

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. CAT. II.
PROMOTOR: MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
CONSEJO NACIONAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE UNIDAD
COORDINADORA Y EJECUTORA DE LOS PROGRAMAS



OBJETO:

**EIA.CAT. II. ESTUDIOS, DISEÑOS Y CONSTRUCCION DE OBRAS PARA:
EL DESARROLLO DE DOS PUENTES PEATONALES MARINOS ENTRE LA
ISLA MULATUPU Y TIERRA FIRME Y, ENTRE LA ISLA SAN IGNACIO DE
TUPILE Y LA ISLA MIRIA; UN MURO DE PROTECCIÓN ROMPEOLAS Y ÁREA
TECHADA DE CINCO TUMBAS DE LOS ANCESTROS EN ISLA MIRIA;
GAZEBO Y RESTAURACIÓN DEL MONUMENTO AL BRIGADIER
INABAGINYA EN ISLA MULATUPU; UBICADOS EN LA COMARCA GUNA
YALA**

ANEXO 4

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.	Estudio Oceanográfico y Meteorológico Proyecto 18-804-CONADES Licitación por Mejor Valor 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08
		VV. 01. 20-Dic-2012

ESTUDIO OCEANOGRÁFICO Y METEOROLOGICO

“Estudio, Diseño y Construcción de obras para: El desarrollo de dos puentes peatonales marinos entre la isla Mulatupu y tierra firme y, entre la isla San Ignacio de Tupile y la isla Miria; un muro de protección rompeolas y área techada de cinco Tumbas de los ancestros en isla Miria; gazebo y restauración del monumento al Brigadier Inabaginya en isla Mulatupu”

Licitación por Mejor Valor 2017-0-03-0-10-LV-024549

Identificación de Proyecto: 18-804-CONADES

Presentado por:

INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A. (ICONSA)
Plaza Fortuna, local 74M, Avenida José Domingo Díaz
Panamá, República de Panamá
Tel. 271-1824 • Fax. 271-1828



0	8/Mayo/2019	FINAL	CL/AAV	JB/FM
NO. REV.	DÍA	DESCRIPCION	PREPARADO	REVISADO

 ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.	<i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> <i>2017-03-01-LV-024549</i>	IC-ING-F-06-08
		VV. 01. 20-Dic-2012

Contenido

1.	Introducción	4
1.1.	Alcance del proyecto	4
1.2.	Objetivos	4
1.3.	Sistema de unidades	4
1.4.	Nivel de Referencia y Sistema de Coordenadas.....	4
2.	Información del sitio	5
2.1.	Localización del sitio	5
2.2.	Batimetria	5
3.	Consideraciones meteorológicas.....	6
3.1.	Tipo de Clima.....	6
3.2.	Precipitación.....	6
4.	Consideraciones Oceanográficas	8
4.1.	Salinidad.....	8
4.2.	Nivel de marea	8
4.3.	Incremento en el nivel medio del mar.....	10
4.4.	Oleajes.....	11
4.5.	Corrientes	12
4.6.	Vientos	14
4.7.	Clasificación de la línea de costa	15
5.	Referencias.....	16
6.	Anexo fotográfico	17

 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL S.A.</small>	<i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> <i>2017-0-03-0-10-LV-024549</i>	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
---	--	---

Listas de Figuras

Figura 1. Localización del sitio	5
Figura 2. Diagrama histórico de lluvias en la zona de Ailigandi, Comarca de San Blas	7
Figura 3. Diagrama histórico de lluvias en la zona de Mulatupu, Comarca de San Blas	7
Figura 4. Mapa de salinidad de la superficie del mar. [1]	8
Figura 5. Organización Internacional de Hidrografía – estación de monitoreo de marea en Panamá en el Océano Atlántico. (Estación de Cristóbal se muestra en rojo)	9
Figura 6. Ejemplo de data de marea para la estación de Cristóbal, para un mes (01-01-2019 al 01-02-2019)	10
Figura 7. Modelo del incremento del nivel medio del mar. [3]	11
Figura 8. Rosa de oleajes	12
Figura 9. Mapa del Océano Atlántico. Circulación de las corrientes principales	13
Figura 10. Rosa de vientos	14
Figura 11. Relación general entre el rango de marea y la altura de olas y su relación con la morfología de la costa. (Adaptado de [4])	15
Figura 12. Ubicación de la boyta utilizada como fuente para los datos utilizados en las consideraciones ambiental. La distancia entre la zona del proyecto y la boyta es de aproximadamente 720km	17
Figura 13. Puente que conecta la Isla de Mulatupu con tierra firme	18
Figura 14. Foto del área del proyecto en la Isla de Mulatupu	18
Figura 15. Foto de la zona donde se planea construir el puente en Isla Miria	19
Figura 16. Foto del oleaje en la zona donde se planea construir el puente. Isla Miria	19
Figura 17. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria	20
Figura 18. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria	20
Figura 19. Foto del oleaje en Isla Miria	21
Figura 20. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria	21
Figura 21. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria	22
Figura 22. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria	22
Figura 23. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria	23
Figura 24. Equipo utilizado para realizar el estudio batimétrico de la zona entre las Islas San Ignacio de Tupile e Isla Miria	23

 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL S.A.</small>	<i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
---	--	---------------------------------------

1. Introducción

El proyecto queda descrito en su propio título: “Estudio, Diseño y Construcción de obras para: El desarrollo de dos puentes peatonales marinos entre la isla Mulatupu y tierra firme y, entre la isla San Ignacio de Tupile y la isla Miria; un muro de protección rompeolas y área techada de cinco Tumbas de los ancestros en isla Miria; gazebo y restauración del monumento al Brigadier Inabaginya en isla Mulatupu”.

1.1. Alcance del proyecto

Se pueden listar las obras a ejecutar de esta manera:

1. Puente peatonal marino entre la isla Mulatupu y tierra firme
2. Puente peatonal marino entre la isla San Ignacio de Tupile e isla Miria
3. Muro de protección rompeolas y área techada de cinco Tumbas de los ancestros en isla Miria
4. Gazebo y restauración del monumento al brigadier Inabaginya en isla Mulatupu

1.2. Objetivos

Este documento presenta todos los aspectos físicos de la zona marina donde se llevará a cabo este proyecto. Adicionalmente, se presentan las consideraciones meteorológicas de la zona. Este documento debe ser leído en conjunto con el pliego de cargos presentado por el cliente.

1.3. Sistema de unidades

Para este proyecto se utilizará el sistema internacional (SI) de medidas.

1.4. Nivel de Referencia y Sistema de Coordenadas

El nivel de referencia tanto aguas adentro como en la costa es el Chart Datum (CD), donde:

CD = MLLW (Mean Lower Low Water)

Todas las coordenadas del levantamiento topográfico y batimetría serán con respecto al sistema WGS-84.

2. Información del sitio

2.1. Localización del sitio

El proyecto se encuentra localizado en el archipiélago de San Blas, Comarca de Guna Yala, Panamá. No hay acceso por carretera a ninguno de los dos sitios.

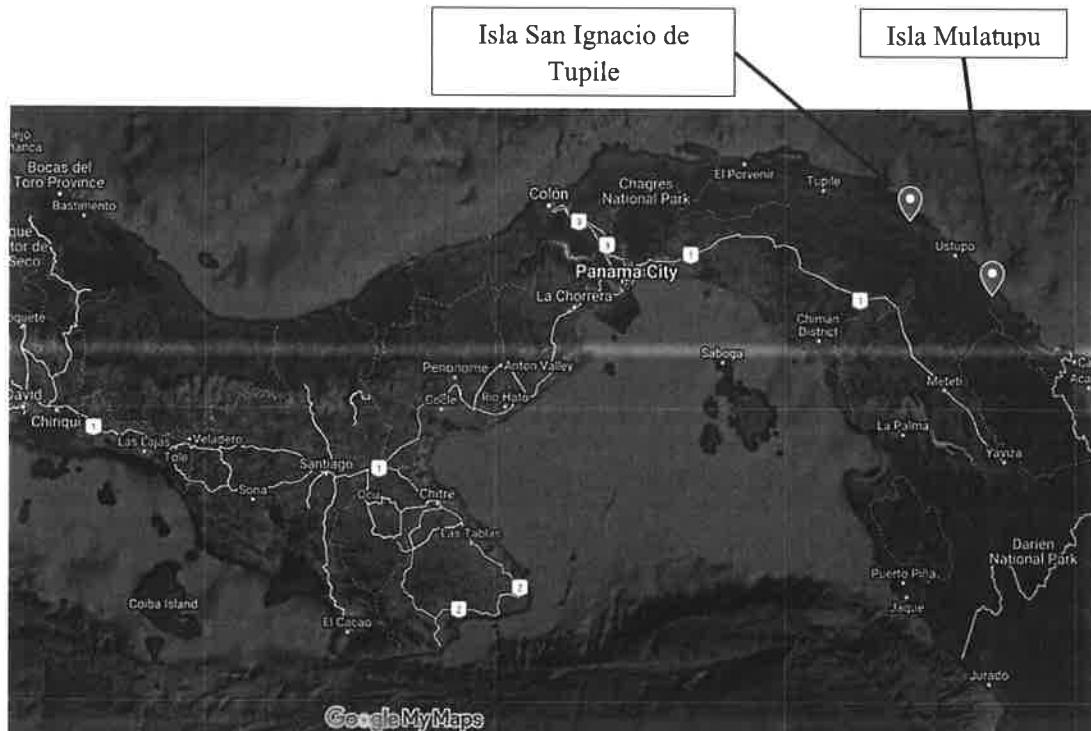


Figura 1. Localización del sitio.

2.2. Batimetría

El contratista ejecuto un estudio de batimetría de la zona. En el caso de San Ignacio, el levantamiento se realizó utilizando una sonda con tecnología de radar en combinación con equipo de posicionamiento global satelital (GPS). El contratista cuenta con equipo tecnológico y personal especializado en la ejecución, procesamiento e interpretación de este tipo de estudios. En el caso de Mulatupu, el calado no amerito la utilización de la sonda. La medición se realizó con bastones en conjunto con una estación total o nivel de precisión.

El resultado de los estudios batimétricos de las zonas se anexa a este documento.

	Estudio Oceanográfico y Meteorológico Proyecto 18-804-CONADES Licitación por Mejor Valor 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08
		VV. 01. 20-Dic-2012

3. Consideraciones meteorológicas

Para el desarrollo de esta sección, se utilizó la información climática obtenida de la estación de Ailigandi y la estación de Mulatupu en la comarca Guna Yala. Estas estaciones son manejadas por la dirección de hidrometeorología de ETESA.

Tabla 1. Datos de las estaciones hidrometeorológicas

Nº	Nombre	Provincia	Elevación (m)	Coordenadas UTM		
				Este	Norte	Zona
121-005	Ailigandi	Comarca Guna Yala	10	826005.6	1022004.1	17
121-006	Mulatupu	Comarca Guna Yala	2	197027.9	989689.5	18

3.1. Tipo de Clima

Para realizar una clasificación climática del área del proyecto, nos basamos en la clasificación climática de Köppen. Este sistema de clasificación establece zonas climáticas, y dentro de ellas, tipos de precipitación y temperatura.

Según los mapas mundiales de clasificación climática, anexos al final de este documento, Panamá está catalogado dentro del sistema climático ecuatorial y según las precipitaciones cae dentro de la categoría de húmedo (monsoonal) y muy húmedo. En la zona del proyecto, se observó un **clima Tropical húmedo (Am)** con temperaturas anual promedio de 27° C, y nunca es menor a 20° C.

3.2. Precipitación

La temporada seca dura aproximadamente 3 meses, desde enero hasta marzo, en ambas zonas y la temporada lluviosa (9 meses) se extiende desde abril hasta diciembre. La zona tiene una precipitación promedio anual de 178.7 mm¹, registrados en la estación de Ailigandi y una precipitación anual promedio de 106.3mm², registrados en la estación de Mulatupu. Ambas estaciones pertenecen a la dirección de hidrometeorología de ETESA. En la gráfica de la Figura 2 y Figura 3 se muestra la variación de los valores anuales de cada estación.



¹ Valores de la estación meteorológica Ailigandi (121-005). Dirección de Hidrometeorología de ETESA.

² Valores de la estación meteorológica Mulatupu (121-006). Dirección de Hidrometeorología de ETESA.

Histórico de Lluvias

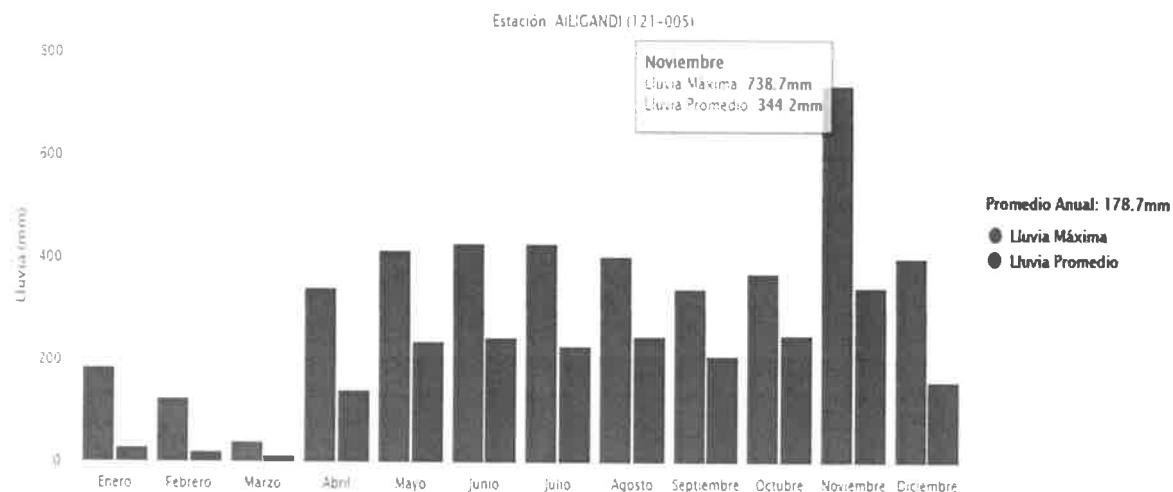


Figura 2. Diagrama histórico de lluvias en la zona de Ailigandi, Comarca de San Blas.

Histórico de Lluvias

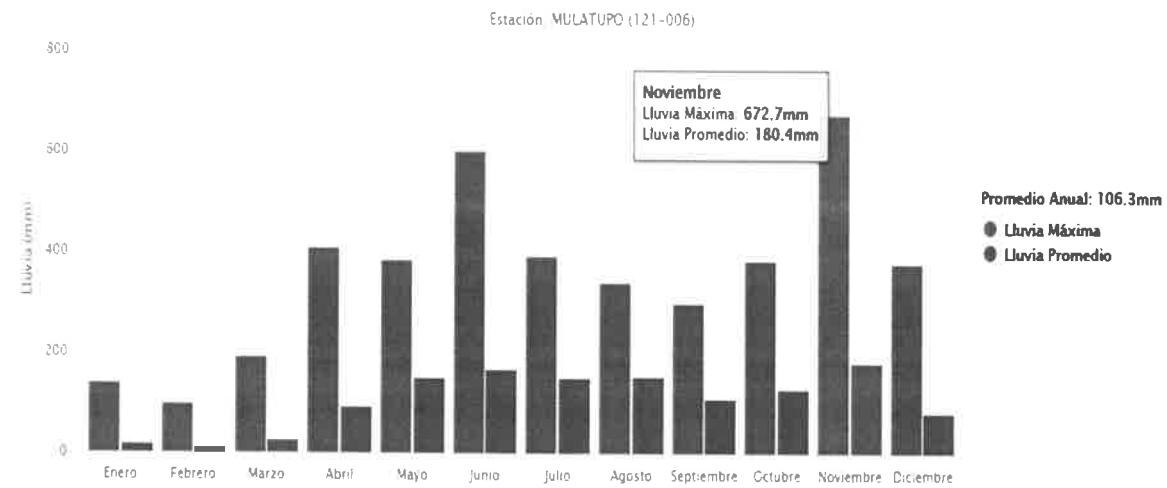


Figura 3. Diagrama histórico de lluvias en la zona de Mulatupu, Comarca de San Blas.

 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.</small>	<i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
--	--	---

4. Consideraciones Oceanográficas

4.1. Salinidad

El nivel de salinidad, medido en PSU, se tomó de los mapas mundiales de salinidad generados por la NASA. Para el área del caribe, el mapa muestra un valor promedio aproximado de:

- Salinidad 36 PSU

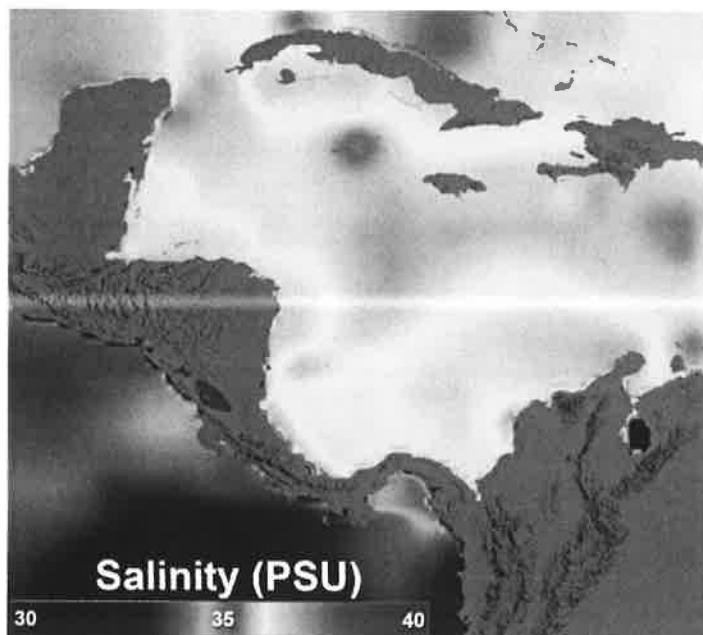


Figura 4. Mapa de salinidad de la superficie del mar. [1]

4.2. Nivel de marea

En la mayoría de los mares y estuarios, una variación periódica (subir y bajar) del nivel de la superficie del agua se puede observar. Esto se conoce como marea astronómica vertical y tiene un periodo aproximado de 12 horas y 25 min. [2]

Tabla 2. Niveles de mareas

Marea	Nivel (m)
MHHW	+ 0.56
MSL	+ 0.06
PDL	0.00
MLW	- 0.12
MLLW	- 0.38

 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.</small>	Estudio Oceanográfico y Meteorológico Proyecto 18-804-CONADES Licitación por Mejor Valor 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
--	--	---

Para la información sobre los niveles de marea, se tomó como referencia los niveles de la estación de Cristóbal (Atlántico) de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP). Todos los niveles están medidos con referencia al “Precise level datum” (PLD) de la ACP el cual está a +0.12 m por encima del CD. En la Tabla 2, se presentan los niveles de mareas extremos históricos medidos en la región del Atlántico.

Existen dos diferentes fuentes de data de mareas disponibles: estaciones locales que miden la marea y modelos globales. En la Figura 5, se muestran todas las estaciones de la Organización Internacional de Hidrografía (IHO) a lo largo de la República de Panamá; y la Figura 6, muestra un ejemplo de la data de marea de la estación de Cristóbal. En el ejemplo, se muestra un mes de señal medido desde el 01-01-2019 al 01-02-2019. En la Tabla se muestran las componentes principales (amplitud y ángulo de fase) de la estación de Cristóbal.

