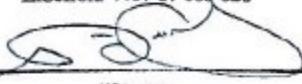


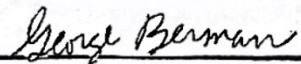


JAVIER A. BEITIA S. INGENIERO CIVIL Licencia No. 97-006-058

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



**ANEXO
ESTUDIO DE SUELOS**

GEORGE BERMAN ALEMAN
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 75-6-20



FIRMA

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



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

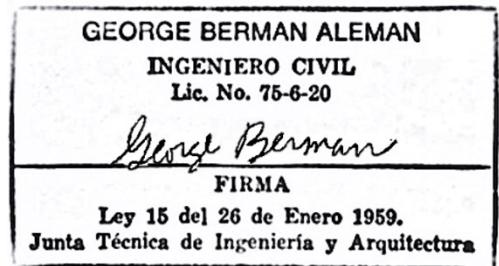
1. Alcance del Estudio

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 vacíos para soportar la estructura propuesta, cimentados dentro del estrato de roca fracturada.

Se recomienda pilotes vacíos 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 (Ss) en la ciudad de David, provincia de Chiriquí es de 1.50. De la ecuación 3.1 de Z.A. Lubkowski & B. Aluisi ("Deriving Ss and S1 Parameters from PGA Maps"), se obtiene el PGA:

$$Ss/PGA = 0.3386 * PGA + 2.1696, \text{ resultando } PGA = 0.63g$$

Esta carga sísmica se caracteriza por la aceleración máxima del terreno (pga), la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período corto (Ss) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S1). Los valores correspondientes al sitio son:

$$PGA = 0.63g; Ss (0.2s) = 1.50; S1 (1.0s) = 0.564$$

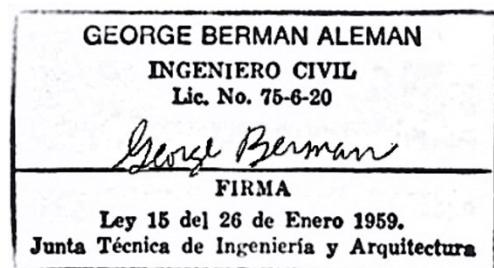
2.3 Perfil Sísmico del Sitio:

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: di Espesor de los estratos / Ni 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

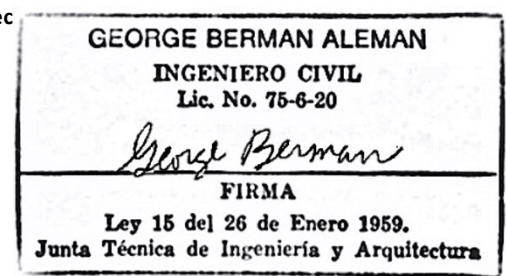
Site Class	Fv				
	S1 >= 0.1	S1 = 0.2	S1 = 0.3	S1 = 0.4	S1 >= 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4

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

$$\begin{aligned} SMS &= 1.5000 & T_0 &= 0.0978 \text{ sec} \\ SM1 &= 0.7332 & Ts &= 0.4888 \text{ sec} \\ SDS &= 1.0000 & T_L &= 10.00 \text{ sec} \\ SD1 &= 0.4888 \end{aligned}$$

