertainty in soil properties, depth of soil model, and input motions.

LIMITACIÓN N°2

21.3 Design response spectrum

The design spectral response acceleration at any period shall be determined from Eq. 21.3-1:

$$S_a = \frac{2}{3} S_{aM} \quad (21.3-1)$$

where S_{aM} is the MCE spectral response acceleration obtained from Section 21.1 or 21.2. The design spectral response acceleration at any period shall not be taken less than 80 percent of S , determined in accordance with Section 11.4.5. For sites classified as Site Class F requiring site response analysis in accordance with Section 11.4.7, the design spectral response acceleration at any period shall not be taken less than 80 percent of S , determined for Site Class E in accordance with Section 11.4.5 period shall not be taken less than 80 percent of S , determined for Site Class E in accordance with Section 11.4.5.

LIMITACIÓN N°3

Where the site-specific procedure is used to determine the design ground motion in accordance with Section 21.3, the parameter SDs shall be taken as the spectral acceleration, S_a , obtained from the site-specific spectra at a period of 0.2 s, except that it shall not be taken less than 90 percent of the peak spectral acceleration, S_a , at any period larger than 0.2 s. The parameter $SD1$ shall be taken as the greater of the spectral acceleration, S_a , at a period of 1 s or two times the spectral acceleration, S_a , at a period of 2 sec. The parameters SMs and $SM1$ shall be taken as 1.5 times SDs and $SD1$, respectively. The values so obtained shall not be less than 80 percent of the values determined in accordance with Section 11.4.3 for SMs and $SM1$ and Section 11.4.4 for SDs and $SD1$.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

F. SIMULACIÓN DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

INTRODUCCIÓN

Plaxis 2D proporciona la capacidad para analizar los problemas geotécnicos de deformación plana y axisimétrica. Este tipo de problema está destinado a simular la propagación vertical de ondas de corte horizontales a través de un perfil de capas de suelo. Se ha informado que dicho proceso proporciona estimaciones razonables de la vibración del suelo en un evento sísmico. (Idriss, 1990).

La respuesta del sitio 1D es una evaluación rápida y simple de la respuesta dinámica del suelo en condiciones de campo libre.