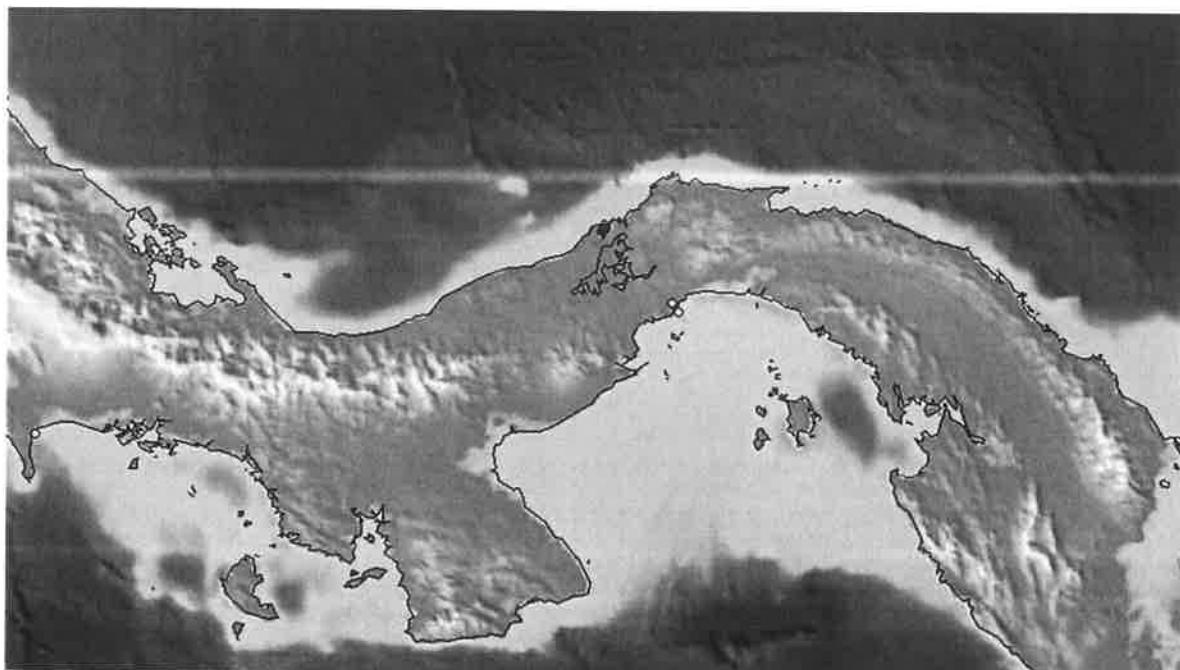


Figura 5. Organización Internacional de Hidrografía – estación de monitoreo de marea en Panamá en el Océano Atlántico. (Estación de Cristóbal se muestra en rojo)

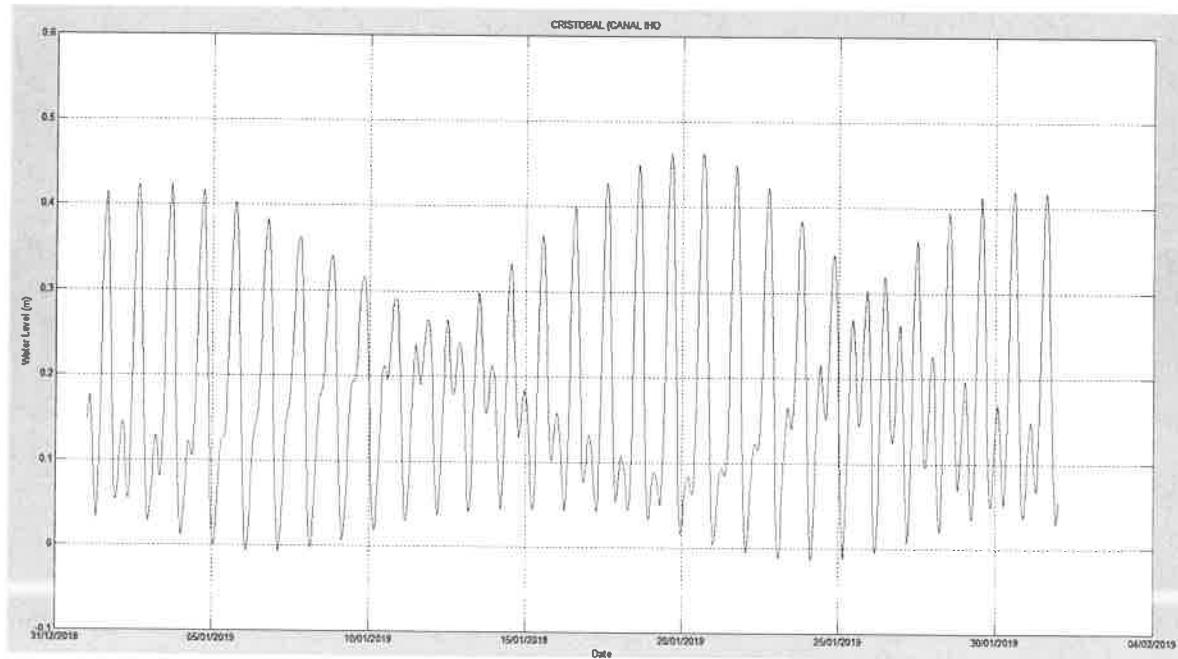


Figura 6. Ejemplo de data de marea para la estación de Cristóbal, para un mes (01-01-2019 al 01-02-2019)

Tabla 2. Componentes principales de la estación de Cristóbal

Constituyentes	Amplitud (m)	Angulo de Fase (deg)
K1	0.1120	237.9
M2	0.0820	173.8
O1	0.0590	239.9
P1	0.0370	237.9
N2	0.0160	173.8
S2	0.0150	354.8
Q1	0.0110	239.9
K2	0.0040	354.8

4.3. Incremento en el nivel medio del mar

El incremento en el nivel medio del mar se debe principalmente a la expansión térmica del océano y al deshielo de los glaciares; ambas relacionadas, según expertos, con el incremento en la temperatura media global.

Al final de la vida útil del proyecto, el incremento en el nivel medio del mar se tomará como 0.55 m utilizando como referencia el valor medio del modelo RCP6.0 para el año 2100.

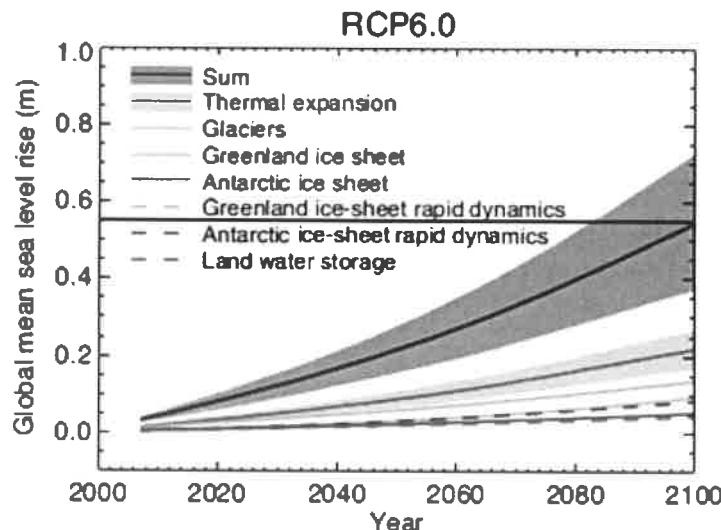


Figura 7. Modelo del incremento del nivel medio del mar. [3]

4.4. Oleajes

El estudio de oleaje tiene como objetivo establecer los valores de diseño, altura significativa de ola y periodo pico, que son característicos de la zona del proyecto. El oleaje de toda la región del mar Caribe varía por influencia de la velocidad y duración de los vientos en la zona.

El oleaje que incide en las costas del archipiélago de San Blas se genera principalmente por la influencia de los vientos locales, los cuales generan olas pequeñas con períodos cortos (4 a 8 s). Esta zona también se ve afectada por oleajes que tienen una generación remota, es decir, provenientes del mar caribe y se caracterizan por tener una altura de ola mayor y períodos más largos (8 a 15 s).

Para las condiciones de servicio, los valores de la altura de olas significativa y el periodo pico se tomaron con un porcentaje de ocurrencia mayor al 90%, tomando como referencia la información obtenida de una estación ubicada en el área del mar caribe.³ Los valores de altura de ola significativa y periodo pico se muestran en la Tabla 3. Para una mejor visualización de las alturas de ola significativa y su ocurrencia, se presenta una rosa de oleajes en la Figura 8.

Tabla 3. Altura de ola y periodo pico

Altura de olas significativa (m)	2.69
Altura de olas promedio (m)	1.9
Periodo Pico (s)	9.5
Longitud de Onda (m)	140.9
Velocidad de fase (m/s)	14.8

³ Station 42058 – Central Caribbean – 210 NM S SE of Kingston, Jamaica. National Data Buoy Center.

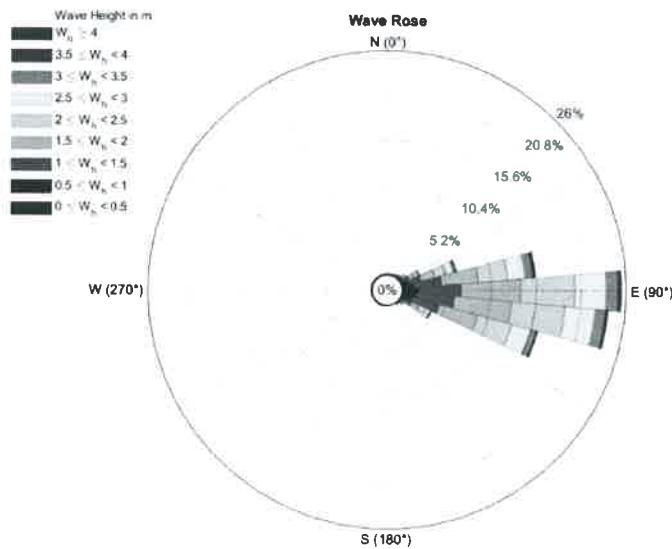


Figura 8. Rosa de oleajes

4.5. Corrientes

Las corrientes son el movimiento horizontal del agua. Generalmente, este movimiento se asocia con el movimiento vertical de la marea; en pleamar cuando la marea sube y en bajamar cuando la marea baje, esto se conoce como corriente de marea. Las corrientes provenientes de los ríos se pueden generar por diferencia de densidad entre el agua salada y el agua dulce. Otro tipo de corriente son las corrientes superficiales por viento; este tipo de corriente son menos común ya que usualmente se da bajo condiciones de viento extremo y sostenidos; usualmente van desde 1% a 3% de la velocidad del viento.



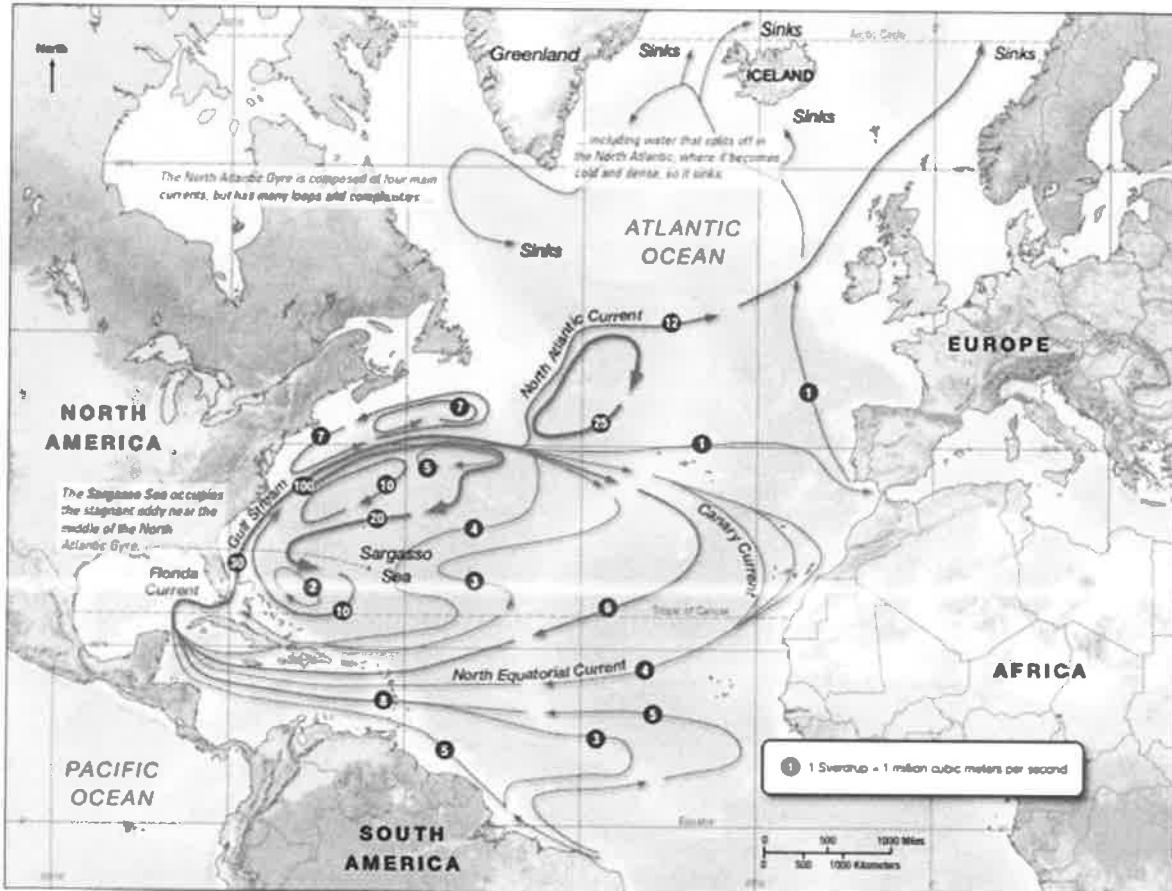


Figura 9. Mapa del Océano Atlántico. Circulación de las corrientes principales.

En el océano atlántico existen cuatro corrientes principales como se muestran en la Figura 9; ninguna de estas corrientes influye sobre las costas del Caribe de la República de Panamá por lo que no se consideran significativas en la zona del archipiélago de San Blas.

Debido a que la variación de la marea en la zona del caribe es de alrededor de 0.60 m, se considera que las corrientes asociadas a las mareas no son significativas en esta zona. De manera similar, las corrientes asociadas a los ríos no se tomarán en cuenta, ya que cerca de la zona del proyecto no desemboca ningún río que pueda afectar de manera significativa las mareas. Solo se consideran significativas las corrientes superficiales productos de los vientos.

Las corrientes utilizadas para el diseño se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Corrientes

Item	Condiciones de Servicio	Condiciones Extremas
Corriente (m/s)	0.6	1.7

4.6. Vientos

La velocidad de viento para un periodo de retorno de 50 años es 56.4 m/s para las condiciones extremas, según un análisis de extremos que se realizó utilizando datos de una estación ubicada en el área del mar caribe.⁴

La condición extrema en el REP 2014 se atiende diseñando para un viento con un periodo de retorno de 50 años, mayorado en un 60% adicional (multiplicado por 1.6). En el atlántico, el REP 2014 establece una velocidad básica del viento de 140 km/hr (38.9 m/s) que una vez mayorado equivale a 224 km/hr (62.1 m/s). Las velocidades de vientos que serán aplicadas en el diseño se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Velocidades de viento

	Condiciones de Servicio	Condiciones Extremas (análisis histórico)	Condición Extrema (REP 2014 1.6W)
Velocidad de viento (m/s) Ráfaga de 5 segundos	19.5 (70.2 km/hr)	56.4 (203 km/hr)	62 (224 km/hr)

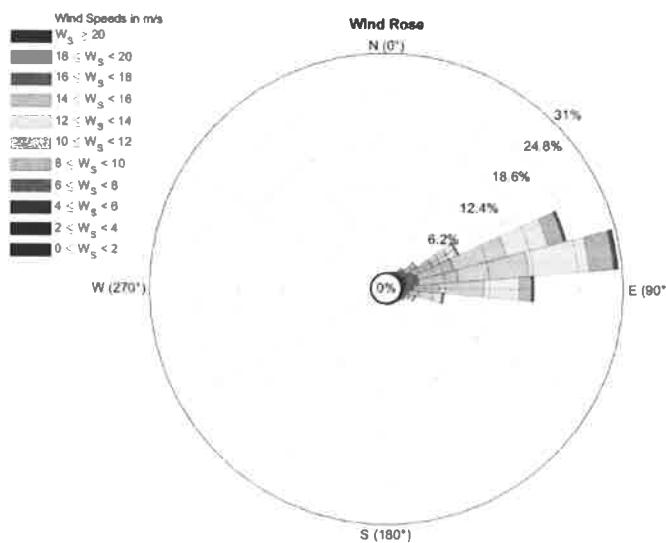


Figura 10. Rosa de vientos

⁴ Station 42058 – Central Caribbean – 210 NM S SE of Kingston, Jamaica. National Data Buoy Center.

4.7. Clasificación de la línea de costa

Las costas se pueden clasificar en tres grandes grupos dependiendo del proceso físico que sea sometida la línea de costa. Según el proceso que las domine, las costas se clasifican en: dominadas por la marea, dominada por las olas y mixtas, es decir zonas en las que existe un balance entre oleaje y mareas en términos de energía. Esta clasificación se realiza en función del rango de marea, la altura de ola y su relación con la morfología de la costa. [4]

En el archipiélago de San Blas, el rango de marea varía entre 0.5 m a 0.6 m y la altura de ola promedio es 1.9 m, por lo cual la zona clasifica como una **zona dominada por el oleaje**.

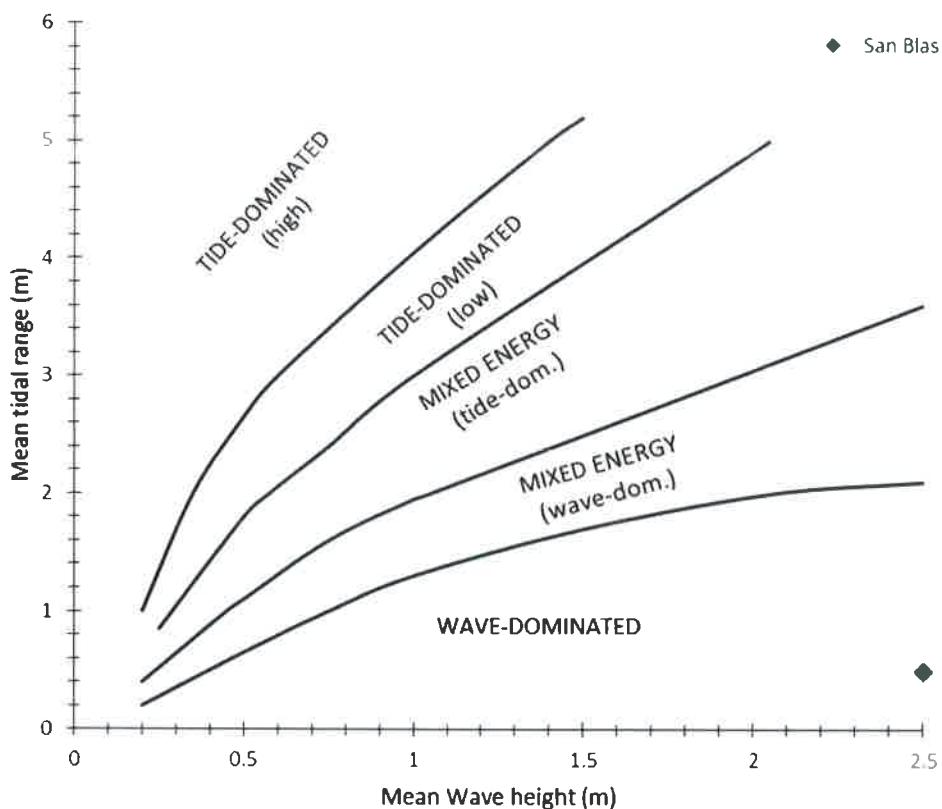


Figura 11. Relación general entre el rango de marea y la altura de olas y su relación con la morfología de la costa. (Adaptado de [4])



 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.</small>	<p>Estudio Oceanográfico y Meteorológico Proyecto 18-804-CONADES Licitación por Mejor Valor 2017-0-03-0-10-LV-024549</p>	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
---	---	---

5. Referencias

- [1] Scientific Visualization Studio (SVS), “Sea Surface Salinity Map,” 2015. [Online]. Available: <https://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=4234>.
- [2] A. Roos, *Tides and Tidal Currents*. Delft: IHE-Delft, 1997.
- [3] T. Stocker *et al.*, “IPCC, 2013: Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,” 2013.
- [4] R. A. Davis and M. O. Hayes, “What is a wave-dominated coast?,” vol. 60, pp. 313–329, 1984.

