



ANEXO
ESTUDIO DE SUELOS

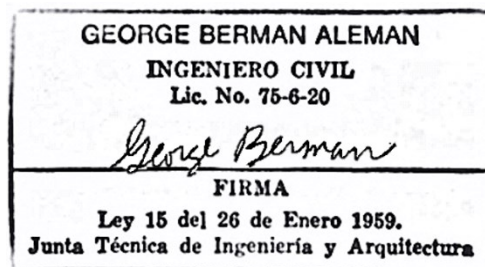




TABLA DE CONTENIDO

1. ALCANCE DEL ESTUDIO
2. RECOMENDACIONES
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
 - a. GEOLOGÍA DEL SITIO
4. PLANTA Y UBICACIÓN DE SONDEOS
5. REGISTROS DE PERFORACIÓN
6. RESULTADOS DE LABORATORIO
7. SECCION GEOLÓGICA
8. DESCRIPCIÓN DE ESTRATO
9. PERFIL SÍSMICO DEL SITIO

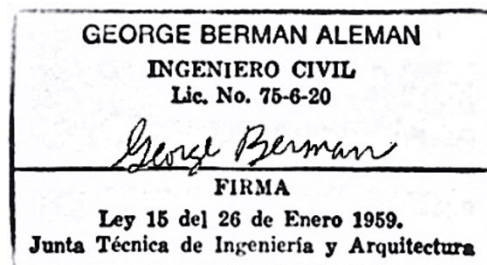
1. Alcance del Estudio

Para este proyecto realizamos dos (2) perforaciones, 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.

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

2. Recomendaciones

La estructura propuesta consiste en un muelle. El proyecto se encuentra ubicado en Boca Chica, Provincia de Chiriquí. A continuación, se presentan la recomendación para los cimientos:





2.1 Cimientos

Se puede considerar el uso de pilotes vaciados para soportar la estructura propuesta, cimentados dentro del estrato de roca fracturada.

Se recomienda pilotes vaciados en sitio apoyados en el estrato de roca fracturada. Dichos pilotes deben diseñarse para una capacidad en punta de 150,000 kg/m² y una capacidad de 15,000 kg/m² en fricción lateral entre el pilote y la roca

2.2 Consideraciones Sísmicas:

La caracterización del Riesgo Sísmico en el sitio se obtuvo del Reglamento Estructural de Panamá (REP-2014). La aceleración espectral (S_s) en la ciudad de David, provincia de Chiriquí es de 1.50. De la ecuación 3.1 de Z.A. Lubkowski & B. Aluisi ("Deriving S_s and S_1 Parameters from PGA Maps"), se obtiene el PGA:

$$S_s/PGA = 0.3386 \cdot PGA + 2.1696, \text{ resultando } PGA = 0.63g$$

Esta carga sísmica se caracteriza por la aceleración máxima del terreno (p_g), la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período corto (S_s) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S_1). Los valores correspondientes al sitio son:

$$PGA = 0.63g; S_s (0.2s) = 1.50; S_1 (1.0s) = 0.564$$

2.3 Perfil Sísmico del Sitio:

El perfil del sitio se clasifica como tipo C, de acuerdo con la edición 2014 del Reglamento Estructural Panameño (REP-2014).

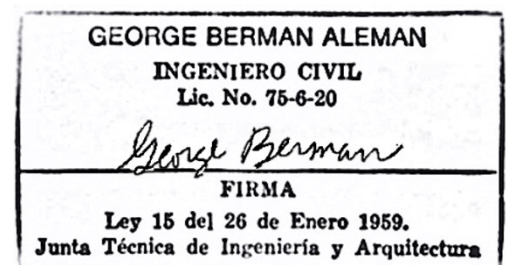
El valor ponderado de penetración se calculó utilizando la siguiente fórmula, de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento Estructural

Panameño (REP-2014). 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.

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





2.4 Espectro de Diseño:

A continuación, se muestra el cálculo del Espectro de Respuesta de Diseño según el perfil del sitio.