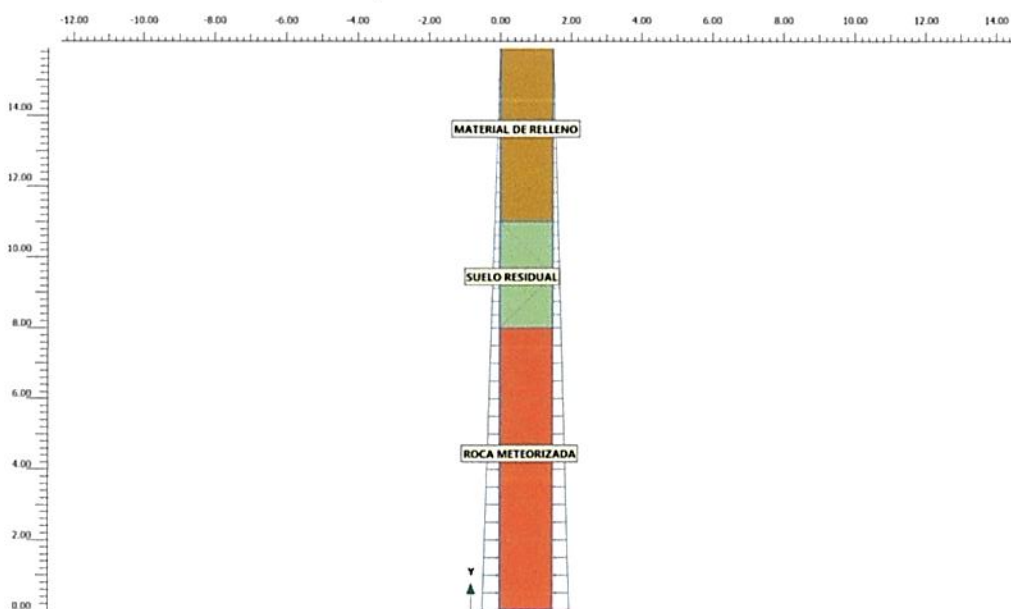
5.1 OBJETIVO

1. Determinar la aceleración espectral para un periodo de 0.2 y 1.0 segundo.

5.2 ENTRADA

Se preparó un modelo de deformación plana con los estratos del suelo y sus parámetros ya mencionados. Una columna de suelo, con un grado de libertad atado, se modeló con un comportamiento no lineal utilizando el modelo pequeño HS. Se utilizó una columna de suelo de 1.50 metros de ancho y 16 metros de largo. Se supone que el sismo se da en el lecho de roca y se modela imponiendo un desplazamiento prescrito en el límite inferior. Esta columna de suelo fue sometida a la señal de seis sismos diferentes: Coyote, Limón, Loma Prieta, Nahanni, Northridge, Pichelelu y Yerba.

F.2.1 Primera fase de cálculo plaxis



Geometría y estratos de suelo utilizados en análisis de respuesta específica de sitio



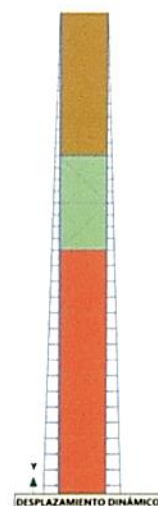
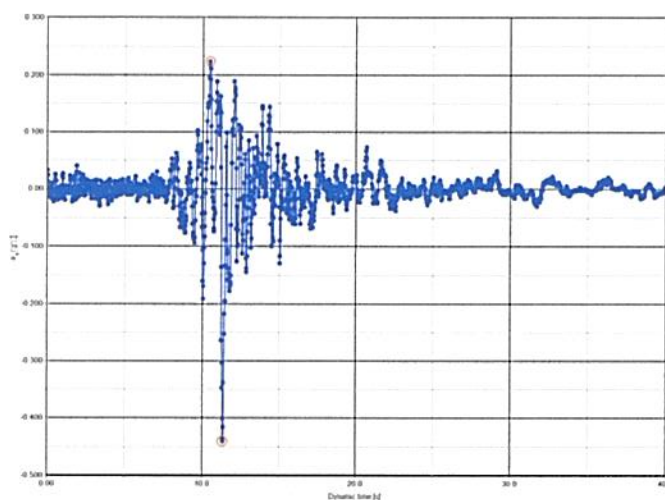
Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