6. Anexo fotográfico

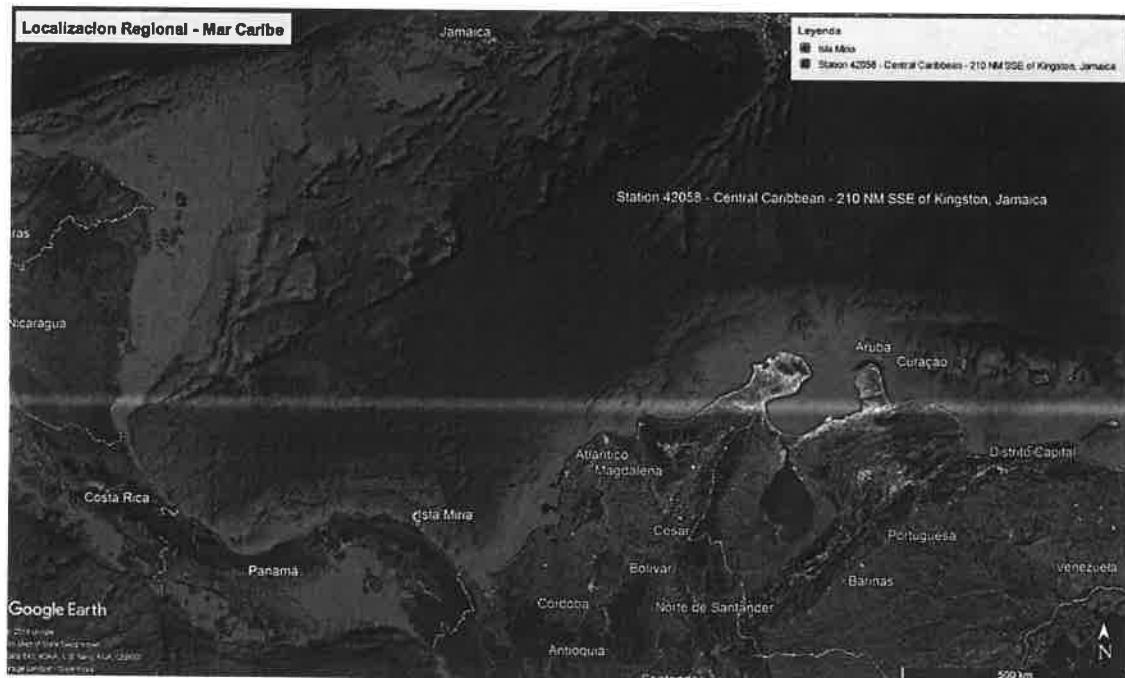


Figura 12. Ubicación de la boya utilizada como fuente para los datos utilizados en las consideraciones ambiental. La distancia entre la zona del proyecto y la boya es de aproximadamente 720km.



Figura 13. Puente que conecta la Isla de Mulatupu con tierra firme.



Figura 14. Foto del área del proyecto en la Isla de Mulatupu.



Figura 15. Foto de la zona donde se planea construir el puente en Isla Miria.



Figura 16. Foto del oleaje en la zona donde se planea construir el puente. Isla Miria.

 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.</small>	<i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
--	--	---



Figura 17. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria



Figura 18. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria



Figura 19. Foto del oleaje en Isla Miria.



Figura 20. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria

ICONSA INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.	<i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> 2017-0-03-0-10-LV-024549	IC-ING-F-06-08
		VV. 01. 20-Dic-2012



Figura 21. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria



Figura 22. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria

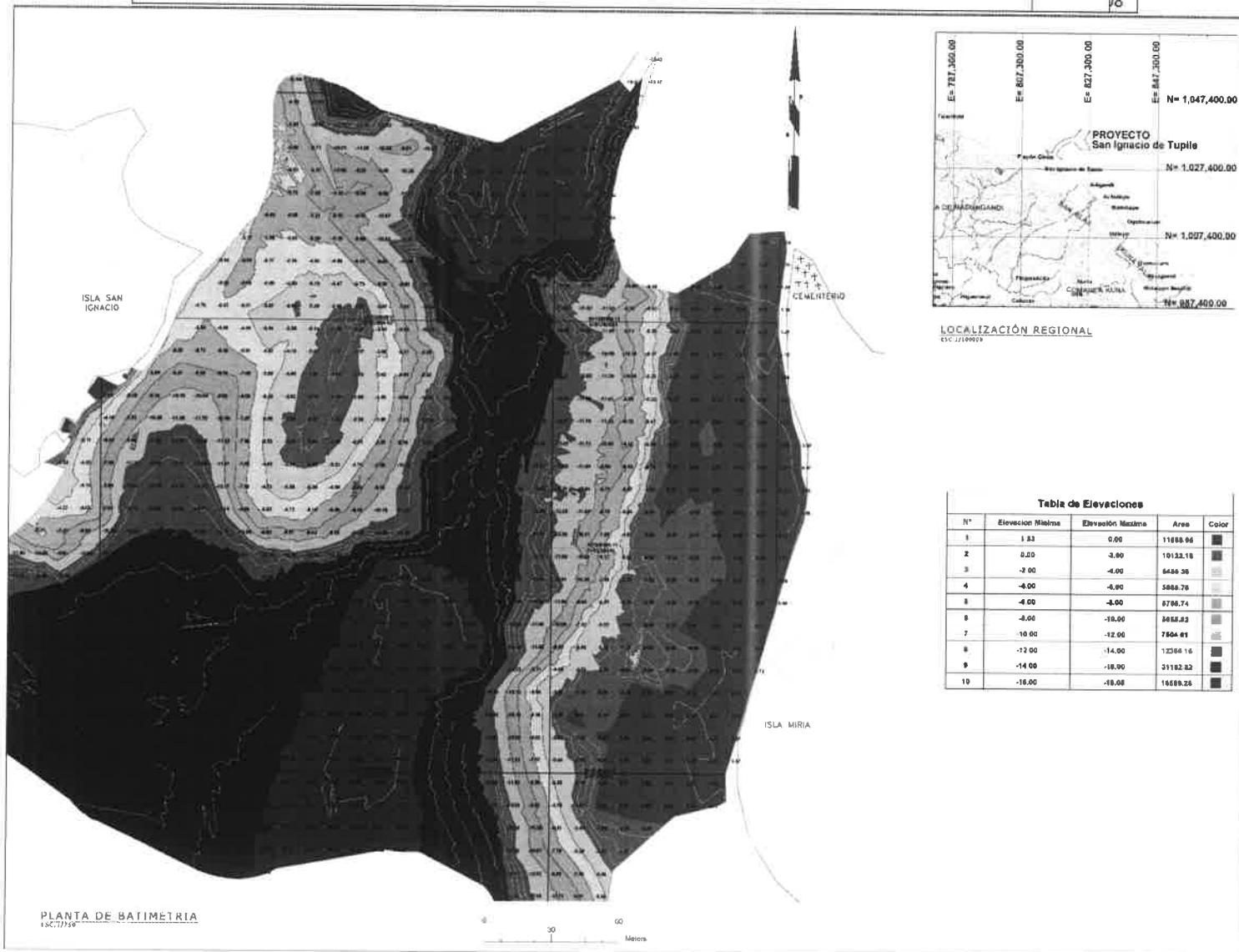
 ICONSA <small>INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.</small>	<p><i>Estudio Oceanográfico y Meteorológico</i> <i>Proyecto 18-804-CONADES</i> <i>Licitación por Mejor Valor</i> 2017-0-03-0-10-LV-024549</p>	IC-ING-F-06-08 VV. 01. 20-Dic-2012
--	---	---



Figura 23. Zona donde se realizará la protección costera. Isla Miria

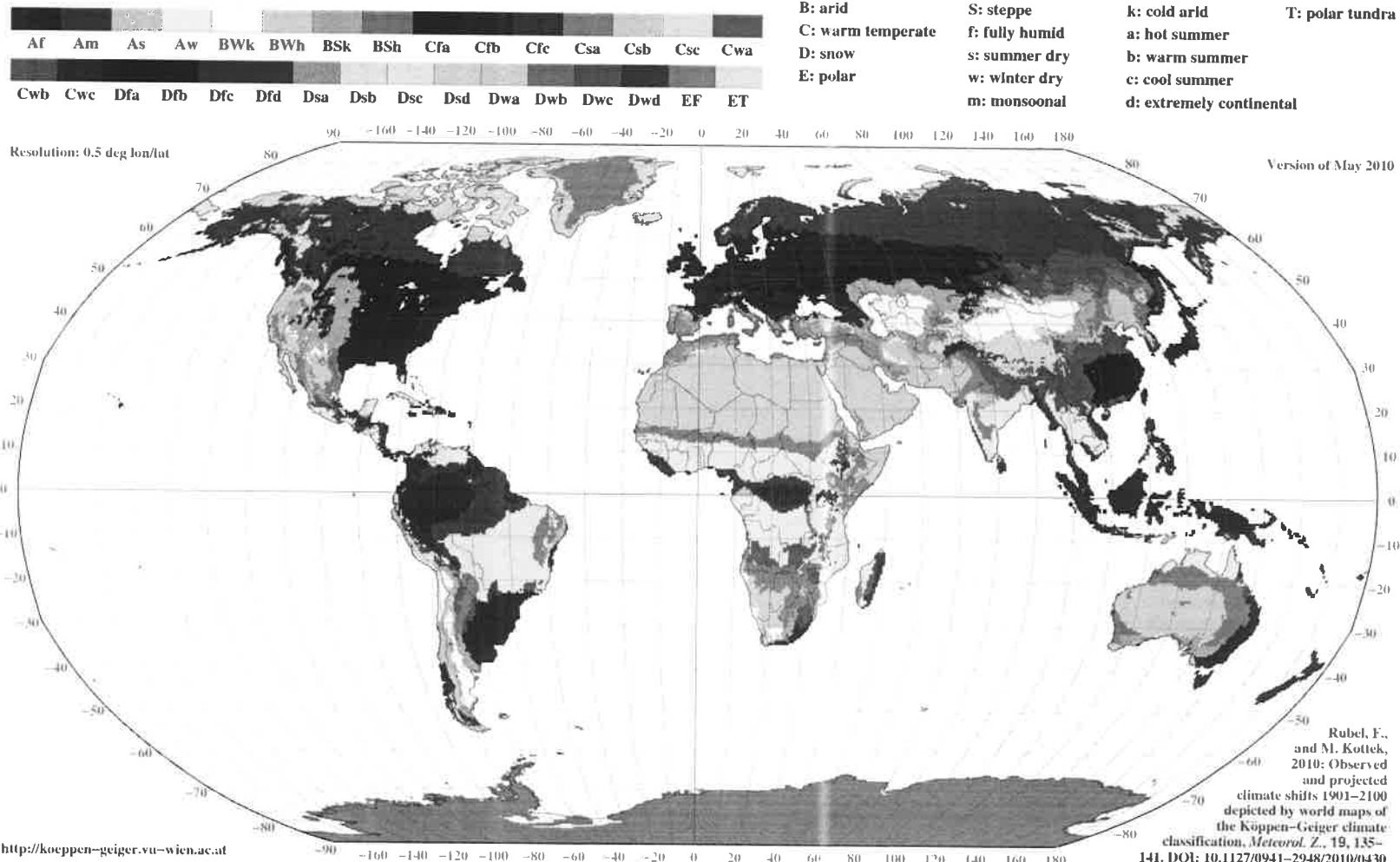


Figura 24. Equipo utilizado para realizar el estudio batimétrico de la zona entre las Islas San Ignacio de Tupile e Isla Miria.



World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

projected using IPCC A1FI Tyndall SC 2.03 temperature and precipitation scenarios, period 2001 to 2025



13 de mayo de
2019

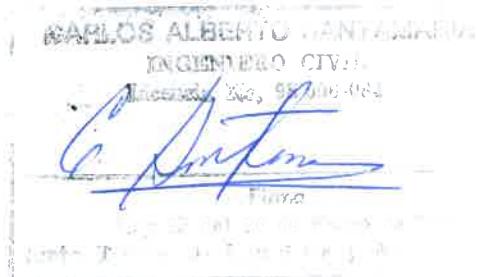


INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

Investigación en Sitio

Puente Peatonal Marino entre Isla San Ignacio de Tupile e Isla Miria, Guna Yala

Preparado para:
INGENIERIA CONTINENTAL, S.A.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

Ave. Ricardo J. Alfaro
Edison Plaza, Tercer Piso, Oficina 38
Teléfonos: (507) 279-0014/0413/0366
Fax. (507) 279-0365
Apartado Postal: 3628, zona 7, Panamá
E-mail: info@ingeotec.net
Web Site: www.geo.com.pa



 Ingenieros Geotécnicos, S.A.	PROYECTO: PUENTE PEATONAL MARINO ENTRE LA ISLA SAN IGNACIO DE TUPILE E ISLA MIRIA, GUNA YALA CLIENTE: ICONSA	
--	---	--

TABLA DE CONTENIDO

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



0 ALCANCE DEL ESTUDIO

Para este proyecto, realizamos tres (3) perforaciones con equipo mecánico. Las perforaciones se extendieron hasta la profundidad necesaria para identificar los materiales geológicos que inciden sobre el proyecto. A intervalos convenientes se realizaron pruebas de penetración estándar, para cuantificar la consistencia de los suelos en sitio. En el punto 3, 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 final. En el resto del informe se brindan mayores detalles al respecto.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
PUENTE PEATONAL MARINO ENTRE
LA ISLA SAN IGNACIO DE TUPILE E
ISLA MIRIA, GUNA YALA

CLIENTE:
ICONSA

1 RECOMENDACIONES

La estructura propuesta consiste en un puente peatonal marino entre dos islas. El proyecto se ubica entre las islas San Ignacio de Tupile e isla Miria, en la Comarca de Guna Yala, Panamá. A continuación se presentan las recomendaciones para los cimientos:

1.1 Pilotes Hincados

Puede utilizarse pilotes hincados para cimentar la estructura propuesta, los mismos deberán hincarse con un martillo apropiado para el tamaño del pilote, utilizando un criterio de hincado apropiado para representar rechazo (10 golpes por pulgada), un arreglo de hincado apropiado y minimizando en lo posible las vibraciones del hincado para no ocasionar daños a estructuras aledañas (cojinetes de madera o micarta, puntas de acero, etc). La siguiente tabla muestra la capacidad típica de los pilotes hincados disponibles en nuestro medio.

Tabla 1. Capacidad de soporte admisible típica de pilotes hincados

Pilote (plg)	Capacidad Admisible (Tm)	Martillo	$E_{\text{cinética}}$ (lbs - pie)	Peso del Mazo (lbs)
10"φ	60	LINKBELT 440	18,000	4,000
12"φ	90	ICE 520	26,000	5,070
14"x14"	140.4	DELMAG D30	46,200	6,600
16"φ	176	IHC S-70	46,000	7,270

1.2 Consideraciones Sísmicas

1.2.1 Carga Sísmica

El REP-2014 define la carga sísmica que debe considerarse en el sitio para el diseño. Esta carga sísmica según la tabla de aceleraciones espectrales, para la Ciudad de Ailigandí, Kuna Yala, se caracteriza por la aceleración S_s de 0.940 y S_1 de 0.380. De la ecuación 3.1 de Z.A. Lubkowski & B. Aluisi ("Deriving S_s and S_1 Parameters from PGA Maps"), se obtiene el valor PGA de 0.41g, correspondiente al sitio.

1.2.2 Perfil Sísmico del Sitio

El perfil del sitio se clasifica como tipo E, 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:

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

d_i Espesor de los estratos / N_i Valor de N (golpes por pie), de la prueba de penetración estándar. / Valor ponderado de penetración estándar.



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

PROYECTO:
**PUENTE PEATONAL MARINO ENTRE LA
ISLA SAN IGNACIO DE TUPILE E ISLA
MIRIA, GUNA YALA**

CLIENTE:
ICONSA

2 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 puente peatonal marino entre dos islas. El proyecto se ubica entre las Islas San Ignacio de Tupile e Isla Miria, Comarca de Guna Yala, Provincia de Panamá.



Figura 2-1. Ubicación del Proyecto en el Mapa Satelital de Google Earth

2.1 GEOLOGIA DEL SITIO

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

Playa Venado (K – VE)

Período Secundario. Grupo Playa Venado. Basaltos, pillow lavas.

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.

Período	Grupo	Color	Formación	Descripción
SECUN- DARIO	Playa Venado		Playa Venado	Basaltos, pillow lavas.