Figura 1. Cálculo del Espectro de Respuesta de Diseño



Espectro de Respuesta de Diseño para el Sitio

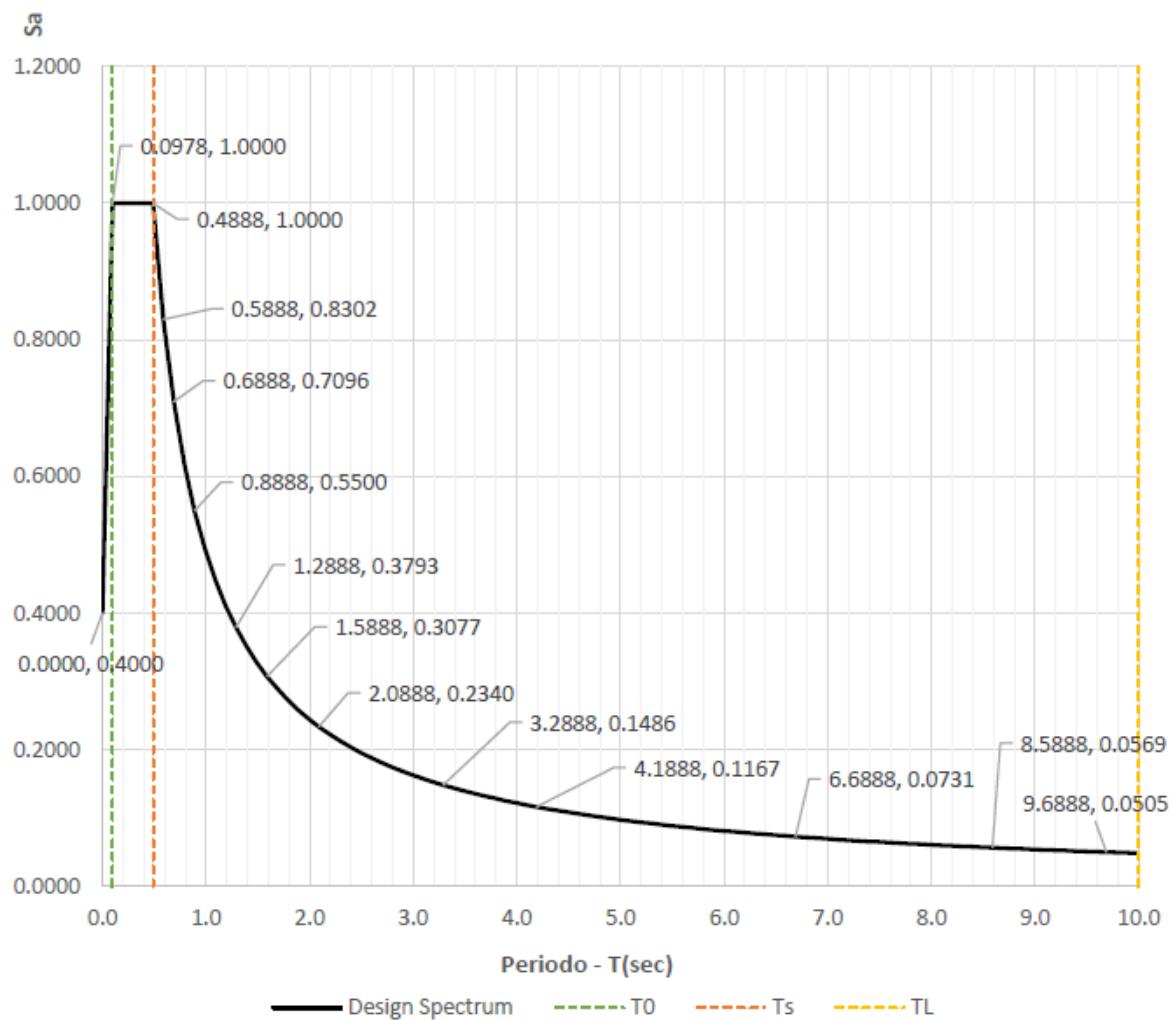


Figura 2. Espectro de Respuesta de Diseño para Perfil de Sitio Tipo C

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.