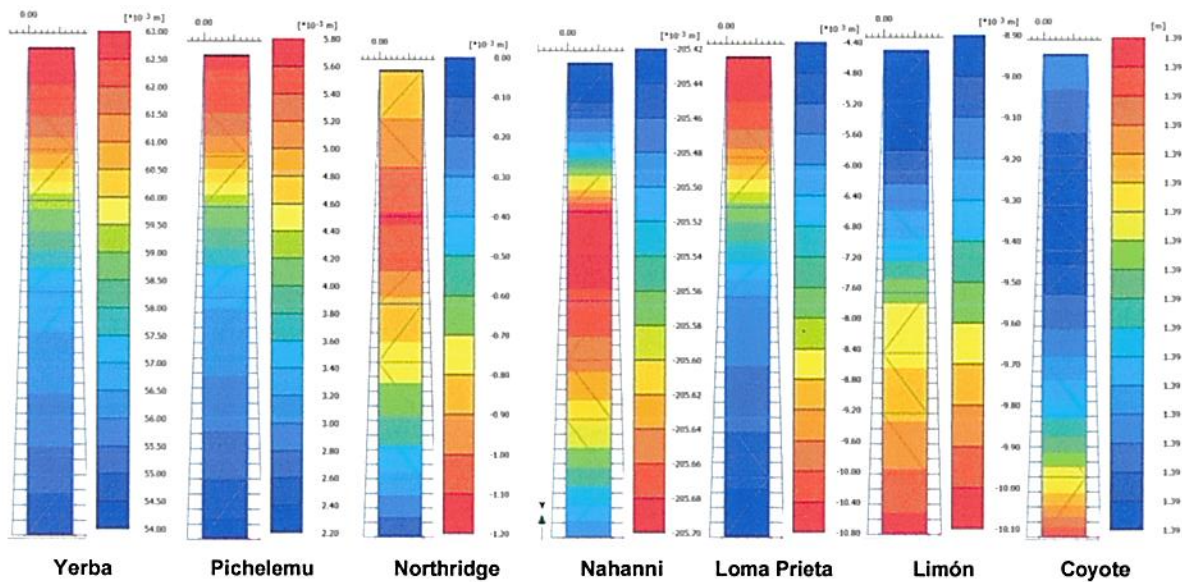
CLIENTE:
RS CONTRACTOR

F.2.2 Segunda Fase de Cálculo Plaxis

Aplicación de desplazamiento dinámico



F.3 RESPUESTA DE SITIO CON SISMOS DE REFERENCIA



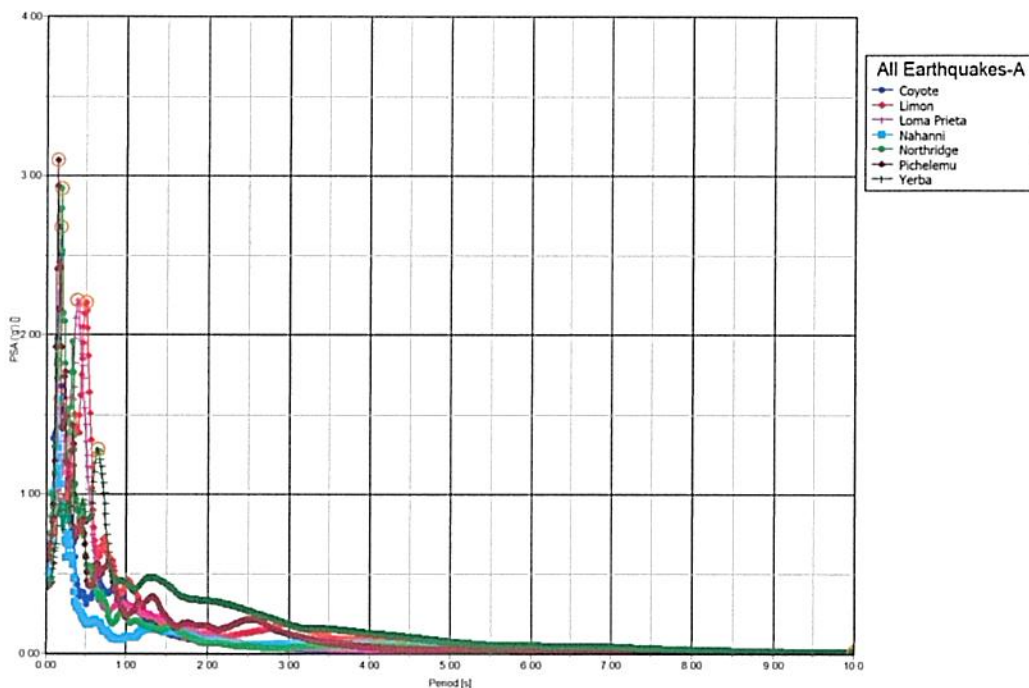


Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

F.3.1 Espectros de respuesta del sitio



RESUMEN DE RESULTADOS DE PLAXIS 2D CON LIMITACIÓN N°3

PSA (g)	SMs (0.2sec/g)	SM1 (1.0sec/g)	SDs (0.2sec/g)	SD1 (1.0sec/g)	LIMITACIÓN N°3	
					SDs (0.2sec/g)	SD1 (1.0sec/g)
Yerba	0.7977	0.4401	0.5318	0.2934	0.7672	0.4451
Pichelemu	1.4094	0.2307	0.9396	0.1538	1.0625	0.2278
Northridge	2.5301	0.2235	1.6867	0.1490	1.6867	0.1490
Nahanni	0.9341	0.1046	0.6227	0.0698	0.6227	0.1046
Loma Prieta	1.1878	0.3105	0.7919	0.2070	1.3295	0.2070
Limón	0.9600	0.4524	0.6400	0.3016	1.3215	0.3016
Coyote	1.5155	0.3109	1.0104	0.2072	1.0104	0.2072
Average	1.3335	0.2961	0.8890	0.1974	1.1144	0.2346



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