Referencia
"GEOLOGIA". Dirección General de Recursos Minerales (DGRM).
 Mapa Geológico. Escala 1:250,000.
 Mapa Geológico. Escala 1:1,000,000. (Atlas Nacional de Panamá)

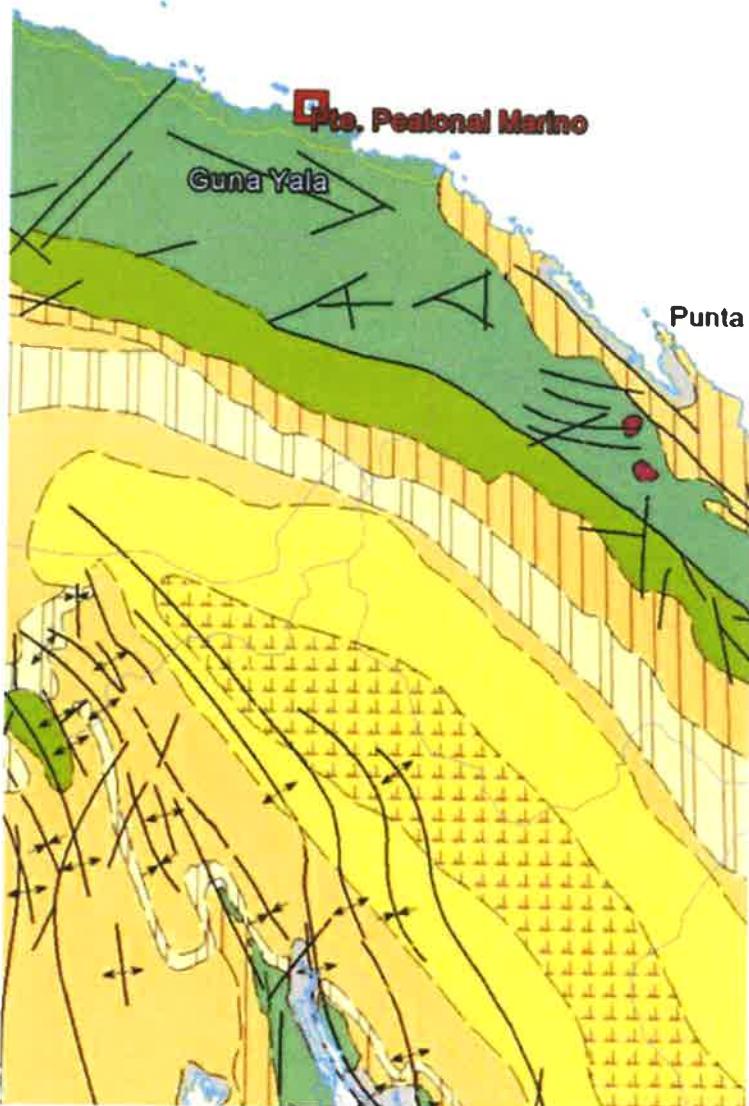
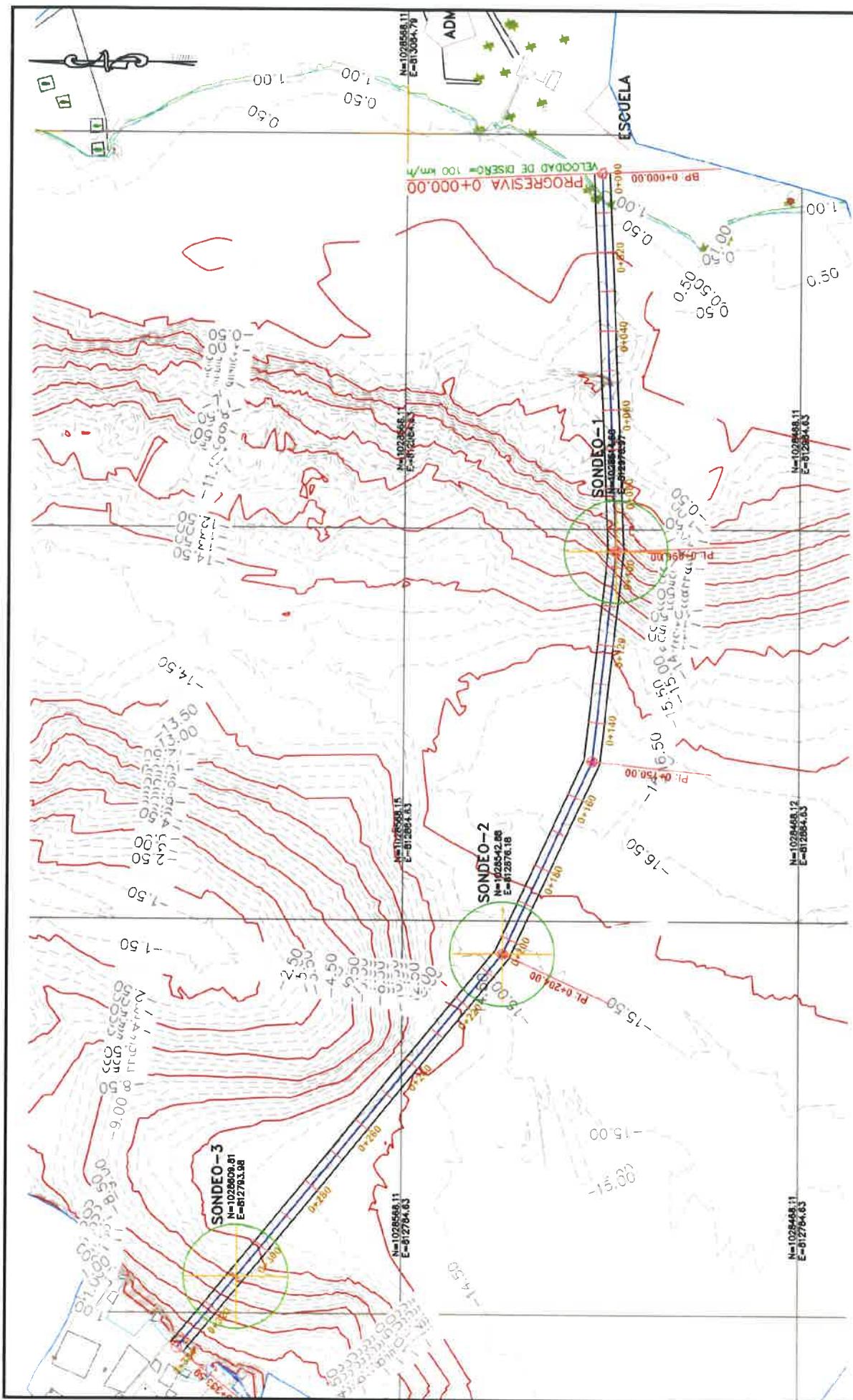


Figura 2-2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico



NOTA: PLAN FACILITADO POR EL CLIENTE.

 <p>Ingenieros Geotécnicos, S.A.</p>		<p>PROYECTO: PUENTE PEATONAL MARINO ENTRE LA ISLA SAN IGNACIO DE TUPILE E ISLA MIRÍA, GUNA YALA</p> <p>CLIENTE: ICONSA</p>	<p>TÍTULO: 3. PLANTA Y UBICACIÓN DE SONDEOS</p>	<p>ESCALA: S/E</p> <p>HOJA: 1_1</p>
---	--	--	---	---



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Telephone: (507) 279-0014
Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-01

PAGE 1 OF 2

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)
PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala
STARTED 4/27/19 NORTH 1028513
FINISHED 4/27/19 EAST 812978
STATION ELEVATION

PROJECT NAME GUNA YALA
PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMA
LOGGED BY A. CAREY
CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN
WATER DEPTH ---

LENGTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	▲ SPT N VALUE ▲				
				RECOVERY (%)	RQD (%)	ROCK UNIT WT (lb/ft ³)	BLOW COUNTS (N VALUE)	UNCONFINED STRENGTH (MPa)
10	20	30	40	10	20	30	40	
2		NIVEL DE AGUA.						
4								
6								
8								
10								
12		12.0 m. PRESENCIA DE MATERIAL MUY DURO (CORAL). EL INTERVALO DESCrito SE COMPONE DE CORAL DE CONSISTENCIA MUY DURA (NO SE PUEDE REALIZAR PRUEBA SPT EN ESTE MATERIAL) CON SUELO SEDIMENTARIO MUY SUAVE (LAMA). ALTO CONTENIDO CALCAREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO.	RC 1	26				
14			RC 2	14				
16			RC 3	12				



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Telephone: (507) 279-0014
Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-01

PAGE 2 OF 2

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)
PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala
STARTED 4/27/19 NORTH 1028513
FINISHED 4/27/19 EAST 812978
STATION ELEVATION

PROJECT NAME GUNA YALA

PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ
LOGGED BY A. CAREY
CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN
WATER DEPTH —

LENGTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	RECOVERY (%)	RQD (%)	ROCK UNIT WT (lb/ft ³)	BLOW COUNTS (N VALUE)	▲ SPT N VALUE ▲				
								10	20	30	40	
UNCONFINED STRENGTH (MPa) □									10	20	30	40
18		12.0 m. PRESENCIA DE MATERIAL MUY DURO (CORAL). EL INTERVALO DESCRITO SE COMPONE DE CORAL DE CONSISTENCIA MUY DURA (NO SE PUEDE REALIZAR PRUEBA SPT EN ESTE MATERIAL) CON SUELO SEDIMENTARIO MUY SUAVE (LAMA). ALTO CONTENIDO CALCAREO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. (continued)	RC 4	34								
20		19.5 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. SEDIMENTO FLUVIAL. CONSISTENCIA MUY SUAVE. (DESCRIPCIÓN EN BASE A SEDIMENTO DE PERFORACIÓN). AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE RÁPIDO.	RC 5	6								
22		21.0 m. PRESENCIA DE MATERIAL MUY DURO (CORAL). EL INTERVALO DESCRITO SE COMPONE DE CORAL DE CONSISTENCIA MUY DURA (NO SE PUEDE REALIZAR PRUEBA SPT EN ESTE MATERIAL) CON SUELO SEDIMENTARIO MUY SUAVE (LAMA), PRESENCIA DE FRAGMENTOS DE ROCAS Y LIMO TRANSPORTADO POR CORRIENTES. ALTO CONTENIDO CALCAREO. AL FINAL DE INTERVALO CAMBIA A SUELO RESIDUAL LIMO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO.	RC 6	0								
24		23.0 m. SUELO RESIDUAL. LIMO. CONSISTENCIA MUY RÍGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR CREMA.	RC 7	26								
26		26.0 m. TRANSICIÓN DE SUELO RESIDUAL A ROCA METEORIZADA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. CONSISTE EN SUELO RESIDUAL, LIMO SAPROLÍTICO CON TRAZAS DE ARENA Y FRAGMENTOS DE ROCA METEORIZADA. DERIVADO DE UN PROCESO NORMAL DE METEORIZACIÓN DE LA ROCA ÍGNEA DEL SITIO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE LENTO. COLOR CREMA MOTEADO DE GRIS.	RC 8	74								
28			RC 9	32								
30			RC 10	16								
			RC 11	42								
			RC 12	54								
End of borehole at 30.0 m.												



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
 Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
 Telephone: (507) 279-0014
 Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-02

PAGE 1 OF 3

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)
 PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala
 STARTED 4/26/19 NORTH 1028546
 FINISHED 4/26/19 EAST 812876
 STATION ELEVATION WATER DEPTH ---

PROJECT NAME GUNA YALA
 PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ
 LOGGED BY A. CAREY
 CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN

LENGTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE NUMBER	▲ SPT N VALUE ▲			
				10	20	30	40
UNCONFINED STRENGTH (MPa)							
2		NIVEL DE AGUA.					
4							
6							
8							
10							
12							



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Telephone: (507) 279-0014
Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-02

PAGE 2 OF 3

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)

PROJECT NAME GUNA YALA

PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala

PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ

STARTED 4/26/19 **NORTH** 1028546

LOGGED BY A. CAREY

FINISHED 4/26/19 **EAST** 812876

CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN

STATION _____ ELEVATION _____

WATER DEPTH

LENGTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	SPT N VALUE		
				RECOVERY (%)	RQD (%)	ROCK UNIT WT (lb/ft ³)
				UNCONFINED STRENGTH (MPa)		
				10 20 30 40	10 20 30 40	10 20 30 40
14		NIVEL DE AGUA. (continued)				
16						
18						
20						
21.0	21.0	21.0 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. CONSISTENCIA MUY SUAVE. OC: 1.	SS 1	0	(1)	
21.6	21.6	21.6 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO.	T 2			
22.5	22.5	22.5 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA LIMOSA. CONSISTENCIA MUY SUAVE. OC: 1. PLASTICIDAD ALTA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO ALTA. ALTO CONTENIDO DE AGUA. PRESENCIA DE CONTENIDO CALCAREO. COLOR GRIS.	SS 2	55	(2)	
23.1	23.1	23.1 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO.	T 3			



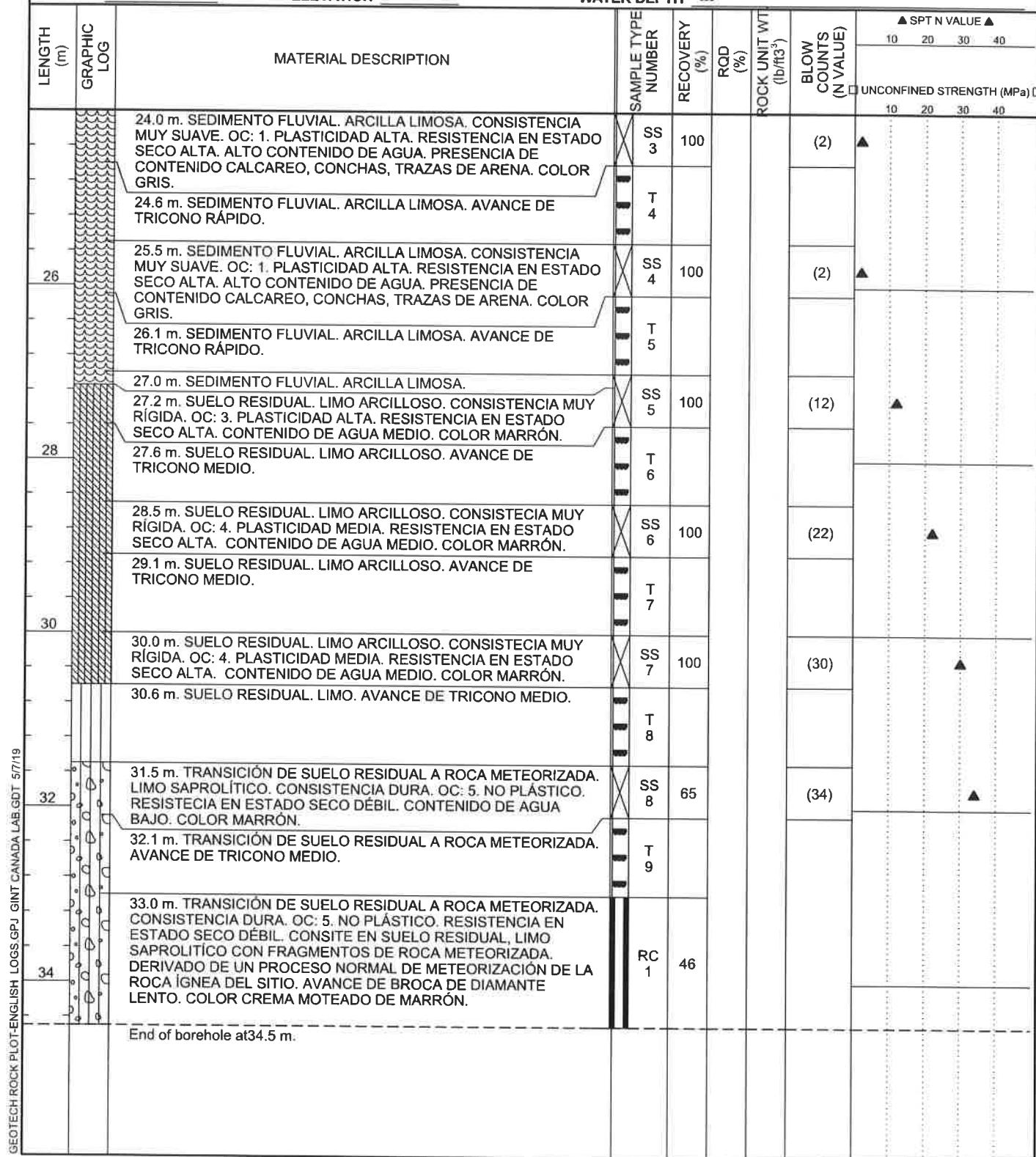
Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Telephone: (507) 279-0014
Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-02

PAGE 3 OF 3

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)
PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala
STARTED 4/26/19 NORTH 1028546
FINISHED 4/26/19 EAST 812876
STATION ELEVATION

PROJECT NAME GUNA YALA
PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ
LOGGED BY A. CAREY
CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN
WATER DEPTH --





Ingenieros Geotécnicos, S.A.
 Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
 Telephone: (507) 279-0014
 Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-03

PAGE 1 OF 2

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)
 PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala
 STARTED 4/29/19 NORTH 1028608
 FINISHED 4/29/19 EAST 812797
 STATION ELEVATION

PROJECT NAME GUNA YALA
 PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ
 LOGGED BY A. CAREY
 CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN
 WATER DEPTH ---

LENGTH (m)	GRAPHIC LOG	MATERIAL DESCRIPTION	SAMPLE TYPE NUMBER	▲ SPT N VALUE ▲			
				10	20	30	40
□ UNCONFINED STRENGTH (MPa) □							
				10	20	30	40
2		NIVEL DE AGUA.					
4							
6							
8							
10							
12							
14							
16							
18							



Ingenieros Geotécnicos, S.A.
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38
Telephone: (507) 279-0014
Fax: (507) 279-0365

BORING NUMBER H-03

PAGE 2 OF 2

CLIENT INGENIERIA CONTINENTAL, S. A. (ICONSA)