REP-2014 (NEHRP)

Proyecto: Muelle Boca Chica

Ss =	1.5
S1 =	0.56
PGA =	0.63
NEHRP profile =	C

Site Class	Fa				
	Ss <= 0.25	Ss = 0.5	Ss = 0.75	Ss = 1	Ss >= 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

Interpolation	Ss pt. 1	1.25	pendiente =	0.000
	Fa pt. 1	1.00		
	Ss pt. 2			
	Fa pt. 2	1.00		

For Ss = 1.5 Fa = 1

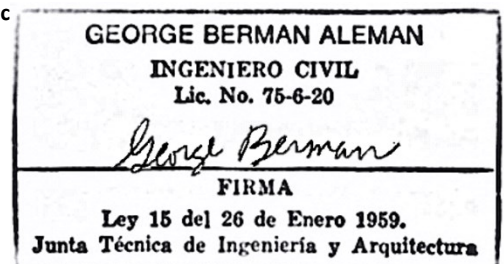
Site Class	Fv				
	S1 >= 0.1	S1 = 0.2	S1 = 0.3	S1 = 0.4	S1 >= 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4

Interpolation	S1 punto 1	0.50	pendiente =	0.00
	Fv punto 1	1.30		
	S1 punto 2			
	Fv punto 2	1.30		

For S1 = 0.564 Fv = 1.300

SMS =	1.5000	T ₀ =	0.0978 sec
SM1 =	0.7332	T _s =	0.4888 sec
SDS =	1.0000	T _L =	10.00 sec
SD1 =	0.4888		