P.H. SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

F.4 LIMITACIONES (ASCE 7-05)

F.4.1. RESUMEN DE RESULTADOS PLAXIS 2D CON LIMITACIÓN N°1

<i>PSA (g)</i>	<i>SMs (0.2sec/g)</i>	<i>SM1 (1.0sec/g)</i>	<i>SDs (0.2sec/g)</i>	<i>SD1 (1.0sec/g)</i>
<i>Yerba</i>	0.6007	0.4081	0.4005	0.2720
<i>Pichelemu</i>	0.8306	0.2277	0.5537	0.1518
<i>Northridge</i>	1.5029	0.2185	1.0019	0.1457
<i>Nahanni</i>	0.4996	0.0969	0.3331	0.0646
<i>Loma Prieta</i>	0.8817	0.3174	0.5878	0.2116
<i>Limón</i>	0.7780	0.4507	0.5187	0.3005
<i>Coyote</i>	0.8434	0.3200	0.5622	0.2134
Average	0.8481	0.2913	0.5654	0.1942

F.4.2 LIMITACIÓN N°2 (Reducción a 80% del perfil C como límite inferior de los resultados del cálculo de plaxis 2D.)

<i>PERFIL C (Perfil del sitio en estudio)</i>					
<i>SMs (0.2sec/g)</i>	<i>SM1 (1.0sec/g)</i>	<i>SDs (0.2sec/g)</i>	<i>SD1 1.0sec/g)</i>	<i>80% SDs (0.2sec/g)</i>	<i>80% SD1 1.0sec/g)</i>
0.9878	0.5396	0.6586	0.3597	0.5268	0.2878