PROJECT NAME GUNA YALA

PROJECT NUMBER 0999-es-Guna Yala

PROJECT LOCATION COMARCA GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ

STARTED 4/29/19

NORTH 1028608

LOGGED BY A. CAREY

FINISHED 4/29/19

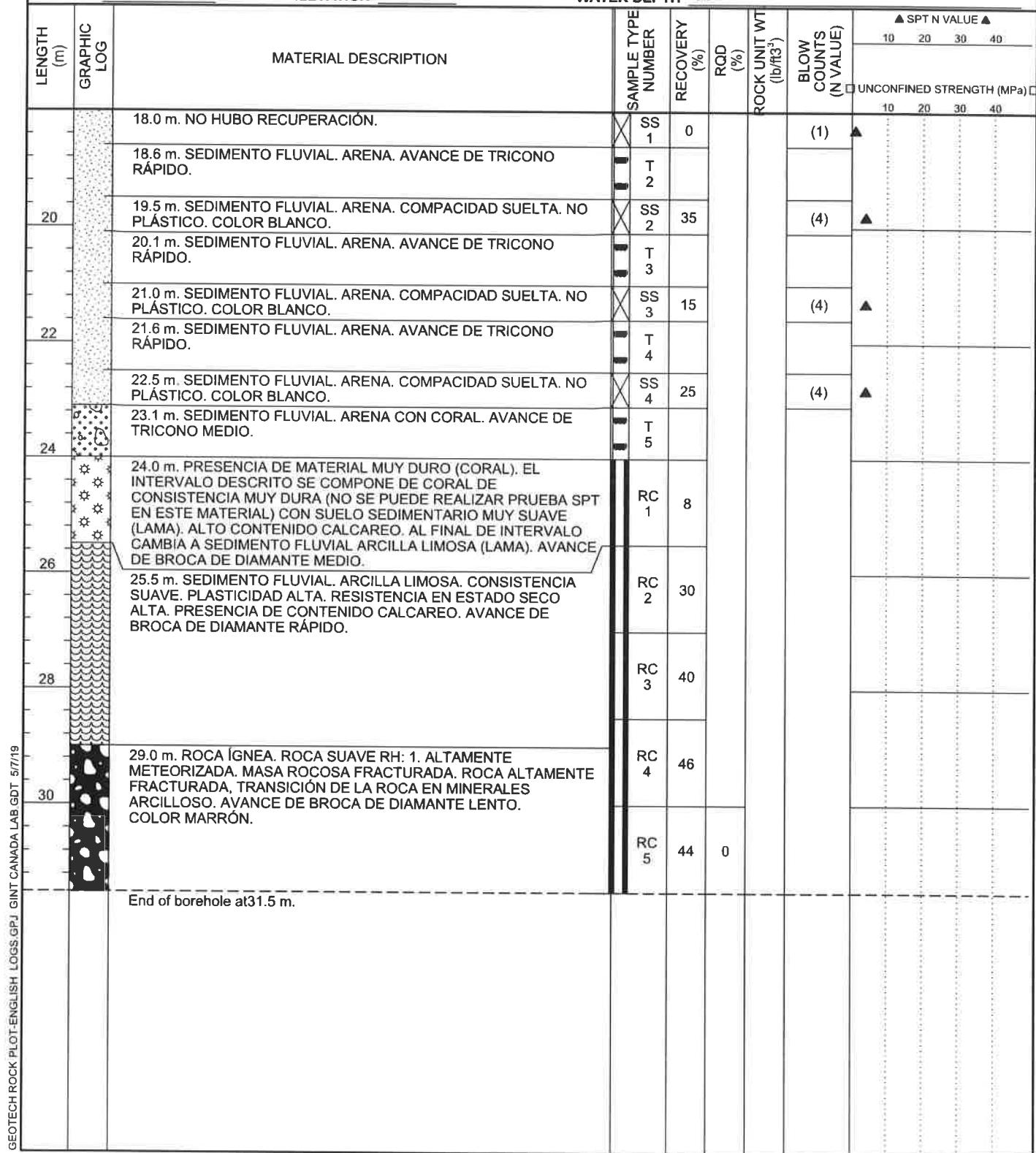
EAST 812797

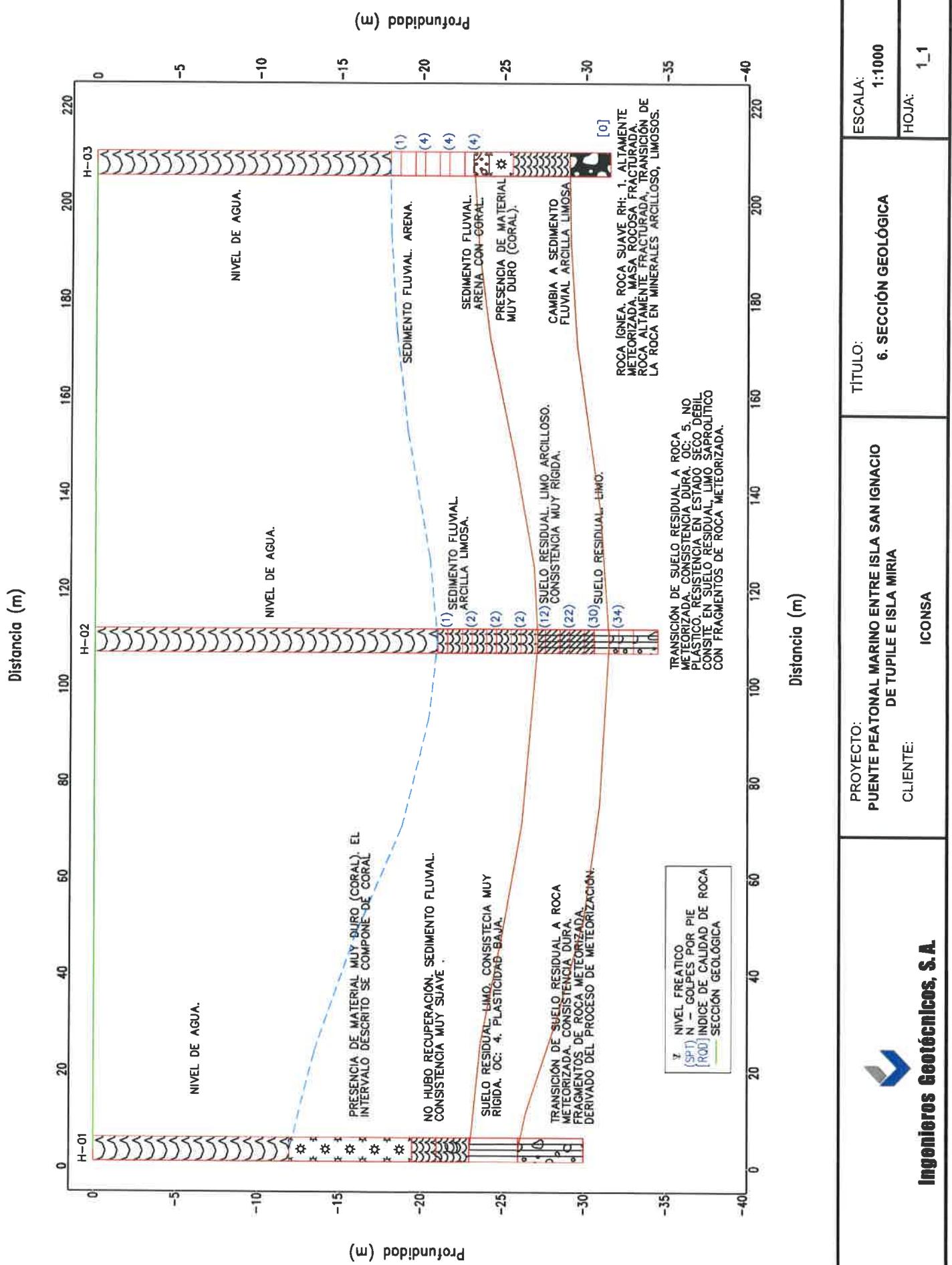
CHECKED BY ING. GEORGE BERMAN

STATION

ELEVATION

WATER DEPTH ---





7 DESCRIPCION Y CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

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

Coral

El estrato coral corresponde a material muy duro de alto contenido calcáreo. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELLO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
2. Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-01	12.00	13.50	26	Presencia de material muy duro (coral). El intervalo descrito se compone de coral de consistencia muy dura (no se puede realizar prueba spt en este material) con suelo sedimentario muy suave (lama). Alto contenido calcáreo. Avance de broca de diamante medio
	13.50	15.00	14	
	15.00	16.50	12	
	16.50	18.00	34	
	18.00	19.50	6	
	19.50	21.00	0	No hubo recuperación. Sedimento fluvial. Consistencia muy suave. (descripción en base a sedimento de perforación). Avance de broca de diamante rápido.
H-03	21.00	22.50	26	Presencia de material muy duro (coral). El intervalo descrito se compone de coral de consistencia muy dura (no se puede realizar prueba spt en este material) con suelo sedimentario muy suave (lama), presencia de fragmentos de rocas y limo transportado por corrientes. Alto contenido calcáreo. Al final de intervalo cambia a suelo residual llimo. Avance de broca de diamante medio.
	24.00	25.50	8	Presencia de material muy duro (coral). El intervalo descrito se compone de coral de consistencia muy dura (no se puede realizar prueba spt en este material) con suelo sedimentario muy suave (lama). Alto contenido calcáreo. Al final de intervalo cambia a sedimento fluvial arcilla llimosa (lama). Avance de broca de diamante medio.
	25.50	27.00	30	Sedimento fluvial. Arcilla llimosa. Consistencia suave. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Presencia de contenido calcáreo. Avance de broca de diamante rápido.
	27.00	28.50	40	

3. En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:

- Empirical values for γ of granular soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis), se estima el peso específico seco, $\gamma_{unsat} = 18.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 19.0 \text{ kN/m}^3$
- Según el Reglamento Estructural Panameño (REP 2014), Anexo A6: Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales; se estiman los valores del ángulo de fricción $\phi = 30^\circ$ y la cohesión, $c = 40 \text{ kN/m}^2$
- De acuerdo a la velocidad de onda de corte de proyectos con geología similar y la relación de Poisson para un "arena densa", $v = 0.30$, se obtiene el valor del módulo de Young, $E_{50 \text{ ref}} = 420,000 \text{ kN/m}^2$
- 4. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{unsat} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50 \text{ ref}} (\text{kN/m}^2)$	$C (\text{kN/m}^2)$	ϕ (grados)	v
Coral	18	19	420,000	40	30	0.30

Sedimento

El estrato de sedimento en el sitio corresponde a arenas, limos y arcillas. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

1. Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELLO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**.
2. Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-02	21.00	21.60	1	No hubo recuperación. Consistencia muy suave. Oc: 1
	22.50	23.10	2	Sedimento fluvial. Arcilla limosa. Consistencia muy suave. Oc: 1. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Alto contenido de agua. Presencia de contenido calcáreo. Color gris
	24.00	24.60	2	Sedimento fluvial. Arcilla limosa. Consistencia muy suave. Oc: 1. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Alto contenido de agua. Presencia de contenido calcáreo, conchas, trazas de arena. Color gris.
	25.50	26.10	2	
H-03	18.00	18.60	1	No hubo recuperación
	19.50	20.10	4	
	21.00	21.60	4	Sedimento fluvial. Arena. Compacidad suelta. No plástico. Color blanco
	22.50	23.10	4	

3. En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades ingenieriles:
 - Apéndice 12, Parte 1: Slopes and Foundations. Table 1: Engineering Properties – Canal Zone Rock Units. "Report of the Governor of the Panama Canal", Isthmian Canal Studies – 1947: El valor del peso específico seco, $\gamma_{usat} = 15 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 16 \text{ kN/m}^3$. Los parámetros de resistencia se establecen como la cohesión, $C = 0 \text{ kN/m}^2$ y el ángulo de fricción interna, $\phi = 17^\circ$
 - Según la velocidad de onda de corte en este tipo de material y la relación de Poisson, $\nu = 0.45$, se obtiene el valor del módulo, $E_{50} \text{ ref} = 20,000 \text{ kN/m}^2$
4. Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato:

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{usat} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} \text{ ref} (\text{kN/m}^2)$	$C (\text{kN/m}^2)$	ϕ (grados)	ν
Sedimento	15	16	20,000	0	17	0.45

Suelo Residual / Roca Meteorizada

La roca meteorizada del área corresponde a la meteorización de la roca de la formación del sitio. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- 1) Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es **SUELLO ENDURECIDO (HARDENING SOIL)**. Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para un tipo de roca "limolita". 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)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-01	22.50	24.00	74	Suelo residual. Limo. Consistencia muy rígida. Oc: 4. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco moderada. Avance de broca de diamante medio. Color crema.
	24.00	25.50	32	
	25.50	27.00	16	Transición de suelo residual a roca meteorizada. Consistencia dura. Oc: 5. No plástico. Resistencia en estado seco débil. Consiste en suelo residual, limo saprolítico con trazas de arena y fragmentos de roca meteorizada. Derivado de un proceso normal de meteorización de la roca ígnea del sitio. Avance de broca de diamante lento. Color crema moteado de gris
	27.00	28.50	42	
	28.50	30.00	54	
H-02	27.00	27.60	100	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia muy rígida. Oc: 3. Plasticidad alta. Resistencia en estado seco alta. Contenido de agua medio. Color marrón
	28.50	29.10	100	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia muy rígida. Oc: 4. Plasticidad media. Resistencia en estado seco alta. Contenido de agua medio. Color marrón
	30.00	30.60	100	
	31.50	32.10	65	Transición de suelo residual a roca meteorizada. Limo saprolítico. Consistencia dura. Oc: 5. No plástico. Resistencia en estado seco débil. Contenido de agua bajo. Color marrón
	33.00	34.50	46	Transición de suelo residual a roca meteorizada. Consistencia dura. Oc: 5. No plástico. Resistencia en estado seco débil. Consiste en suelo residual, limo saprolítico con fragmentos de roca meteorizada. Derivado de un proceso normal de meteorización de la roca ígnea del sitio. Avance de broca de diamante lento. Color crema moteado de marrón
H-03	28.50	30.00	46	Roca ígnea. Roca suave rh: 1. Altamente meteorizada. Masa rocosa fracturada. Roca altamente fracturada, transición de la roca en minerales arcilloso. Avance de broca de diamante lento. Color marrón.
	30.00	31.50	44	

- 3) Por referencia a los registros de perforación y a proyectos con geología similar, se obtienen los siguientes parámetros, para realizar el ajuste posterior:
- El valor de resistencia a la compresión simple, $\sigma_c = 3,000 \text{ kN/m}^2$ y el valor del peso específico seco, el $\gamma_{\text{unsat}} = 19 \text{ kN/m}^3$ y saturado, el $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$
 - La constante mi para una limolita, el mi = 7, el Índice de Resistencia Geológico, GSI = 20 y el Factor de Perturbación, D = 0
 - La relación de Poisson, $\nu = 0.25$ y el módulo de elasticidad inicial, $E_i = 1,125,000 \text{ kN/m}^2$

Datos de Entrada
Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification

sigci [3]	MPa	<input type="button" value="▼"/>
GSI [20]		<input type="button" value="▼"/>
mi [7]		<input type="button" value="▼"/>
D [0]		<input type="button" value="▼"/>
<input checked="" type="radio"/> Ei [1125]	MPa	<input type="button" value="▼"/>
<input type="radio"/> MR [375]		<input type="button" value="▼"/>

Resultados
Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion

mb [0.402]	
s [0.0001]	
a [0.544]	

Failure Envelope Range

Application: General	<input type="button" value="▼"/>
sig3max [0.7500]	MPa

Resultados
Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit

c [0.072]	MPa
phi [18.82]	deg

Rock Mass Parameters

sigt [-0.001]	MPa
sigc [0.024]	MPa
sigcm [0.201]	MPa
Eim [51.38]	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:

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} \text{ ref} (\text{kN/m}^2)$	C (kN/m^2)	ϕ (grados)	v
Roca Meteorizada	19	20	619,000	72	19	0.25

8. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

8.1 Clasificación de Sitio (Capítulo 5 de REP-2014)

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

Proyecto: Pte. Peatonal Marino entre Isla San Ignacio de Tupile y Miria

Ubicación: Comarca Guna Yala, Panamá

Perfil: Promedio

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

H-01			H-02			H-03		
Espesor d (m)	N	d/N	Espesor d (m)	N	d/N	Espesor d (m)	N	d/N
12	1	12.00	21	1	21.000	18	1	18.000
18	100	0.180	0.6	1	0.600	0.6	1	0.600
			1.5	2	0.750	1.5	4	0.375
			1.5	2	0.750	1.5	4	0.375
			1.5	2	0.750	1.5	4	0.375
			1.5	12	0.125	6.9	50	0.138
			1.5	22	0.068			
			0.9	30	0.030			

Resultados por hoyo	30	33%	12.180	30	33%	24.073	30	33%
			3			2		
	Perfil	E	Perfil	E	Perfil	E	Perfil	E

Resultado promedio del lote	100%	2
	E	

VALEROS ALBERTO SANTANA
INGENIERO CIVIL
Licencia No. 98-006-001

Verifica
12 de Febrero de 2014
Junta Auditora de Ingeniería

INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

ISLA MULATUPU

**ISLA MULATUPU, CORREGIMIENTO DE TUBUALA, COMARCA
DE GUNA YALA, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

INGENIERÍA CONTINENTAL, S.A.

Abril de 2019



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraijan-Burriaga, Calle Las Técnic, No 368, Apartado 1003-00040 Arraijan
Teléfono: 259-7704 Celular: 68 (31) 159 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

INFORME SOBRE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

CARLOS MARIO MESA JARAMILLO

INGENIERO CIVIL

LICENCIA NO. 96-003-062

Proyecto: Isla Mulatupu (San Blas)
Cliente: Ingeniería Continental, S.A.
Fecha: 23 de abril del 2019

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

1. OBJETIVO: El propósito de esta investigación fue determinar las condiciones del subsuelo existente en el área, con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de la cimentación de la estructura proyectada de conformidad con los ensayos, prácticas, guías y normativas vigentes en la República de Panamá.

2. LOCALIZACIÓN: La investigación fue realizada en el proyecto **Isla Mulatupu (San Blas)**, ubicado en el corregimiento de Tubuala, comarca de Guna Yala, República de Panamá. (véase Figura 1 y 2).

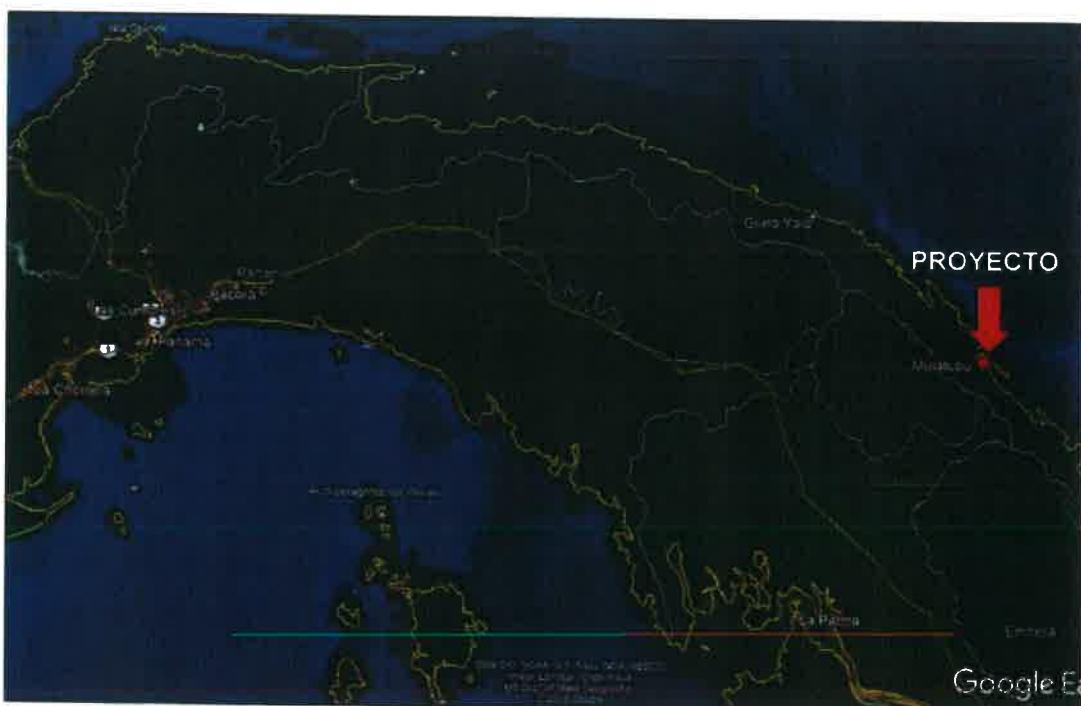
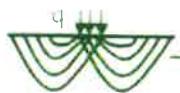


Figura 1 – Localización regional del proyecto.



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.



3. EXPLORACIÓN Y MUESTREO: A solicitud del cliente se realizaron dos (2) perforaciones hasta 10,0 m de profundidad en los sitios designados por el cliente. Y realizadas con equipo a rotación con una perforadora portátil Minuteman Acker, con motor a gasolina Briggs & Stratton de 8 HP y a percusión (Acker Lightweigh Motorized Hoist and Portable Aluminium Derrick). La posición geográfica de las perforaciones, referida a las coordenadas UTM¹, se indican en la **Tabla 1** y la **Figura 2** indica la ubicación de las mismas perforaciones.

Hoyo	Coordenadas	
	Este (m)	Norte (m)
P-1	197367	989843
P-2	197287	989732

Tabla 1 - Coordenadas de las perforaciones realizadas. / WGS-84

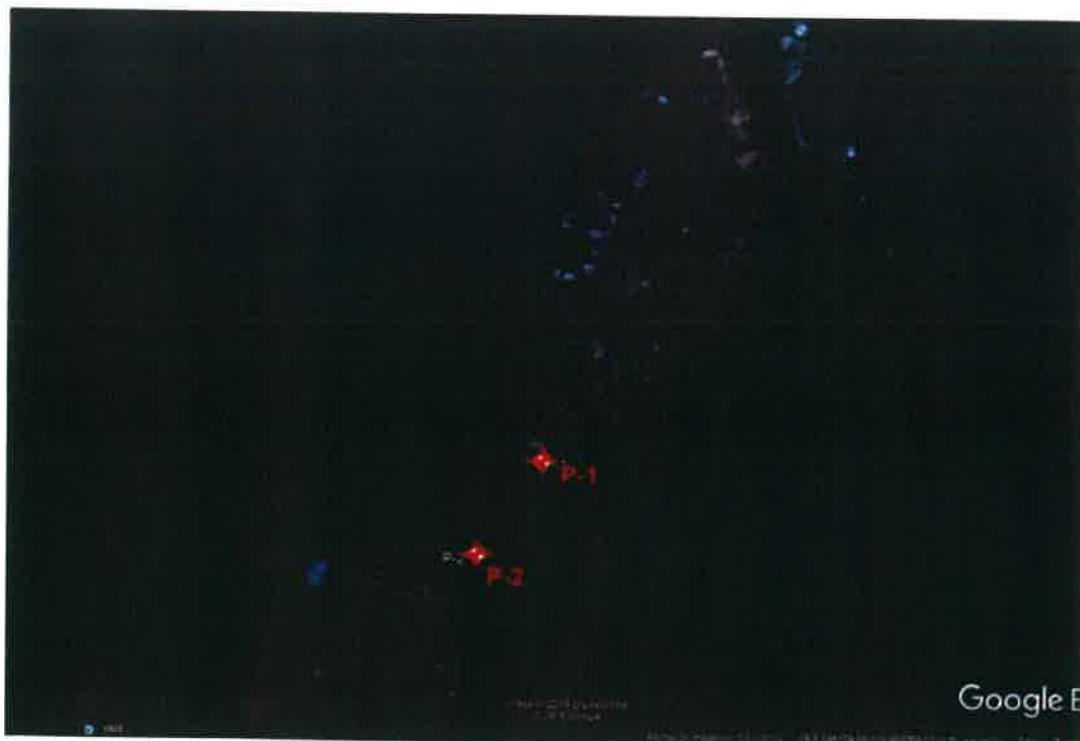
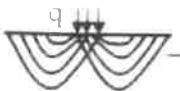


Figura 2 – Ubicación de la perforación.