Figura 1. Cálculo del Espectro de Respuesta de Diseño



Espectro de Respuesta de Diseño para el Sitio

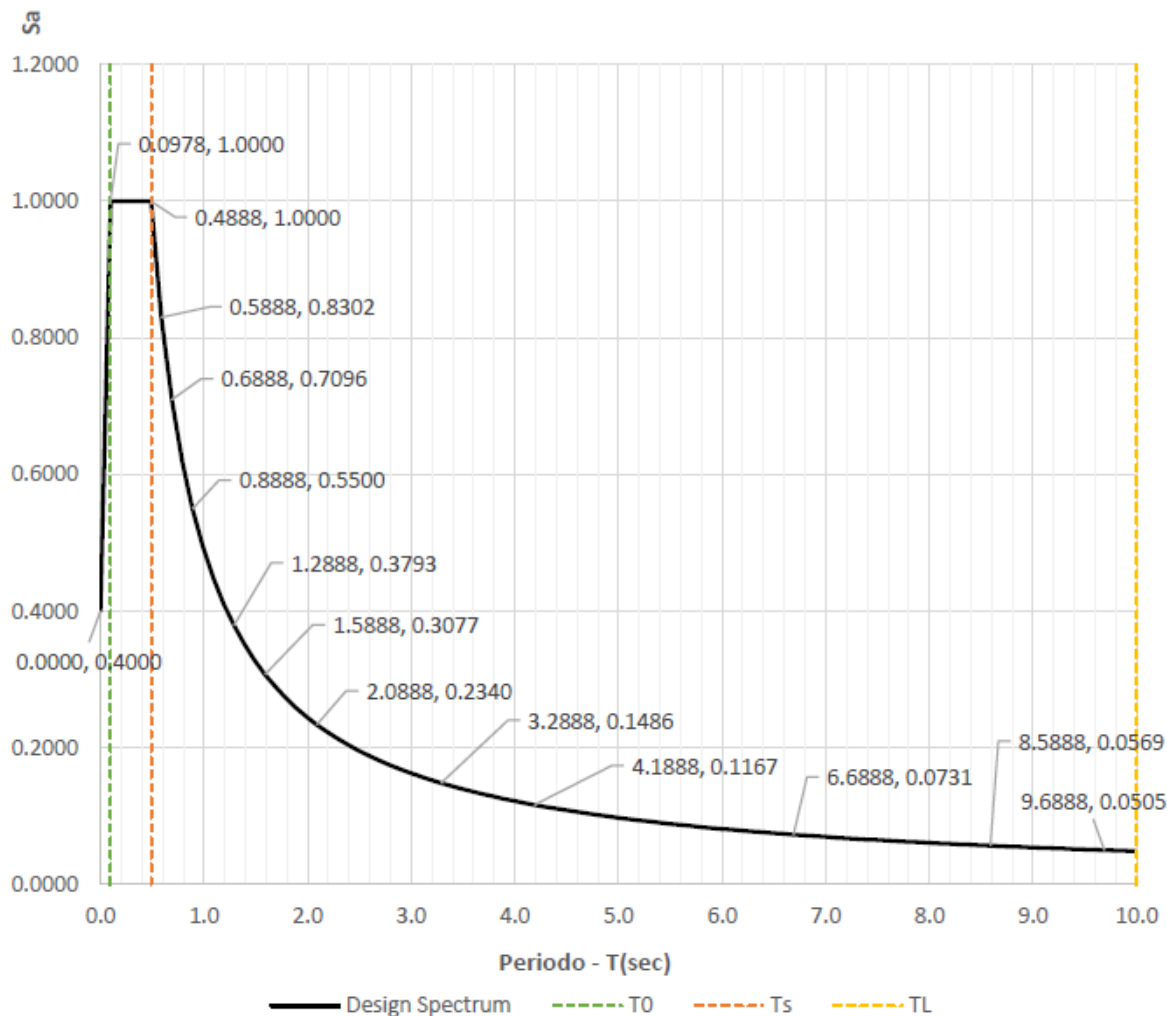


Figura 2. Espectro de Respuesta de Diseño para Perfil de Sitio Tipo C

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 muelle ubicado en Boca Chica, Provincia de Chiriquí.



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

3.1. Geología del Sitio:


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

Galique (TO – SEga)

Período Terciario. Grupo Sensori-Uscari. Arenisca, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles.

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 4, se muestra la ubicación del proyecto en el mapa geológico con referencia señalada.

Periodo	Grupo	Color	Formación	Descripción
TERCIARIO	SENSORI- USCARI		Sensori- Uscari	Lutitas, conglomerados, calizas tobáceas y arcillas
			Galique	Aresnica, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles

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)

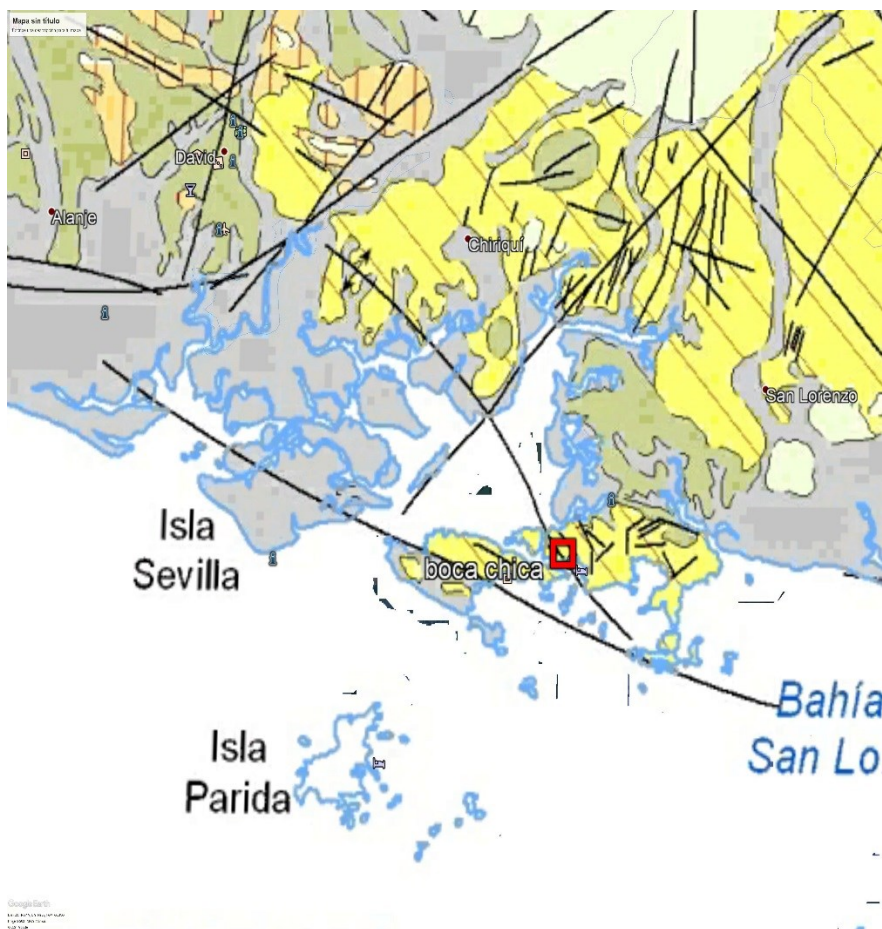


Figura 4. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico

4. Planta y Ubicación de Sondeos

A continuación, se muestra la planta con la ubicación de los sondeos:



Figura 5. Planta con la Ubicación de los Sondeos

5. Registros de Perforación

A continuación, se presentan los dos registros de perforación:



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 CONSTRUCTORA ININCO, S.A.		PROYECTO BOCA CHICA	
CODIGO DE PROYECTO 2021-es-bocachica		LOCALIZACION BOCA CHICA, CHIRIQUÍ	
INICIADA 11/08/21	NORTE 908732	REGISTRADO POR JEISON ARAYA	
TERMINADA 11/08/21	ESTE 365764	REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN	
ESTACION	ELEVACION 0 m	24hrs NIVEL FREATICO 2.10 m / Elev -2.10 m	

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECUBRO (%)	ROD (%)	DENSIDAD (lb/ft ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
1		ALTURA DE MUELLE	GB 1	0							
2											
3		2.10 m. FORMACION GALIQUE. LIMOLITA. ROCA FRACTURADA. AVANCE LENTO. COLOR DE AGUA: GRIS.	RC 1	93.75	31.25						
4		3.00 m. FORMACION GALIQUE. LIMOLITA. ROCA FRACTURADA. AVANCE LENTO. COLOR DE AGUA: GRIS.	RC 2	100	30						
5		4.50 m. FORMACION GALIQUE. LIMOLITA. ROCA FRACTURADA. AVANCE LENTO. COLOR DE AGUA: GRIS.	RC 3	100	82						
6		Fin del sondeo a 6.0 m.									

Figura 6. Registro de Perforación H-01

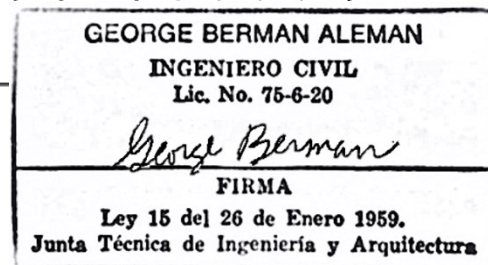
GEORGE BERMAN ALEMAN
INGENIERO CIVIL
 Lic. No. 75-6-20
George Berman
FIRMA
 Ley 15 del 26 de Enero 1959.
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



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-02 PAGINA 1 DE 1	
CLIENTE CONSTRUCTORA ININCO, S.A.		PROYECTO BOCA CHICA	
CODIGO DE PROYECTO 2021-es-bocachica		LOCALIZACION BOCA CHICA, CHIRIQUÍ	
INICIADA 11/09/21	NORTE 908738	REGISTRADO POR JEISON ARAYA	
TERMINADA 11/09/21	ESTE 365763	REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN	
ESTACION	ELEVACION 0 m	24hrs NIVEL FREATICO 2.20 m / Elev -2.20 m	

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NUMERO	RECOBRO (%)	RQD (%)	DENSIDAD (t/m ³)	VALOR SPT (N)	▲ NUMERO SPT (N) ▲			
								10	20	30	40
1		ALTURA DE MUELLE	GB 1								
2											
3		2.20 m. FORMACION GALIQUE. LIMOLITA. ROCA FRACTURADA. AVANCE LENTO. COLOR DE AGUA: GRIS.	RC 1	20							
4		3.00 m. FORMACION GALIQUE. LIMOLITA. ROCA FRACTURADA. AVANCE LENTO. COLOR DE AGUA: GRIS.	RC 2	100	42						
5		4.50 m. FORMACION GALIQUE. LIMOLITA. ROCA FRACTURADA. AVANCE LENTO. COLOR DE AGUA: GRIS.	RC 3	100	76						
6		Fin del sondeo a 6.0 m.									