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

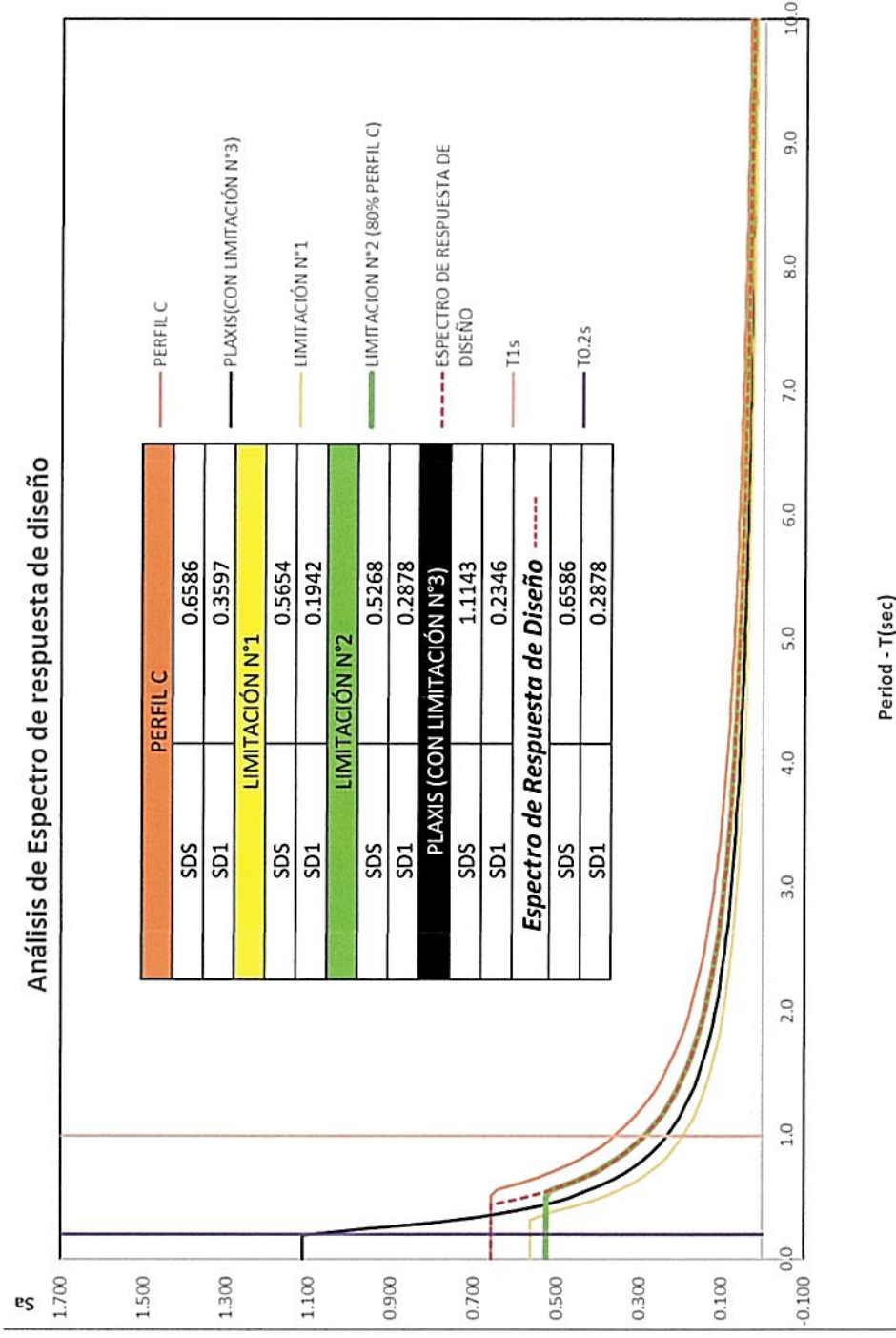


Figura 6. Análisis de Espectro de Respuesta de Diseño



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PH SAN FERNANDO

CLIENTE:
RS CONTRACTOR

F.4.3 CARGA SÍSMICA REDUCIDA PARA CÁLCULO ESTRUCTURAL

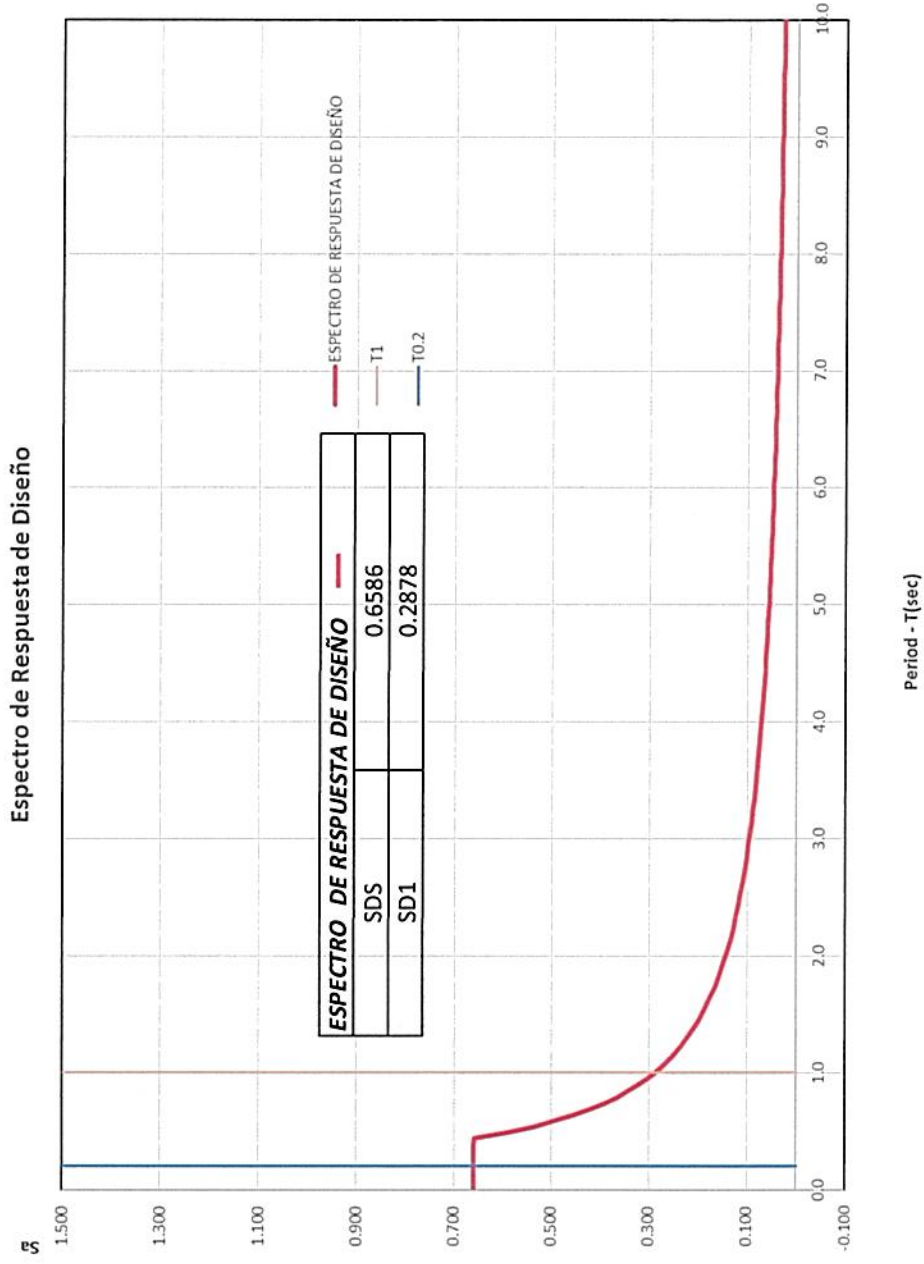


Figura 7. Espectro de Respuesta de Diseño



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, 07 de junio de 2023

En atención a:
Arq. Ricardo Suiira Sanchez
Grupo RS CONTRACTOR
E.S.D

REF: Adenda a Investigación en Sitio – PH San Fernando

Por este medio se presenta la adenda a las recomendaciones emitidas en el informe en relación a la investigación de sitio para el proyecto de referencia, el cual estará ubicado en Ave. 1B Sur, Llano Bonito, Juan Díaz, Provincia de Panamá. Según solicitud del cliente, se presenta la opción de fundación tipo zapata:

El material de relleno no es apto para cimentar las zapatas. El estrato de suelo residual firme competente se encuentra entre los 3 a 5m de profundidad, bajo el terreno natural.

Se puede utilizar material de reemplazo para disminuir la profundidad de las zapatas. El cual consiste en reemplazar el relleno hasta alcanzar el suelo residual firme. Se recomienda que el reemplazo sea con material selecto compactado al 100% del ensayo Proctor Estándar. Luego, se desplantan las zapatas a una profundidad mínima de 2.0m en el material selecto.

Ya sea que se considere desplantar las zapatas en el suelo residual firme competente o en el material selecto, las mismas se deben dimensionar para una capacidad de soporte admisible de 30,000 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.

Quedamos a su disposición para aclarar cualquier duda que pueda surgir a raíz de esta adenda.

Atentamente,
Ingenieros Geotécnicos, S.A.