¹ Cuadrícula Universal Transversal de Mercator.





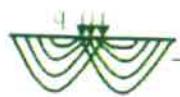
Para cada perforación, se efectuaron ensayos de penetración estándar mediante penetrómetro 3,49cm (1 3/8in) de diámetro interior, martillo de 63,5kg (140lb) y con una caída libre de 0,76m (30in). Estos ensayos se realizaron cada metro y se ajustaron a la norma ASTM D1586. Durante la ejecución de la SPT se anotó el número de golpes por cada 0,15m (6in.) de hincado.

Adicional se anotó el material recobrado (% sobre la base de longitud penetrada). A las muestras de suelo obtenidas se les determinó el contenido natural de agua y se clasificaron visualmente. El contenido de agua fue determinado de acuerdo a la norma ASTM D4643 y la clasificación de los suelos se hizo, según la norma ASTM D2488.

La prueba estándar de penetración (SPT), que es de uso generalizado en nuestro medio, a menudo proporciona guías para cuantificar parámetros de resistencia y de rigidez de los suelos investigados. En esta investigación se han utilizado los resultados de la SPT para estimar la capacidad de soporte admisible (q_a) de los suelos encontrados y clasificación sísmica del sitio.

Se hicieron mediciones, después de terminadas las perforaciones, para ubicar la profundidad del nivel freático del sitio. Se detectó en el hoyo P-1 a los 0,81 m y en el hoyo P-2 a los 0,80 m después de terminada la perforación, bajo el nivel actual del puente peatonal y variable con el cambio de marea.

Las investigaciones geotécnicas para este estudio fueron realizadas de conformidad con las Prácticas, Guías y Métodos de Ensayo que se indican en la **Tabla 2**.



Descripción	ASTM
Caracterización del sitio para ingeniería y construcción	D420
Perforación a percusión	D5783
Muestreo inalterado	D1587
Prueba estándar de penetración (SPT) y muestreo alterado	D1586
Descripción e identificación visual manual de los suelos	D2488
Conservación y transporte de muestras de suelos	D4220
Resistencia a compresión simple con penetrómetro de bolsillo	D1558
Registro de campo de las perforaciones en sitio	D5434

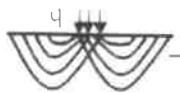
Tabla 2 - Descripción de las Prácticas, Guías y Métodos de Ensayo.

Para efectos de la compacidad relativa o consistencia se han descritos los suelos, según la **Tabla 3**. Este criterio está basado en el número de golpes/0,30m, no corregidos, N, obtenidos con la prueba estándar de penetración (ASTM D1586) de acuerdo a Terzaghi y Peck.

Tipo básico de suelo	Compacidad/Consistencia		Número de golpes no corregidos, N
No cohesivos: IP < 20%	Compacidad	muy suelta	<4
		suelta	4 a 10
		medianamente densa	10 a 30
		densa	30 a 50
		muy densa	>50
	Consistencia	muy suave	<2
		suave	2 a 4
		medianamente firme	4 a 8
		firme	8 a 15
		muy firme	15 a 30
		dura	>30

Tabla 3 - Compacidad relativa o consistencia

Para la descripción de los suelos se ha utilizado la **Tabla 4**, la cual describe el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS, (ASTM D2487) propuesto por Casagrande; y el criterio de plasticidad utilizado se basa en el índice plástico (ASTM D4318) según Atterberg, que se muestra en la **Tabla 5**.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 DA.59

Arriaga/Bolívarza Calle 1 y 200 No.308 Apartado 101-0010000 Alcántara
Teléfono: 236-77642, e-mail: mario@estudioselsuelos.com.pe

División principal	Trama	Símbolo de grupo	Nombre Típico
Suelos de grano grueso (más del 50% del material no pasa el tamiz No.200)	Gravas (Más del 50% de la fracción gruesa es mayor que el Tamiz No.4)	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de gravas y arenas con muy poco o ningún contenido de finos
		GP	Gravas mal graduadas, mezcla de gravas y arenas con muy poco o ningún contenido de finos
		GM	Gravas limosas, mezcla de gravas, arenas y limo
		GC	Gravas arcillosas, mezcla de gravas, arena y arcilla.
Arenas (Más del 50% de la fracción gruesa es menor que el Tamiz No.4)		SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas con poco o ningún contenido de finos
		SP	Arenas mal graduadas, arenas gravosas con poco o ningún contenido de finos
		SM	Arenas limosas, mezcla de arenas y limos
		SC	Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas
Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz No.200)	Limos y arcillas (límite Líquido < 50)	ML	Limo inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas, limos arcillosos.
		CL	Arcillas inorganicas de plasticidad media a baja, arcillas gravosas, arenosas o limosas, arcillas poco plásticas
		OL	Limos organicos y arcillas limosas organicas de baja plasticidad
	Limos y arcillas (Límite Líquido ≥ 50)	MH	Limos inorganicos, suelos limosos y arenosos, limos elásticos
		CH	Arcillas inorganicas de alta plasticidad,arcillas francas
		OH	Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos
	Suelos muy organicos	Pt	Suelos con materia organica fibrosa,turba

Tabla 4 - Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

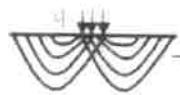
Índice plástico	Plasticidad	CARLOS MARIO MESA JARAMILLO INGENIERO CIVIL LICENCIA No. 89-003-062
0 a 3	no plástico	
4 a 15	plasticidad baja	
16 a 30	plasticidad media	
>30	plasticidad alta	

FIRMA

Ley 15 del 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Tabla 5 - Criterio de plasticidad de Atterberg

La **Tabla 6** presenta un resumen de los resultados de los ensayos de campo (SPT) y su correspondiente contenido natural de agua.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. Agustín Belluzzo, Calle Las Flores No. 308, Apartado 10013, 00-40, Arequipa
Teléfono: 250-7762, Celular: 96 13 71 59, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

Hoyo	Prof. (m)	Muestra	N	w _n (%)
P-1	2,00 - 2,45	1A	2	--
	3,00 - 3,45	2A	2	--
	4,00 - 4,45	3A	3	52,0
	5,00 - 5,45	4A	3	44,8
	6,00 - 6,45	5A	4	64,0
	7,00 - 7,45	6A	4	60,6
	8,00 - 8,45	7A	6	65,0
	9,00 - 9,45	8A	10	42,8
	10,00 - 10,45	9A	2	41,6
	11,00 - 11,45	10A	3	66,8
P-2	11,55 - 12,00	11A	2	57,0
	2,00 - 2,45	1A	2	--
	3,00 - 3,45	2A	6	45,1
	4,00 - 4,45	3A	3	62,4
	5,00 - 5,45	4A	4	78,0
	6,00 - 6,45	5A	2	51,5
	7,00 - 7,45	6A	2	63,6
	8,00 - 8,45	7A	2	50,2
	9,00 - 9,45	8A	2	50,7
	10,00 - 10,45	9A	2	41,5
11,00 - 11,45			10A	2
11,55 - 12,00			11A	2
Tabla 6 - Resultados de los ensayos SPT				

Donde:

Prof. (m) = profundidad del ensayo SPT

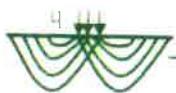
Muestras A = muestras alteradas obtenidas con el sacamuestras partido

N = número de golpes por pie (valor no corregido)

W_n (%) = contenido natural de agua en porcentaje

CARLOS MARIO MESA JARAMILLO
INGENIERO CIVIL
Sociedad de Consultores
S.A. - S.C.S.A.
C.I. No. 98-006-062

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



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. Juan B. Borgoña, Calle Las Tucas No. 368, Apartado 2013-00140, Aricaíto
Teléfono: 244-7714, Celular: 56-15-31-59, Correo: estudiosdesueloselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Mulatupu - San Blas.

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A.

LOCALIZACIÓN: Isla Mulatupu, corregimiento de Tubuála, comarca de Guna Yala,
República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 19°36'7" m NORTE: 989843 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
AUGER BORINGS

HOYO No. P-1

FECHA: 2010/04/13

SECCIÓN: --- m

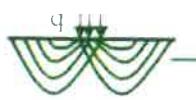
ELEVACIÓN: --- m

PERFORADOR: RG

HOJA No. 1 **DE** 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	TRAMA	MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN	
				■ GOLPES /30 cm DE CAÍDA			N Golpes	P cin	q _u kg/cm ²	Rec %		
				25	50	75						
0,00	VISUAL <input type="checkbox"/>											
0,15	LOSA DE CONCRETO (PUENTE)										BD	
0,81	NIVEL DE AGUA VARIABLE										0,15	
1,00	AGUA										TF	
2,00	LECHO MARINO										2,00	
3,00			1A								SMP	
4,00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM). CON MATERIA ORGÁNICA (OH). COMPACIDAD MUY SUELTA. PLASTICIDAD BAJA. CONTENIDO DE AGUA ALTO. COLOR GRIS		2A				1 1 1	15 15 15		56	2,50	
5,00			3A				1 2 1	15 15 15		44	3,00	
6,00			4A				1 2 1	15 15 15		62	3,45	
	ABREVIATURAS:			25	50	75	● CONTENIDO DE AGUA					
	NF - Nivel freático											
	A - muestra alterada								OBSERVACIONES:			
	I - muestra inalterada								NF: 0,81 m bajo el nivel actual de perforación			
	N - Número de golpes no corregidos								Variación con el cambio de trama.			
	P - Penetración								Martillo de seguridad: 81			
	q _u - Compresión axial no confinada											
	Rec - % de recuperación del muestreador											
	w - Contenido de Agua de la muestra											
	NR - No recuperó											





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. 25 de Mayo, Bulevar 5ta Calle, Edificio No. 368, Apartado 130054 (00640) Miramar
Teléfono: 239-2314 / Celular: 99-5311-59 | correo: estudiosdesueloselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Malatupi (San Blas)

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A.

LOCALIZACIÓN: Isla Malatupi, corregimiento de Taboga, comarca de Chiriquí Alta
República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 107367 m NORTE: 989843 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
AUGER BORINGS

HOYO No. P.1

FECHA: 2019-04-13

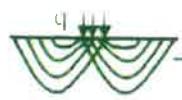
SECCIÓN: --- m

ELEVACIÓN: --- m

PERFORADOR: RU

HOJA No. 2 DE 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	TRAMA	MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN	
				■ GOLPES /30 cm DE CAÍDA			N	P	q _u	Rec	w	
				25	50	75						
6.00	SUCS <input checked="" type="checkbox"/>		5A	2	15	-						SPT
	VISUAL <input type="checkbox"/>		6A	2	15	-						5.45
7.00			7A	1	15	-						SMP
			8A	2	15	-						7.00
8.00			9A	2	15	-						7.45
9.00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM), CON MATERIA ORGÁNICA (OH), COMPACIDAD SUELTA A MEDIANAMENTE DENSA A MUY SUELTA, PLASTICIDAD BAJA, CONTENIDO DE AGUA ALTO, COLOR GRIS		10A	4	15	-						8.00
10.00			11A	3	15	-						8.45
11.00				7	15	-						9.00
12.00	FIN DE SONDEO			2	15	-						9.45
				1	15	-						SMP
				1	15	-						10.00
				1	15	-						10.45
				1	15	-						SMP
				1	15	-						11.00
				2	15	-						11.45
				1	15	-						SPT
				1	15	-						11.55
				1	15	-						SPT
				2	15	-						11.80
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-						
				1	15	-						
				1	15	-						
				2	15	-</						



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-412268 D.A.59

Av. 26 de Junio, Bulevar 9 de Octubre, Col. Las Toscas, No. 368, Apartado 10033, 01000, Ciudad de México, D.F.
Teléfono: 259-2764, Celular: 86-15-11-30, correo: estudiosdesuelos@estudioselsa.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Matalupu San Blas

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A.

LOCALIZACIÓN: Isla Matalupu, corregimiento de Típula, comarca de Guna Yala, República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 107287 m NORTE: 989732 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
AUGER BORINGS

HOYO No. 02

FECHA: 20/08/14

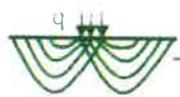
SECCIÓN: m m

ELEVACIÓN: m m

PERFORADOR: RG

HOJA No. 1 **DE** 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	TRAMA	MUESTRA N°	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)								OBSERVACIÓN	
				GOLPES /30 cm DE CAIDA			N Golpes	P cm	q _u kg/cm ²	Rec %	w %		
				25	50	75							
0,00	SUCS <input checked="" type="checkbox"/>												
0,15	LOSA DE CONCRETO (PUENTE)											BD	
0,80	NIVEL DE AGUA VARIABLE											0,15	
1,00	AGUA											TF	
2,00	LECHO MARINO											2,00	
3,00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM). CON MATERIA ORGÁNICA (OH). COMPACIDAD MUY SUELTA A SUELTA. PLASTICIDAD BAJA. CONTENIDO DE AGUA ALTO. COLOR GRIS		1A	3 1 1	15 15 15				44			2,50	
4,00			2A	2 3 3	15 15 15				44	45,1		3,00	
5,00			3A	1 2 1	15 15 15				56	62,4		3,45	
6,00			4A	2 2 2	15 15 15				44	78,0		4,00	
	ABREVIATURAS:			25	50	75	● CONTENIDO DE AGUA						
	NF - Nivel freático												
	A - muestra alterada												
	I - muestra inalterada												
	N - Número de golpes no corregidos												
	P - Penetración												
	q _u - Compresión axial no confinada												
	Rec - % de recuperación del muestreador												
	w - Contenido de Agua de la muestra												
	NR - No recuperada												
	OBSERVACIONES:												
	SPT - Prueba estándar de penetración												
	SMP - Contado con Sacamuestra Parido												
	SUCS - Sistema Unificado de Clasificación Suelos												
	BD - Broca de diamante												
	Muestra de seguridad #1												



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-412268 DA.59

Av. Amador Buitrago, Calle Las Tocas No. 368 - Apartado 1005-00140 Amador
Teléfono: 234-7744 Celular: 507-51-5999 estudiosdesueloselvicar.com

PERFIL DE PERFORACIÓN

PROYECTO: Isla Matalupu (Sur Blanca)

CLIENTE: INGENIERIA CONTINENTAL S.A

LOCALIZACIÓN: Isla Matalupu, corregimiento de Tobuá, comarca de Comarca de Guna Yala, República de Panamá

COORDENADAS: ESTE: 197287 m NORTE: 989732 m

TIPO DE PERFORACIÓN: PERCUSIÓN ROTACIÓN ROTOPERCUSIÓN CON MARTILLO DE FONDO
AUGER BORINGS

HOYO No. P-2

FECHA: 20/07/14

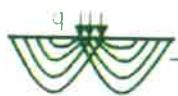
m

ELEVACIÓN: — m

PERFORADOR: RG

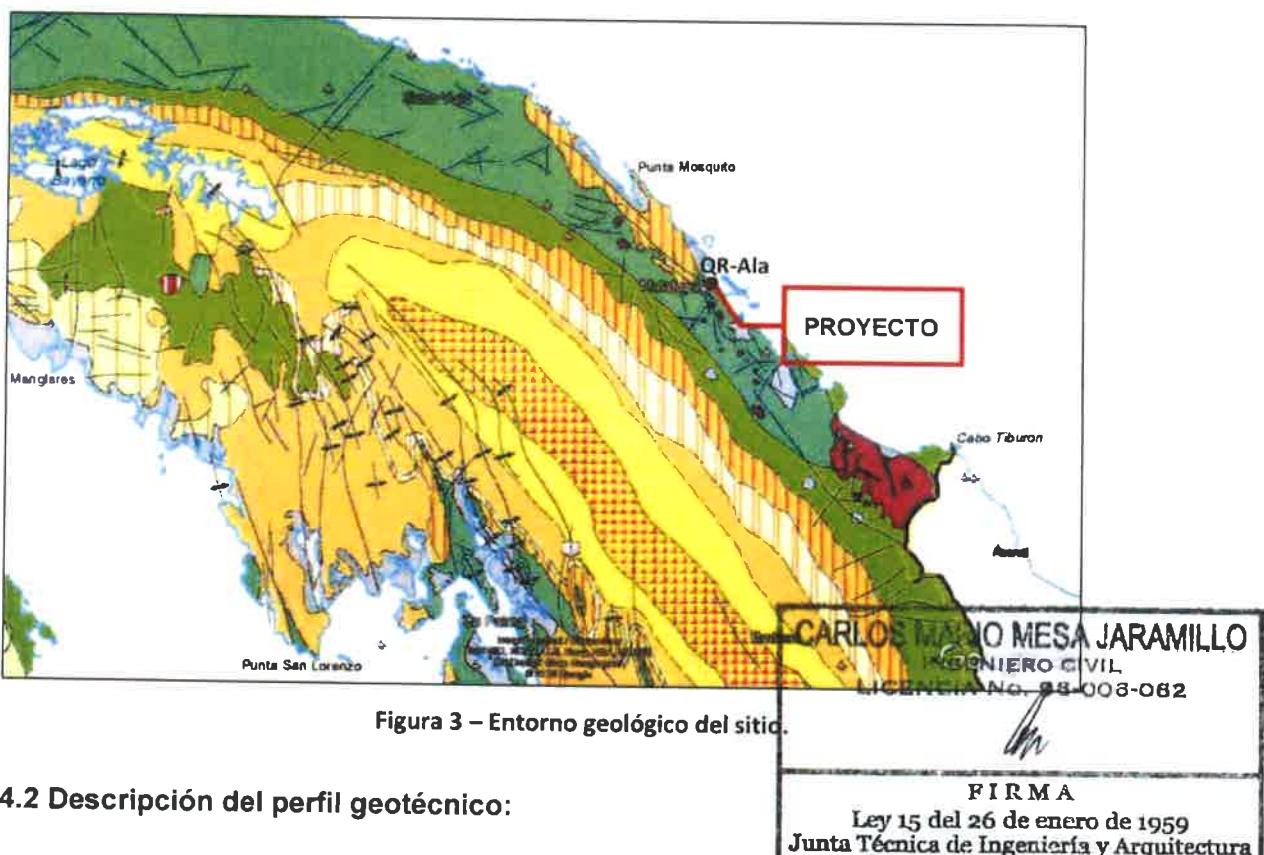
HOJA No. 2 **DE** 2

PROF m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		TRAMA MUESTRA No.	PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN (SPT)							OBSERVACIÓN	
	SUCS <input checked="" type="checkbox"/>			GOLPES /30 cm DE CAIDA			N	P	q _u	Rec	w	
	VISUAL <input type="checkbox"/>			25	50	75	Golpes	cm	kg/cm ²	%	%	
6,00			5A				1	15				SPT
							1	15				6,45
							1	15				SMP
7,00			6A				1	15				7,00
							1	15				7,45
							1	15				SMP
8,00			7A				1	15				8,00
							1	15				8,45
9,00	ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM). CON MATERIA ORGÁNICA (OH). COMPACIDAD MUY SUELTA. PLASTICIDAD BAJA. CONTENIDO DE AGUA ALTO. COLOR GRIS		8A				1	15				9,00
							1	15				SPT
							1	15				9,45
10,00			9A				1	15				10,00
							1	15				SPT
							1	15				10,45
11,00			10A				1	15				11,00
							1	15				SPT
							1	15				11,45
12,00	FIN DE SONDEO		11A				1	15				12,00
							1	15				SPT
							1	15				12,45
							1	15				SPT
							1	15				13,00
							1	15				SPT
							1	15				13,45
							1	15				SPT
							1	15				14,00
							1	15				SPT
							1	15				14,45
							1	15				SPT
							1	15				15,00
							1	15				SPT
							1	15				15,45
							1	15				SPT
							1	15				16,00
							1	15				SPT
							1	15				16,45
							1	15				SPT
							1	15				17,00
							1	15				SPT
							1	15				17,45
							1	15				SPT
							1	15				18,00
							1	15				SPT
							1	15				18,45
							1	15				SPT
							1	15				19,00
							1	15				SPT
							1	15				19,45
							1	15				SPT
							1	15				20,00
							1	15				SPT
							1	15				20,45
							1	15				SPT
							1	15				21,00
							1	15				SPT
							1	15				21,45
							1	15				SPT
							1	15				22,00
							1	15				SPT
							1	15				22,45
							1	15				SPT
							1	15				23,00
							1	15				SPT
							1	15				23,45
							1	15				SPT
							1	15				24,00
							1	15				SPT
							1	15				24,45
							1	15				SPT
							1	15				25,00
							1	15				SPT
							1	15				25,45
							1	15				SPT
							1	15				26,00
							1	15				SPT
							1	15				26,45
							1	15				SPT
							1	15				27,00
							1	15				SPT
							1	15				27,45
							1	15				SPT
							1	15				28,00
							1	15				SPT
							1	15				28,45
							1	15				SPT
							1	15				29,00
							1	15				SPT
							1	15				29,45
							1	15				SPT
							1	15				30,00
							1	15				SPT
							1	15				30,45
							1	15				SPT
							1	15				31,00
							1	15				SPT
							1	15				31,45
							1	15				SPT
							1	15				32,00
							1	15				SPT
							1	15				32,45
							1	15				SPT
							1	15				33,00
							1	15				SPT
							1	15				33,45
							1	15				SPT
							1	15				34,00
							1	15				SPT
							1	15				34,45
							1	15				SPT
							1	15				35,00
							1	15				SPT
							1	15				35,45
							1	15				SPT
							1	15				36,00
							1	15				SPT
							1	15				36,45
							1	15				SPT
							1	15				37,00
							1	15				SPT
							1	15				37,45
							1	15				SPT
							1	15				38,00
							1	15				SPT
							1	15				38,45
							1	15				SPT
							1	15				39,00
							1	15				SPT
							1	15				39,45
							1	15				SPT
							1	15				40,00
							1	15				SPT
							1	15				40,45
							1	15				SPT
							1	15				41,00
							1	15				SPT
							1	15				41,45
							1	15				SPT
							1	15				42,00
							1	15				SPT
							1	15				42,45
							1	15				SPT
							1	15				43,00
							1	15				SPT
							1	15				43,45
							1	15				SPT



4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES:

4.1 Entorno geológico del sitio: El área del proyecto está representada por la formación sedimentaria **Las Lajas (QR-Ala)** con materiales como aluviones, sedimentos no consolidados, areniscas, corales, manglares, conglomerados. Lutita carbonosa, deposiciones tipo delta. En cuanto al tiempo geológico, pertenece al Periodo Cuaternario Reciente². (Ver Figura 3).