Figura 7. Registro de Perforación H-02



6. Resultados de Laboratorio




 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).																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Muelle Boca Chica</td></tr> <tr><td colspan="2">Proyecto (Project)</td></tr> <tr><td colspan="2">Chiriquí</td></tr> <tr><td colspan="2">Ubicación (Location)</td></tr> <tr><td colspan="2">Jose Perez.</td></tr> <tr><td colspan="2">Técnico (Technician)</td></tr> <tr><td colspan="2">12-nov-21</td></tr> <tr><td colspan="2">Fecha de Prueba (Test Date)</td></tr> </table>	Muelle Boca Chica		Proyecto (Project)		Chiriquí		Ubicación (Location)		Jose Perez.		Técnico (Technician)		12-nov-21		Fecha de Prueba (Test Date)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Datos de la Muestra (Sample Data):</td></tr> <tr><td>Perforación (Boring):</td><td>H-01</td></tr> <tr><td>Fecha (Sample Date) :</td><td>08-nov-21</td></tr> <tr><td>Muestra (Sample No.):</td><td>RC-3</td></tr> <tr><td>Profundidad (Depth): m</td><td>5.60 m</td></tr> <tr><td>Elevación (Elevation) m</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: (Description) Roca color gris.</td></tr> </table>	Datos de la Muestra (Sample Data):		Perforación (Boring):	H-01	Fecha (Sample Date) :	08-nov-21	Muestra (Sample No.):	RC-3	Profundidad (Depth): m	5.60 m	Elevación (Elevation) m		Descripción: (Description) Roca color gris.	
Muelle Boca Chica																															
Proyecto (Project)																															
Chiriquí																															
Ubicación (Location)																															
Jose Perez.																															
Técnico (Technician)																															
12-nov-21																															
Fecha de Prueba (Test Date)																															
Datos de la Muestra (Sample Data):																															
Perforación (Boring):	H-01																														
Fecha (Sample Date) :	08-nov-21																														
Muestra (Sample No.):	RC-3																														
Profundidad (Depth): m	5.60 m																														
Elevación (Elevation) m																															
Descripción: (Description) Roca color gris.																															
Parámetros físicos (Physical parameters): <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso de la muestra (weight of the sample):</td><td>335.00 g</td></tr> <tr><td>Diámetro (diameter):</td><td>45.00 mm</td></tr> <tr><td>Altura (height):</td><td>90.00 mm</td></tr> <tr><td>Area de la sección (cross sectional area):</td><td>1590.44 mm²</td></tr> <tr><td>Volumen (Volume):</td><td>1.43E+05 mm³</td></tr> <tr><td>Densidad(density):</td><td>22.95 kN/m³</td></tr> <tr><td>Humedad (moisture):</td><td>-891.43 %</td></tr> </table>		Peso de la muestra (weight of the sample):	335.00 g	Diámetro (diameter):	45.00 mm	Altura (height):	90.00 mm	Area de la sección (cross sectional area):	1590.44 mm ²	Volumen (Volume):	1.43E+05 mm ³	Densidad(density):	22.95 kN/m ³	Humedad (moisture):	-891.43 %																
Peso de la muestra (weight of the sample):	335.00 g																														
Diámetro (diameter):	45.00 mm																														
Altura (height):	90.00 mm																														
Area de la sección (cross sectional area):	1590.44 mm ²																														
Volumen (Volume):	1.43E+05 mm ³																														
Densidad(density):	22.95 kN/m ³																														
Humedad (moisture):	-891.43 %																														
Resultados (Results): <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Carga de falla (Failure load)</td><td>105.49 kN</td></tr> <tr><td>Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$</td><td>66.33 MPa</td></tr> <tr><td>Tiempo de carga (load time)</td><td>7.22 min</td></tr> <tr><td>Módulo de Young E 50%</td><td>7298 MPa</td></tr> <tr><td>Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$</td><td>1.89E-02</td></tr> </table>		Carga de falla (Failure load)	105.49 kN	Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	66.33 MPa	Tiempo de carga (load time)	7.22 min	Módulo de Young E 50%	7298 MPa	Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.89E-02																				
Carga de falla (Failure load)	105.49 kN																														
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	66.33 MPa																														
Tiempo de carga (load time)	7.22 min																														
Módulo de Young E 50%	7298 MPa																														
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.89E-02																														
Fotos (Pictures): <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> Antes (before)  </div> <div style="text-align: center;"> Después (after)  </div> </div>																															
Observaciones (remarks): <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																															
Ensayado por (Tested by): <u>Jorge Rangel</u>																															
Calculado por (Calculated by): <u>Jorge Rangel</u>																															
Revisado por (Reviewed by): <u>J. Guevara</u>																															