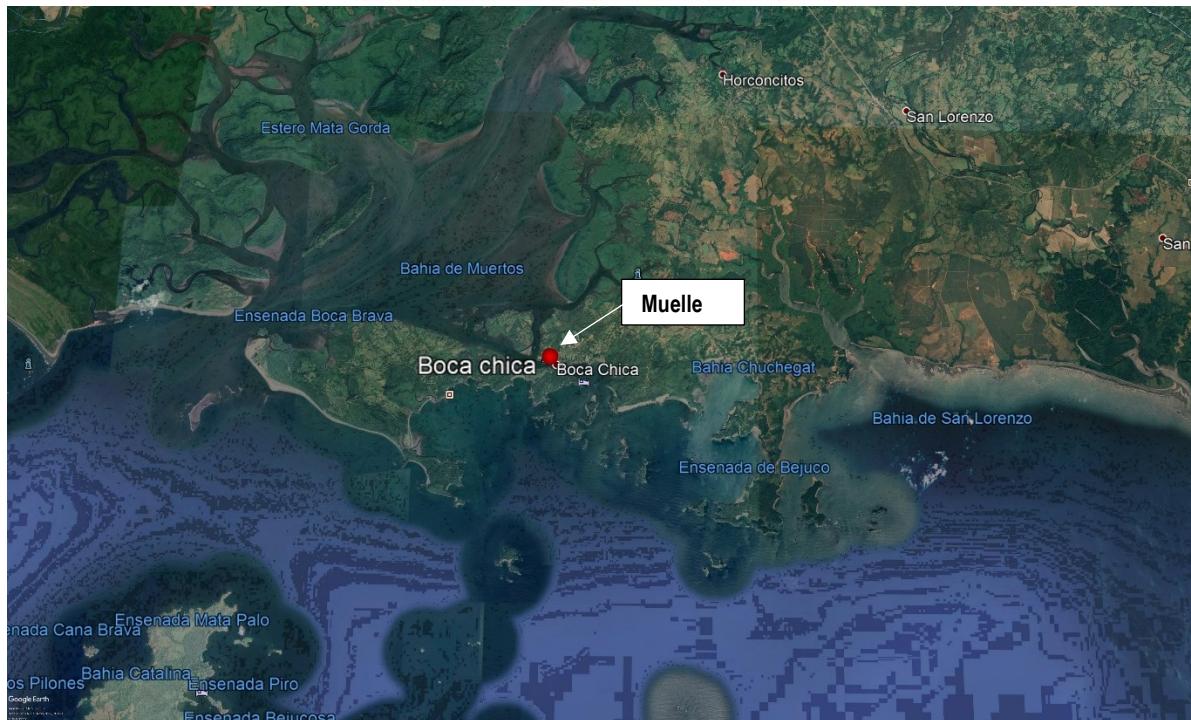


Figura 3. Ubicación del Proyecto en el Mapa Satelital de Google Earth

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.

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

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

Mapa Geológico. Escala 1:250,000.