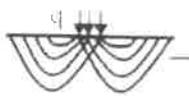
4.2 Descripción del perfil geotécnico:

Hoyo P-1, P-2:

Hasta la profundidad sondeada, se encontró una arena limosa con grava (SM), con materia orgánica (OH), compacidad muy suelta a medianamente densa a muy suelta, plasticidad baja, contenido de agua alto, color gris.

² Mapa Geológico, República de Panamá. Ministerio de Comercio e Industria. Recursos Minerales. Impreso por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 1991.





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.I.C. 315710-1-412268 D.V.59

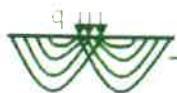
Las muestras obtenidas en las perforaciones fueron agrupadas visualmente, según la norma ASTM D2488, obteniéndose una (1) muestra representativa de los suelos del área en estudio. Los ensayos de caracterización, antes mencionados, fueron realizados de conformidad con las normativas indicadas en la **Tabla 7**.

Descripción	Normativa
Contenido de agua en una muestra de suelo	ASTM D4643
Límite líquido	BS 1377
Límite plástico e índice de plasticidad	ASTM D4318
Ánálisis granulométrico por tamizado	ASTM C136 / D6913
Lavado con el tamiz No. 200	ASTM C117 / AASHTO T11
Clasificación de suelos SUCS/AASHTO	ASTM D2487 / AASHTO M145
Corte directo no consolidado no drenado (UU)	ASTM D6528
Cifras significativas en geotecnia	ASTM D6026

4.3 Resultados de pruebas de laboratorio: Para la determinación de propiedades índice y de resistencia, se procedió a seleccionar una (1) muestra representativa de los suelos del área en estudio. Se realizaron ensayos de clasificación (granulometría por tamizado y límites de consistencia), y corte directo UU.

En las **Tablas 8 y 9**, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en estos ensayos, en el Apéndice "A", **Pruebas de Laboratorio**, se presenta los resultados de las pruebas índice y de resistencia de los suelos característicos del área en estudio, y en la **tabla 10** se muestra el criterio para identificar suelos expansivos o colapsable y el Potencial de expansión.

Grupo	m	%	%	Límites de Consistencia, %			SUCS	AASHTO
	Prof.	R ₄	T ₂₀₀	w _L	w _P	IP		
M-1	2,00 - 12,00	19,8	37,1	43,2	33,6	9,6	SM	A-5



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.F.C. 315710-1-412268 D.V.59

Avenida Buringa Calle Las Faldas S/N 364 - Aviación 11113000040 Acapulco
Teléfono: 239-7744-2212 - mail: mcs11300040@univierta.mx
www.estudiosdesueloselvicar.com

Grupo	Nº	Nº	SUCS	%	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ²	°	%
	Hoyo	Muestra		w	γ	γ _s	c	ϕ	S
M-1	P-1	10A	SM	51,0	16,2	10,8	0,0	29,3	96,0

Tabla 9 - Resultados de pruebas de corte directo.

Grupo	w %	γ _s kN/m ³	w _L %	I _s	Criterio del Bureau of Reclamation	Grado de expansión
						Criterio de Ghazzaly y Vijayvergyia
M-1	51,0	10,8	43,2	1,18	Colapsable	Baja

Tabla 10 - Criterio para identificar suelos expansivos o colapsables y el Potencial expansión

Donde:

M-1 = Arena limosa con grava (SM), color gris

R₄ = Porcentaje retenido acumulado en la malla No.4 (4,21 mm)

T₂₀₀ = Porcentaje que pasa la malla No.200 (0,074 mm)

W_L = Límite líquido, (%)

W_P = Límite plástico, (%)

IP = Índice de plasticidad, (%)

SUCS = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

AASHTO = American Association of State Highway and Transportation Officials

w = Contenido de agua de la prueba, (%)

γ = Peso volumétrico húmedo, (kN/m³)

γ_s = Peso volumétrico seco, (kN/m³)

c = Cohesión, (kN/m²)

ϕ = Ángulo de fricción interna, (°)

S = Grado de saturación de la muestra, (%)

I_s = Índice de Expansión (I_s = w /w_L)



En las **figuras 4 y 5** se observa que los suelos característicos del área en estudio son suelos colapsables con un grado de expansión bajo.

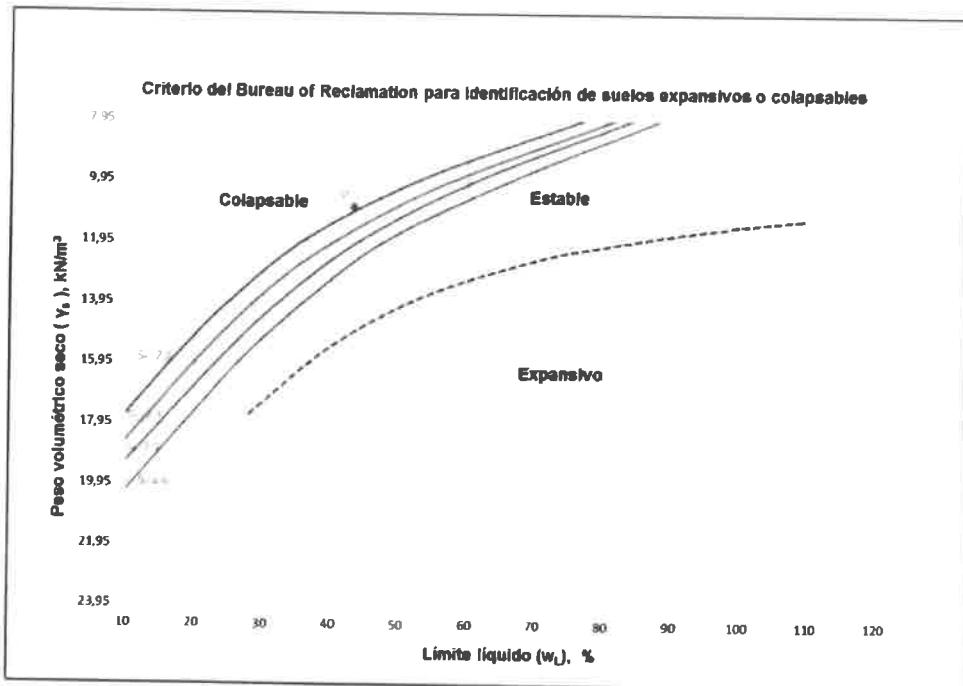


Figura 4 - Criterio del Bureau of Reclamation para identificación de suelos expansivos o colapsables

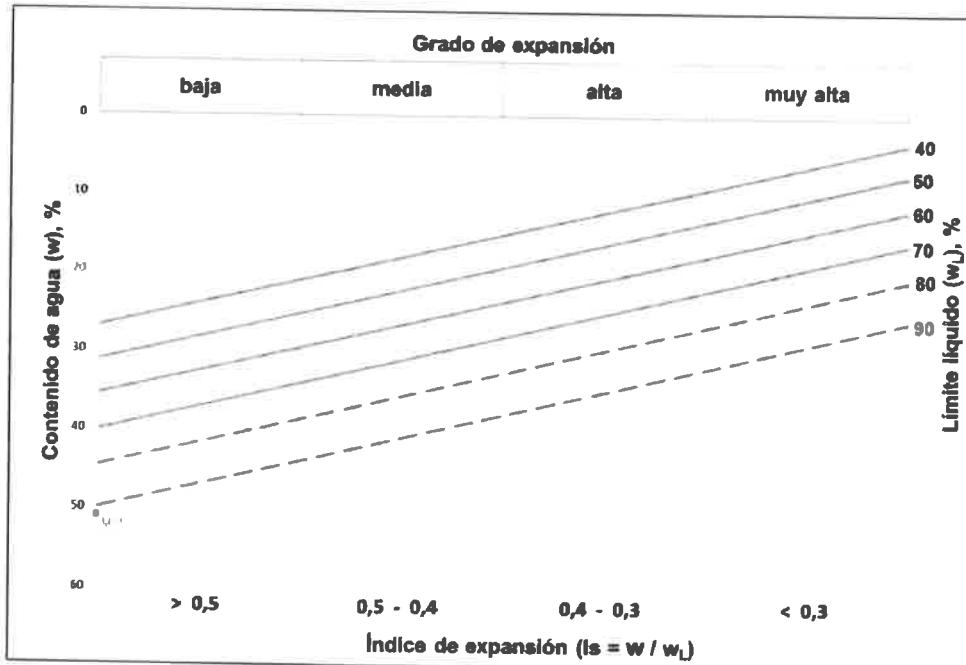
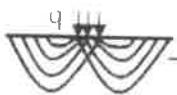


Figura 5 - Grado de expansión



<i>Is</i>	Probable Presión de Expansión (kg/cm²)	Expansion probable
>0,5	<0,33	<1,0
0,4 - 0,5	0,33 - 1,38	1 - 4
0,3 - 0,4	1,38 - 3,30	4 - 10
<0,3	>3,30	>10

Tabla 11 - Método de Ghazzaly y Vijayvergyia para verificar la presión de expansión probable de suelos expansivos.

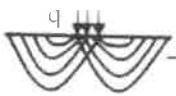
En la **tabla 11**, la probable presión de expansión para el estrato encontrado es menor a 0,33 kg/cm² (<0,33 kg/cm²).

5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE: Los cimientos superficiales deben ser diseñados para que las cargas transmitidas al suelo no causen fallas de capacidad de soporte, ni asentamientos excesivos que ocasionen daños a la estructura soportada.

5.1 CAPACIDAD DE SOPORTE ÚLTIMA Y ASENTAMIENTO:

Para obtener la capacidad de soporte admisible de diseño de conformidad con la Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales y lineamientos establecidos en el Capítulo 6 Geotecnia del Reglamento Estructural de Panamá (REP-14).

5.1.1 MODELACION DE UNA FUNDACIÓN SUPERFICIAL: Se asume que los cimientos superficiales serán zapatas cuadras (BxB) con una profundidad de desplante (D) estimada de 1,50 m. Las cargas verticales últimas de compresión (P_u) fueron estimadas y las cargas de servicio (P_s) fueron determinadas con un factor de 1,4.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.I.C. 315710-1-412268 D.V. 59

Arranque Burundí, calle Las Teguas 860 368, Aplazado 1003-00040, Alvarado
Teléfono 289-7704 Celular 99-15-11-49 correo: entidadesdesuelos@elycan.com

P _u		P _s		D _f	B	Δ	q _c	q _{ult}	q _a	FS = 3,0
(t)	(kN)	(t)	(kN)	(m)	(m)	(mm)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	
10,0	98,1	7,1	70,0	1,50	1,07	24,10	85,65	290,7	95,6	3,0
30,0	294,2	21,4	210,1	1,50	1,80	42,88	90,80	306,0	102,0	3,0
50,0	490,3	35,7	350,2	1,50	2,28	59,82	94,32	317,8	105,9	3,0
70,0	686,5	50,0	490,3	1,50	2,66	72,83	97,02	327,5	108,8	3,0
90,0	882,6	64,3	630,4	1,50	2,97	85,28	100,06	335,6	111,9	3,0
110,0	1078,7	78,6	770,5	1,50	3,25	99,23	102,13	343,1	114,0	3,0

Tabla 12 - Capacidad de soporte y asentamiento estimado

donde:

P = carga vertical de compresión

B = ancho de fundación superficial

D_f = profundidad de desplante

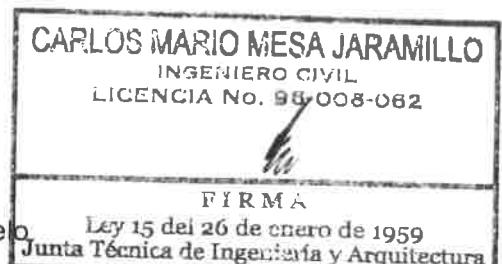
Δ = asentamiento estimado

$g_1 = \text{Proporción de contactos entre los individuos}$

4. Presión de contacto de la fundación al suelo

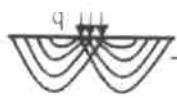
que la capacidad de soporte ultima a compresión

q_a = capacidad de soporte admisible (Estado límite de servicio)



Se utilizó el módulo “zapatas” del software GEO5 2019 para la modelación del entorno geotécnico (considerando los estratos encontrados en el perfil de perforación más adverso) en el análisis de capacidad de soporte y asentamiento a una profundidad de cimentación de 1,50 m. **La tabla 12** contiene los resultados del modelo analizado y las **Figuras 6, 7 y 8** ilustran gráficamente la relación entre el tamaño de la zapata cuadrada, la capacidad de soporte admisible y el asentamiento total para las cargas estimadas.





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.L.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraijan, Buringá, Calle 1as [casa] No. 368, Apartado 1103-00040, Arraijan
Teléfono: 234-7704, Celular: 66-15-11-59, correo: estudiosdesueloselvicar.com

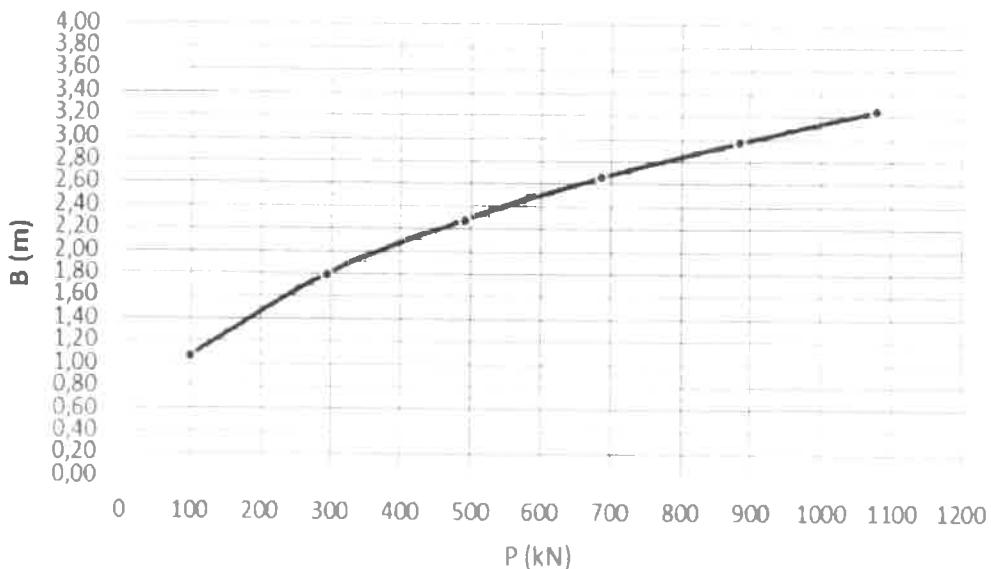


Figura 6 – Dimensionamiento de una zapata cuadrada.

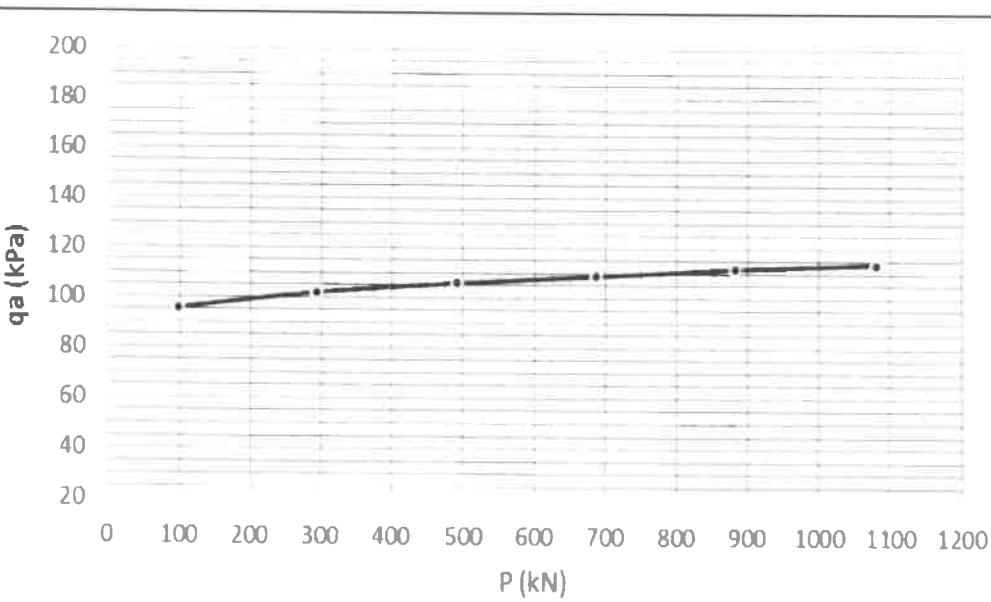
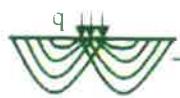


Figura 7 – Capacidad de soporte admisible.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arequipa-Barúanga-Calle Las Tocas No. 368-Apartado 1001-Arequipa
Teléfono: 239-7794 Celular: 98-15-11-59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

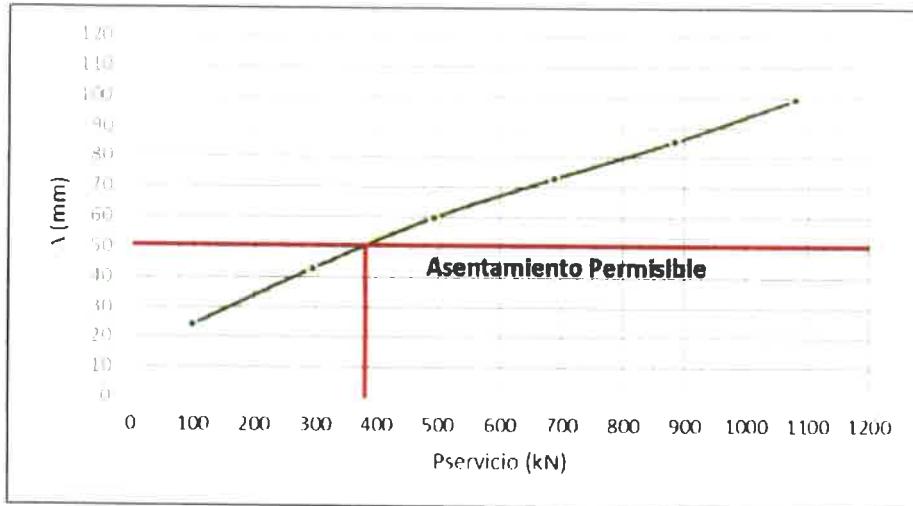


Figura 8 - Asentamiento estimado.