Figura 8. Ensayo de Compresión Simple en Roca H-01




 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).																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Muelle Boca Chica</td></tr> <tr><td colspan="2">Proyecto (Project)</td></tr> <tr><td colspan="2">Chiriquí</td></tr> <tr><td colspan="2">Ubicación (Location)</td></tr> <tr><td colspan="2">Jose Perez.</td></tr> <tr><td colspan="2">Técnico (Technician)</td></tr> <tr><td colspan="2">12-nov-21</td></tr> <tr><td colspan="2">Fecha de Prueba (Test Date)</td></tr> </table>	Muelle Boca Chica		Proyecto (Project)		Chiriquí		Ubicación (Location)		Jose Perez.		Técnico (Technician)		12-nov-21		Fecha de Prueba (Test Date)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Datos de la Muestra (Sample Data):</td></tr> <tr><td>Perforación (Boring):</td><td>H-02</td></tr> <tr><td>Fecha (Sample Date):</td><td>09-nov-21</td></tr> <tr><td>Muestra (Sample No.):</td><td>RC-3</td></tr> <tr><td>Profundidad (Depth): m</td><td>5.70 m</td></tr> <tr><td>Elevación (Elevation) m</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción: (Description) Roca color gris.</td></tr> </table>	Datos de la Muestra (Sample Data):		Perforación (Boring):	H-02	Fecha (Sample Date):	09-nov-21	Muestra (Sample No.):	RC-3	Profundidad (Depth): m	5.70 m	Elevación (Elevation) m		Descripción: (Description) Roca color gris.	
Muelle Boca Chica																															
Proyecto (Project)																															
Chiriquí																															
Ubicación (Location)																															
Jose Perez.																															
Técnico (Technician)																															
12-nov-21																															
Fecha de Prueba (Test Date)																															
Datos de la Muestra (Sample Data):																															
Perforación (Boring):	H-02																														
Fecha (Sample Date):	09-nov-21																														
Muestra (Sample No.):	RC-3																														
Profundidad (Depth): m	5.70 m																														
Elevación (Elevation) m																															
Descripción: (Description) Roca color gris.																															
Parámetros físicos (Physical parameters): <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso de la muestra (weight of the sample):</td><td>326.00 g</td></tr> <tr><td>Diámetro (diameter):</td><td>45.00 mm</td></tr> <tr><td>Altura (height):</td><td>90.00 mm</td></tr> <tr><td>Area de la sección (cross sectional area):</td><td>1590.44 mm²</td></tr> <tr><td>Volumen (Volume):</td><td>1.43E+05 mm³</td></tr> <tr><td>Densidad (density):</td><td>22.34 kN/m³</td></tr> <tr><td>Humedad (moisture):</td><td>-925.71 %</td></tr> </table>		Peso de la muestra (weight of the sample):	326.00 g	Diámetro (diameter):	45.00 mm	Altura (height):	90.00 mm	Area de la sección (cross sectional area):	1590.44 mm ²	Volumen (Volume):	1.43E+05 mm ³	Densidad (density):	22.34 kN/m ³	Humedad (moisture):	-925.71 %																
Peso de la muestra (weight of the sample):	326.00 g																														
Diámetro (diameter):	45.00 mm																														
Altura (height):	90.00 mm																														
Area de la sección (cross sectional area):	1590.44 mm ²																														
Volumen (Volume):	1.43E+05 mm ³																														
Densidad (density):	22.34 kN/m ³																														
Humedad (moisture):	-925.71 %																														
Resultados (Results): <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Carga de falla (Failure load)</td><td>88.96 kN</td></tr> <tr><td>Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$</td><td>55.94 MPa</td></tr> <tr><td>Tiempo de carga (load time)</td><td>6.28 min</td></tr> <tr><td>Módulo de Young E 50%</td><td>6187 MPa</td></tr> <tr><td>Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$</td><td>1.72E-02</td></tr> </table>		Carga de falla (Failure load)	88.96 kN	Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	55.94 MPa	Tiempo de carga (load time)	6.28 min	Módulo de Young E 50%	6187 MPa	Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.72E-02																				
Carga de falla (Failure load)	88.96 kN																														
Esfuerzo a compresión (Compressive strength): $\sigma =$	55.94 MPa																														
Tiempo de carga (load time)	6.28 min																														
Módulo de Young E 50%	6187 MPa																														
Deformación axial (axial strain): $\epsilon =$	1.72E-02																														
Fotos (Pictures): <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Antes (before)</td></tr> </table>  </div> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Después (after)</td></tr> </table>  </div> </div>		Antes (before)	Después (after)																												
Antes (before)																															
Después (after)																															
Observaciones (remarks): 																															
Ensayado por (Tested by): <u>Jorge Rangel</u>																															
Calculado por (Calculated by): <u>Jorge Rangel</u>																															
Revisado por (Reviewed by): <u>J. Guevara</u>																															