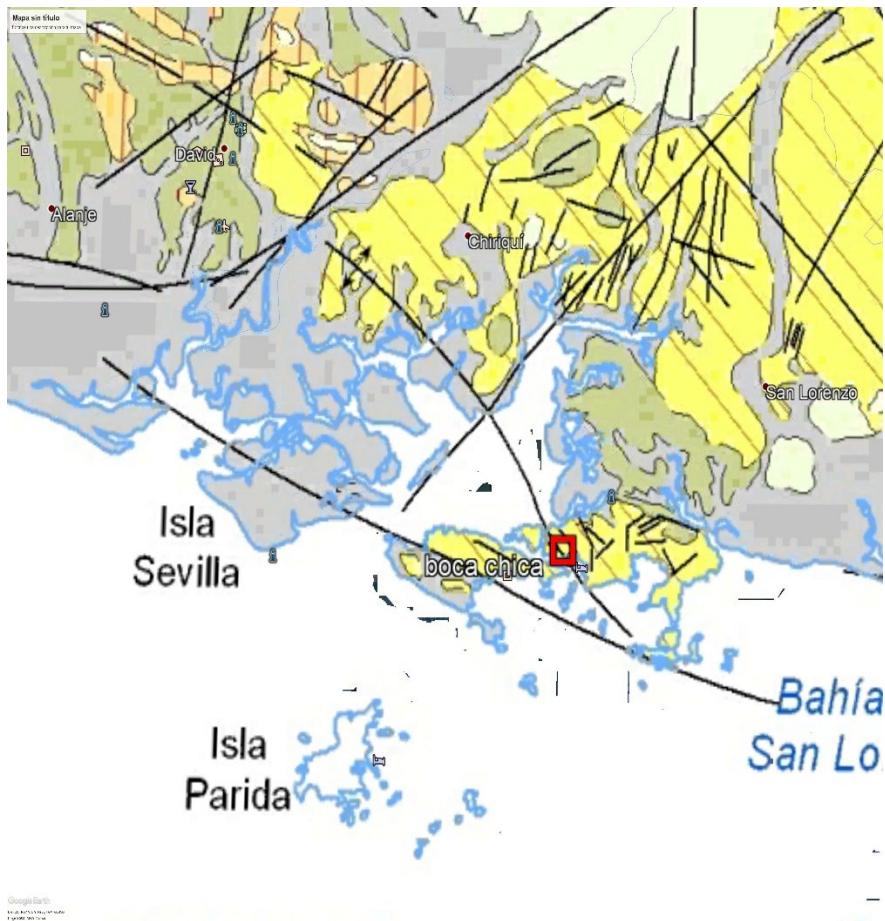


Figura 4. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico

4. Planta y Ubicación de Sondeos

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

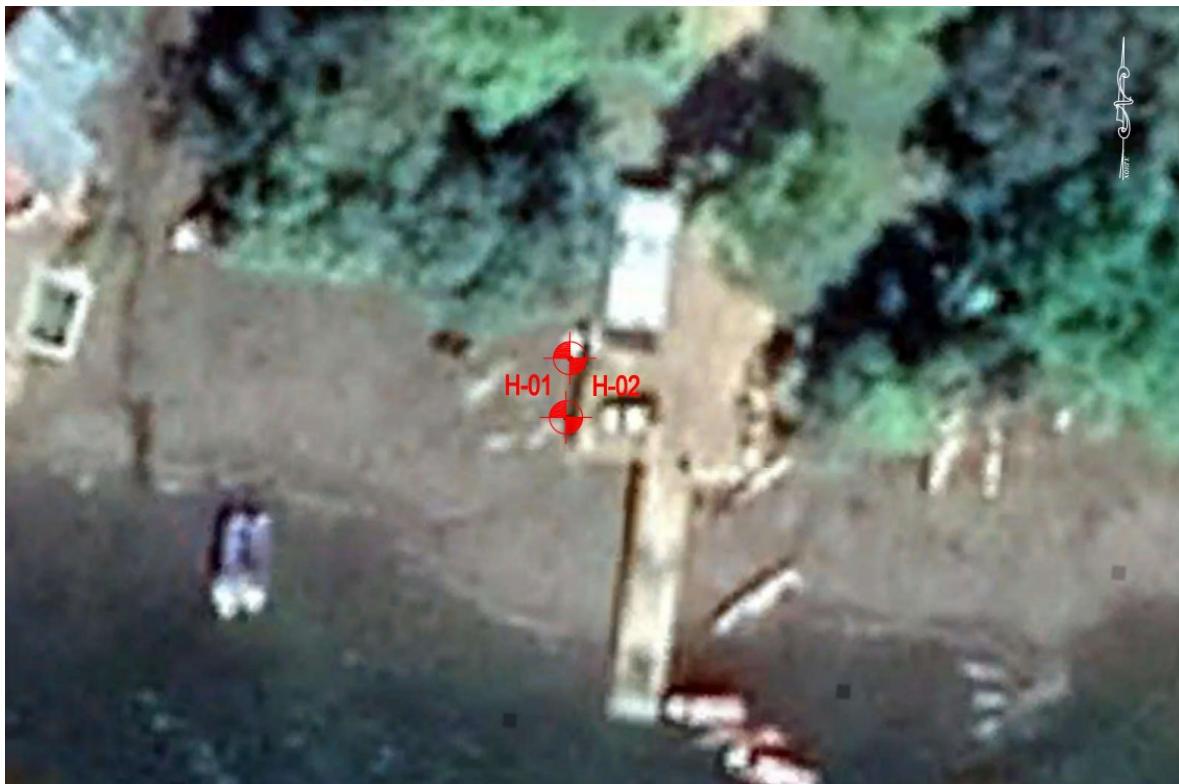


Figura 5. Planta con la Ubicación de los Sondeos

5. Registros de Perforación

A continuación, se presentan los dos registros de perforación:

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



JAVIER A. BEITIA S.
INGENIERO CIVIL
Licencia No. 97-006-058
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

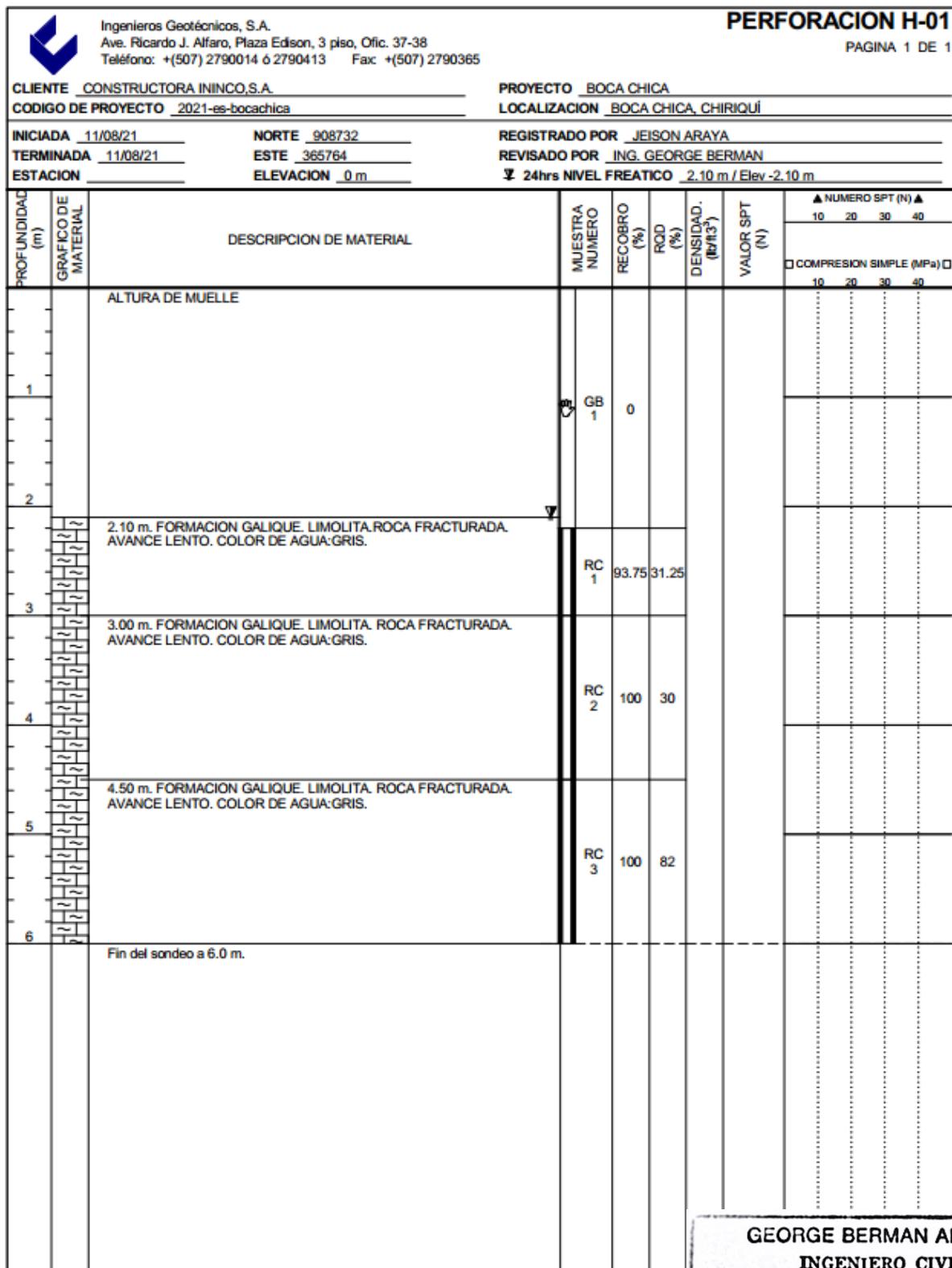


Figura 6. Registro de Perforación H-01

GEORGE BERMAN ALEMAN
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 75-6-20

FIRMA

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



JAVIER A. BEITIA S.
INGENIERO CIVIL
Licencia No. 97-006-058
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