Figura 9. Ensayo de Compresión Simple en Roca H-02

7. Sección Geológica

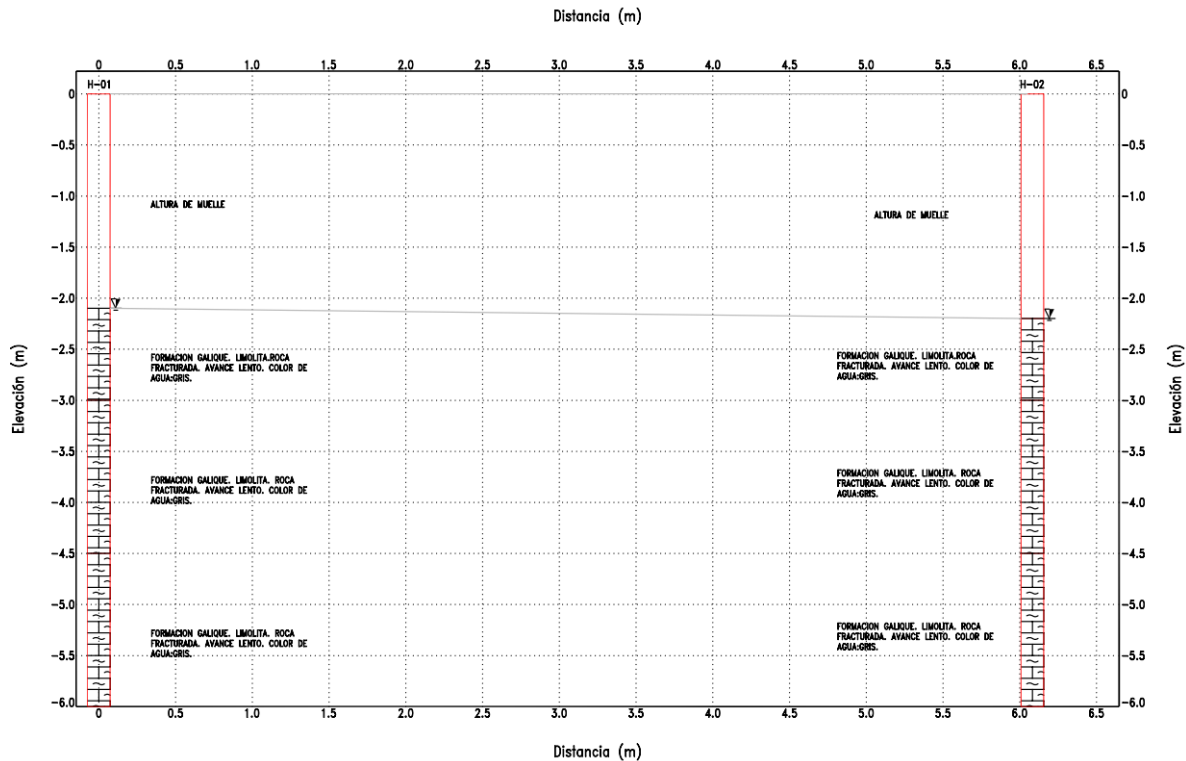


Figura 10. Sección Geológica

8. Descripción de Estratos

El principal estrato encontrado en el sitio fue la roca fracturada:

La roca sana fracturada que se encontró en el área corresponde a una limolita de la Formación Galique, la cual se caracteriza por ser de color gris y presentar un índice de calidad de la masa de roca (RQD) entre 30% a 80%. Este estrato se alcanzó en ambas perforaciones a profundidades a 2.20 metros por debajo del nivel de piso del muelle existente.



9. Perfil Sísmico del Sitio

Clasificación de Sitios (NEHRP) sobre base de las provisiones del REP-2014

Proyecto: Boca Chica

Ubicación: Boca Chica, Provincia de Chiriquí

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
0.9	50	0.018	0.8	50	0.016
1.5	50	0.030	1.5	50	0.030
1.5	50	0.030	1.5	50	0.030
26.1	50	0.522	26.2	50	0.524

Resultados por hoyo	30.0	50%	0.078	30.0	50%	0.076
			385			395
	Perfil		C	Perfil		C

Resultado promedio del lote	100%	390
	C	

Figura 11. Cálculo del Perfil Sísmico del Sitio