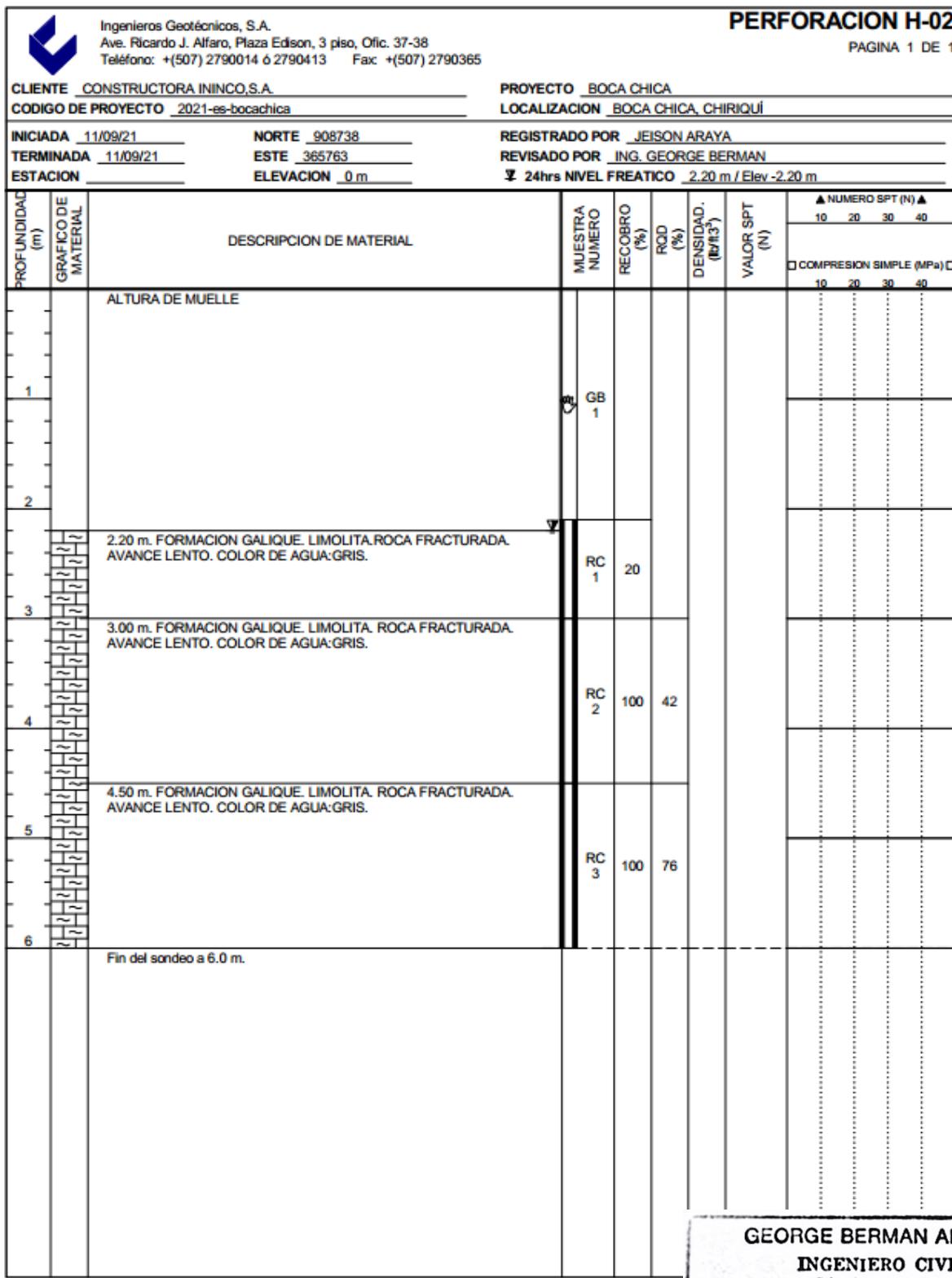


Figura 7. Registro de Perforación H-02

GEORGE BERMAN ALEMÁN
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 75-6-20

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

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).															
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"> <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>Área 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	Área 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														
Área 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"> <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): <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Antes (before)</td> <td style="text-align: center;">Después (after)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Antes (before)	Después (after)												
Antes (before)	Después (after)														
Observaciones (remarks): _____ _____ _____															
Ensayado por (Tested by):	Jorge Rangel														
Calculado por (Calculated by):	Jorge Rangel														
Revisado por (Reviewed by):	J.Guevara														

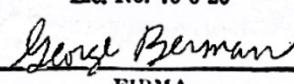
GEORGE BERMAN ALEMAN
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 75-6-20

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

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).															
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 style="width: 70%;">Peso de la muestra (weight of the sample):</td> <td style="width: 30%;">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>Área 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	Área 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														
Área 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 style="width: 70%;">Carga de falla (Failure load)</td> <td style="width: 30%;">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): <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Antes (before) </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> Después (after) </td> </tr> </table>		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

GEORGE BERMAN ALEMAN
INGENIERO CIVIL
Lic. No. 75-6-20

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

7. Sección Geológica

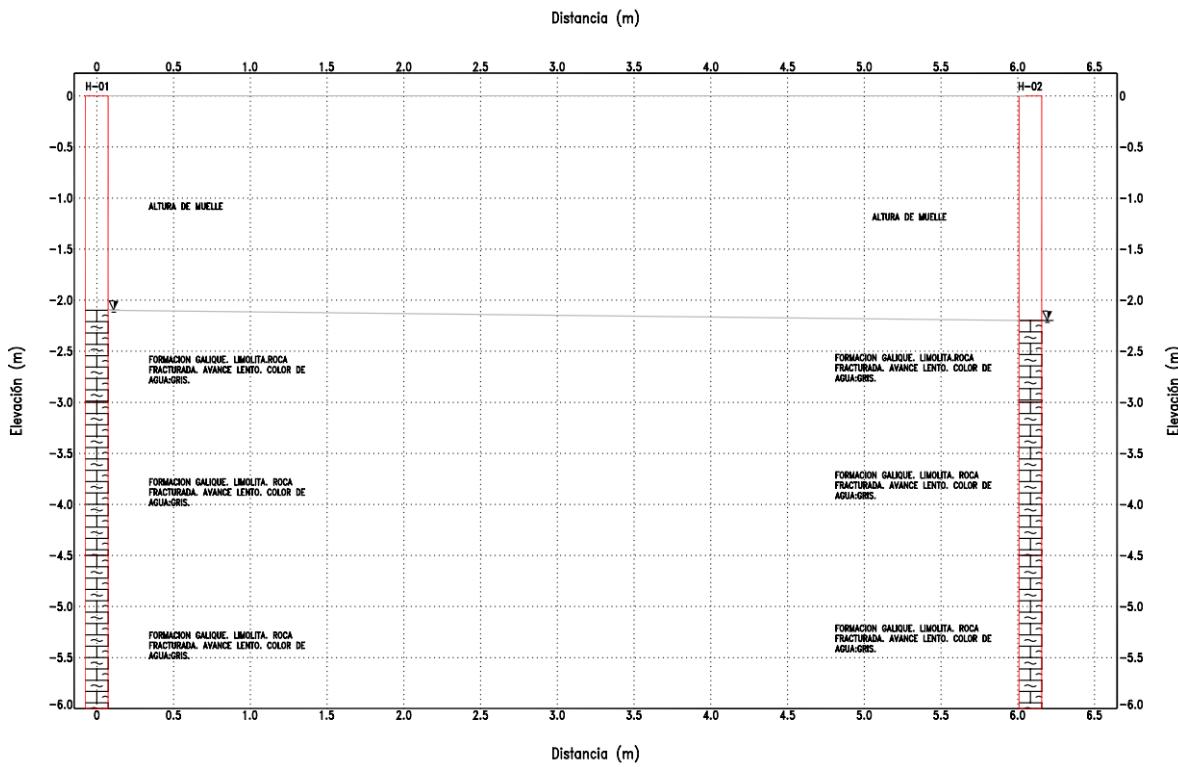


Figura 10. Sección Geológica

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