El asentamiento total deberá limitarse a 88,9mm (3,5in) (figura 6.3.6.4, Capítulo 6 – Geotecnia del REP-14).

El asentamiento total (para arenas) deberá limitarse a 50,8mm (2,0in) (figura 6.3.6.4, Capítulo 6 – Geotecnia del REP-14).

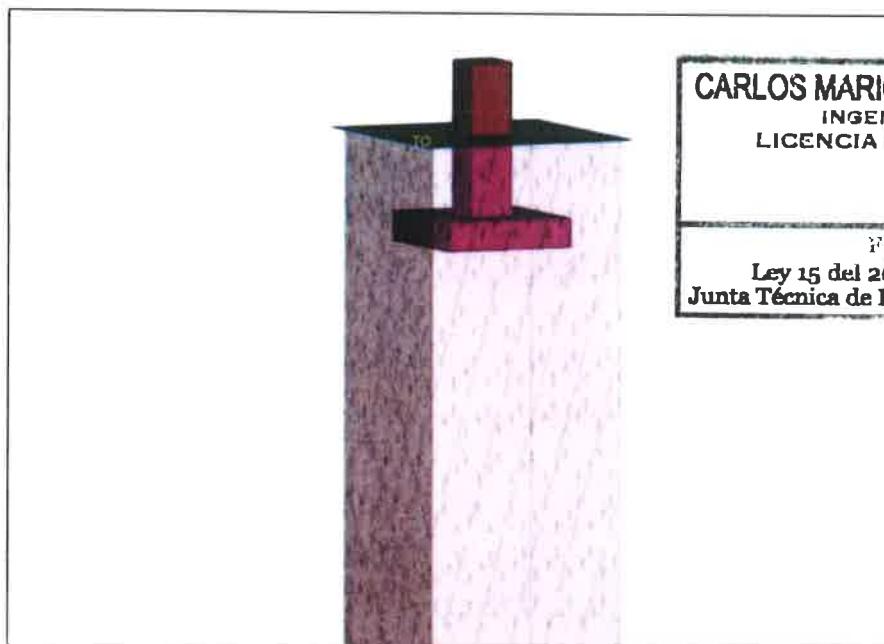
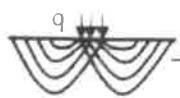


Figura 9 - Modelación de una fundación superficial



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arcaján, Bulevar 1, Calle Las Fecas No. 368, Apartado 100-1000, Arcaján
Teléfono: 259-7704, Celular: 66-15-11-59, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

5.2 CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE EN BASE A LA SPT:

La capacidad de soporte admisible de un suelo puede estimarse a partir de pruebas de campo. Los valores de resistencia (número de golpes/0,30m) obtenidos de la SPT están relacionados directamente con la capacidad de soporte de un suelo, sin embargo deben emplearse con cautela ya que, en ciertas ocasiones pueden conducir a errores sustanciales.

Peck, Hanson & Thornburn (1974) proponen la siguiente ecuación semi-empírica para estimar la capacidad de soporte admisible (q_a) de un suelo:

$$q_a (\text{kPa}) = C_w (0,41) N \Delta$$

Donde:

q_a = esfuerzo de compresión vertical que ocasiona un asentamiento ΔH en mm

N = número de golpes/0,30m

Δ = asentamiento total admisible en mm (normalmente 25,4mm)

C_w = factor de corrección por la presencia de nivel freático

siendo:

$$C_w = 0,5 + 0,5 \frac{D_w}{D_f + B}$$

donde:

$$0,5 < C_w < 1,0$$

D_w = profundidad del nivel freático medida desde la superficie del terreno

D_f = profundidad desde la base de la zapata hasta la superficie del terreno

B = ancho de la zapata

La cual en este informe se ha utilizado la siguiente expresión:

$$q_a (\text{kPa}) = 1,0 (0,41) N (25,4) = 10,41 N$$

$$q_a \left(\frac{t}{m^2} \right) = 1,04 N \approx 1,0 N$$



La **Tabla 13** presenta un resumen de los resultados de las SPT (valores no corregidos) realizadas en función de la profundidad.

Prof.	P-1	P-2
2,30	2	2
3,30	2	6
4,30	3	3
5,30	3	4
6,30	4	2
7,30	4	2
8,30	6	2
9,30	10	2
10,30	2	2
11,30	3	2
11,85	2	2

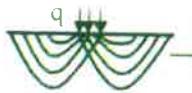
Tabla 13 - Resumen de las SPT en valores no corregidos de N.

Los colores resaltados en la **Tabla 13** corresponden a los suelos encontrados:

 Arena limosa con grava (SM), color gris

Cuando se excede la capacidad máxima de los parámetros geotécnicos, localmente se ocasionan pérdidas de resistencia y ocurre una redistribución de esfuerzos que produce pérdidas de resistencia generales, las cuales eventualmente conducen a fallas.

Con el objetivo de prevenir dichas fallas, se establece el procedimiento de definición de valores característicos de los parámetros geotécnicos a partir de los resultados de laboratorio y/o observaciones de campo con la aplicación de métodos estadísticos.



El valor característico se define como el valor seleccionado que afecta la ocurrencia del estado límite.

El uso de métodos estadísticos implica la disponibilidad de un número suficiente de resultados de ensayos. Las técnicas estadísticas tienen el objetivo de calcular el valor característico a partir de los parámetros estadísticos de las muestras (valor promedio, desviación estándar, coeficiente de variación). El valor característico seleccionado es aquel con poca probabilidad (menor al 5%) de que el valor gobernante del estado límite sea menos favorable que el valor característico.

Para la adecuada estimación del valor característico, se estima el valor promedio del parámetro gobernante del estado límite con nivel de confiabilidad del 95% que dicho valor sea más favorable que el valor característico.

Para determinar los valores característicos (x_k) de los resultados de los SPT realizados por estrato, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

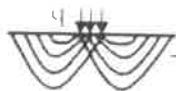
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$
$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$v_x = \frac{s_x}{\bar{x}}$$

$$k_n = 1,64 \sqrt{\frac{1}{n}}$$

$$x_k = \bar{x} (1 - k_n v_x)$$

Siendo la cantidad de ensayos realizados (n), el promedio aritmético de los resultados de los ensayos (\bar{x}), la desviación estándar muestral (s_x), el coeficiente de variación (v_x), el coeficiente estadístico de Student (k_n), y el valor característico x_k .



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Av. 10 de Noviembre, Calle Las Flores, No. 368, Apartado 11-01-0044, Arica, Chile
Teléfono: 56-3-22-4-1281, fax: 56-3-22-4-13-11-54, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

La **Tabla 14** resume el cálculo de los valores característicos correspondientes a los estratos encontrados:

Estrato	M-2 (MH)
Profundidad	2,00 - 12,00
Número de ensayos	22
Valor máximo	10
Valor mínimo	2
Valor promedio	3
Desviación estándar	2,0
Coeficiente de variación	0,62
Coeficiente estadístico	0,35
Valor característico	2

Tabla 14 -Valores característicos de los SPT.

CARLOS MARIO MESA JARAMILLO
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N°. 84-003-062

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

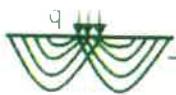
Es importante advertir que las capacidades de soporte indicadas en la **Tabla 15** son capacidades obtenidas, con los valores característicos de los SPT, para condiciones de desplante de cimentaciones alejadas de taludes, sin presencia de nivel freático y el módulo (k^3) de reacción vertical del suelo o módulo de balasto o módulo de Winkler es determinado en base a estas capacidades de soporte.

ESTRATO	PROF. (m)	q_s (t/m ²)	q_a (kPa)	K (MN/m ³)
Arena limosa con grava (SM), color gris	2,00 - 12,00	2,5	24,5	6,5

Tabla 15 - Capacidad de soporte admisible estimada.

6. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SITIO: Se ha clasificado el sitio de acuerdo con el criterio establecido en el Reglamento Estructural de Panamá REP-14. La **Tabla 16** muestra la definición del tipo de perfil de suelo para el área de estudio, la **Tabla 17** presenta un resumen de los términos descritos.

³ Fuente: Nelson Morrison, "Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler", Tesis de Maestría 1993, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraiza, Bulevar, Calle Las Focas, No 368, Apartado 10143-0010, Arraiza
Teléfono 280-7704, Celular 605-15-111, Email: estudiosdesuelos@elvicar.com

Hoyo	$\sum d_i$	$\sum \frac{d_i}{N_i}$	\bar{N}	\bar{N}	Tipo de perfil de suelos
P-1	11,00	3,30	3	3	E
P-2	11,00	4,33	2		

Tabla 16 - Clasificación sísmica del sitio

Donde:

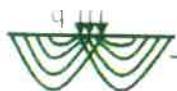
$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum \frac{d_i}{N_i}}$$

$$\bar{\bar{N}} = \frac{\sum \bar{N}_i}{2}$$

Tipo de perfil de suelo	Velocidad de onda cortante, v_s	Número de Golpes N	Resistencia cortante no drenada, S_u
A Roca dura	>1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
B Roca	760 a 1500 m/s	No es aplicable	No es aplicable
C Suelo muy denso y roca suave	370 a 760 m/s	>50	>100 kPa
D Suelo duro	180 a 370 m/s	15 a 50	50 a 100 kPa
E Suelo	<180 m/s	<15	<50 kPa
F Suelo que requiere evaluación específica del sitio	1. Suelos vulnerables a falla potencial o colapso 2. Arcillas altamente orgánicas 3. Arcillas de plasticidad muy alta 4. Arcillas suaves de gran espesor		

Tabla 17 - Clasificación del tipo de perfil de suelo

Para los primeros 10,00 metros de profundidad la Clasificación Sísmica del sitio es Tipo E (suelo).



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arajal-Huanga, Calle las Uñas N° 363-Apt.ado. 1101100040 Arajal
Teléfono: 239-7714. Celular: 86151159. Correo: estudiodesueloselvicar.com

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS DEL SITIO (SEGÚN REP 2014)

Tabla 11.4-1 Coeficiente del Sitio, F_a

Clase de Sitio	Parámetro de aceleración de periodo corto considerando el espectro de respuesta sísmico máximo				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Ver la Sección 11.4.7				

Nota: Usar interpolación Lineal para valores intermedio de S_s .

Tabla 11.4-2 Coeficiente del Sitio, F_v

Clase de Sitio	Parámetro de aceleración de periodo de 1 segundo considerando el espectro de respuesta sísmico máximo				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
	0,1	0,2	0,3	0,4	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
F	Ver la Sección 11.4.7				

Nota: Usar interpolación Lineal para valores intermedio de S_1 .

Tabla 11.8-1 Coeficiente del Sitio, F_{PGA}

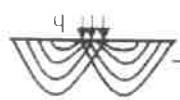
Clase de Sitio	Parámetro de aceleración de Aceleración Pico considerando el espectro de respuesta sísmico máximo				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Ver la Sección 11.4.7				

Nota: Usar interpolación Lineal para valores intermedio de PGA .

Proyecto Isla Mulatupu - Comarca de Guna Yala.

(Valores según la Tabla 5.12, del REP 2014 y el Cuadro A6.5.5.4.1 referencia 35 del REP 2014)

$S_s =$	0,940	(Para clase de Sitio "B")
$S_1 =$	0,380	(Para clase de Sitio "B")
$PGA =$	0,400	(Para clase de Sitio "B")
Perfil del Sitio (del proyecto) =	E	



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.
R.U.C. 315710-1-412268 D.V. 59

Ecuaciones necesarias para determinación de valores sísmicos

$$S_{MS} = F_a * S_S$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} * S_{MS}$$

$$S_{M1} = F_v * S_1$$

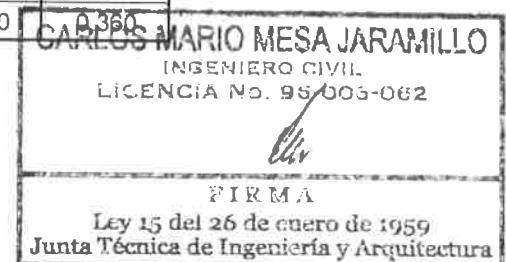
$$S_{D1} = \frac{2}{3} * S_{M1}$$

$$PGA_M = F_{PGA} * PGA$$

Clase de Sitio	A	B	C	D	E
F _a	0,800	1,000	1,024	1,124	0,972
F _v	0,800	1,000	1,420	1,640	2,480
F _{PGA}	0,800	1,000	1,000	1,100	0,900
S _{MS}	0,752	0,940	0,963	1,057	0,914
S _{M1}	0,304	0,380	0,540	0,623	0,942
S _{DS}	0,501	0,627	0,642	0,704	0,609
S _{D1}	0,203	0,253	0,360	0,415	0,628
PGA _M	0,320	0,400	0,400	0,440	0,360

Valores para la clase del sitio del Proyecto: E

$$\begin{array}{l} S_{DS} = 0,609 \\ S_{D1} = 0,628 \\ PGA_M = 0,360 \end{array}$$



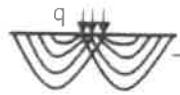
En caso de análisis de estabilidad de taludes, muros: Presentamos Sugerencias para estimar k_s y k_c según el cuadro A6.5.5.4.1 del Pcp 2014

Clase de Sitio	A	B	C	D	E
K_h (Ref. 35)	0,20	0,25	0,26	0,28	0,24
K_h (Ref. 08)	0,23	0,25	0,25	0,26	0,24
K_h (Ref. 25)	0,16	0,20	0,20	0,22	0,18
K_v (Ref. 25)	0,11	0,13	0,13	0,15	0,12

Valores de los coeficientes sismicos horizontal y vertical para la clase del sitio del Proyecto:

Clase de sitio asignada al lugar del proyecto - []

$$k_h = 0,18$$



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arrajan, Burunga, Calle Las Focas No 368, Apartado 11003-06040, Arrajan
Teléfono 232 7704 Celular 66 15 11 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

Espectro de diseño de respuesta sísmica (Según Rep 2014)

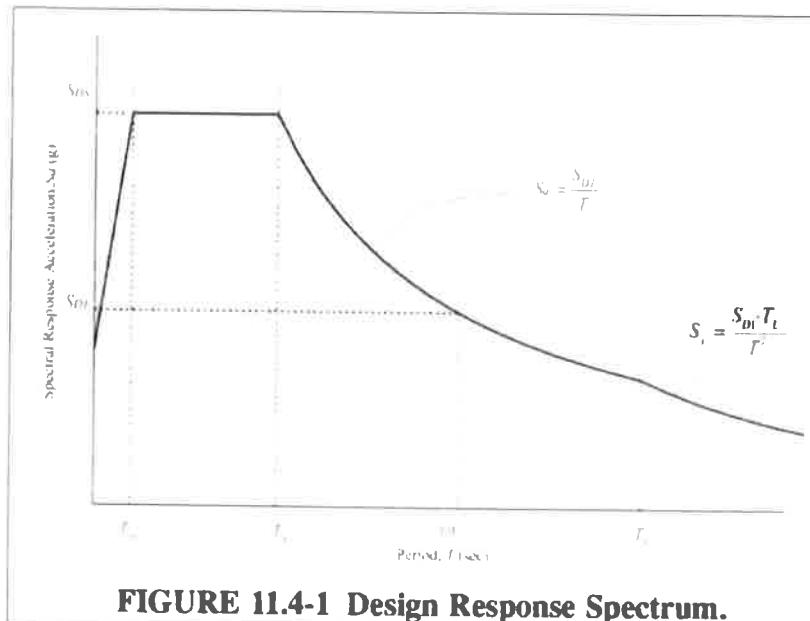


FIGURE 11.4-1 Design Response Spectrum.

Condiciones y consideraciones:

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = 1,031 \text{ seg}$$

$$T_0 = 0,2 * T_s$$

$$T_0 = 0,206 \text{ seg}$$

$$T_L = 10 \text{ seg}$$

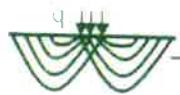
$$T_L = 10,00 \text{ seg}$$

Condición 1. $0 \leq T \leq T_0 \rightarrow S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$

Condición 2. $T_0 \leq T \leq T_s \rightarrow S_a = S_{DS}$

Condición 3. $T_s < T \leq T_L \rightarrow S_a = \frac{S_{D1}}{T}$

Condición 4. $T_L < T \rightarrow S_a = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2}$



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.I.C. 315710-1-412268 D.V.59

Airaján, Bucanga, Colle Las Teguas No 3600, Apartado 1003-00048 Airaján
Teléfono: 159-7704 Celular: 66-1311-59 correo: estudiosdesueloselvicar.com

Espectro de diseño de respuesta sismica (Según Rep 2014)

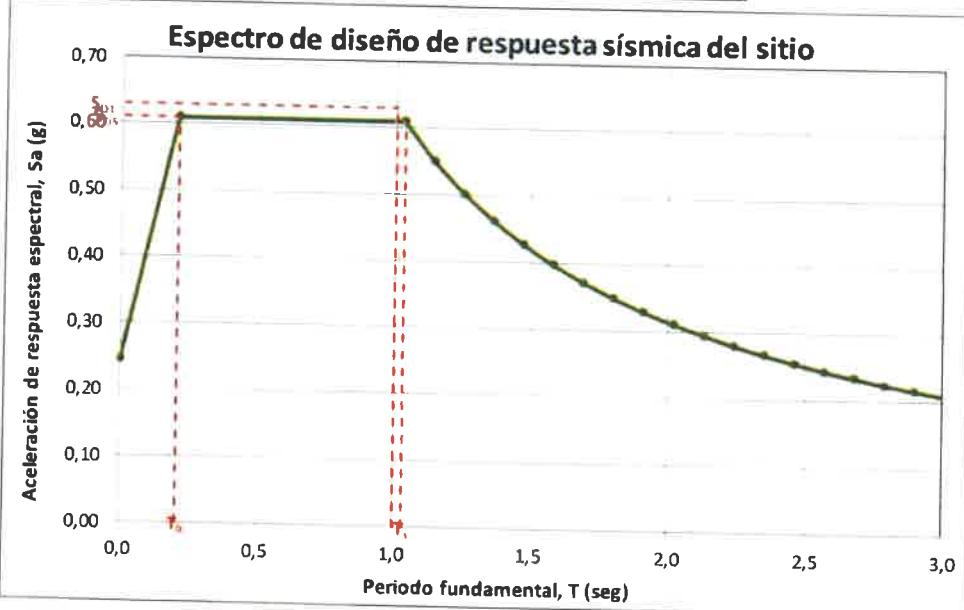
Puntos	T (seg)	S _a (g)	Condición
1	0,000	0,244	1
2 (T ₀)	0,206	0,609	
3 (T _s)	1,031	0,609	
4	1,141	0,550	
5	1,251	0,502	
6	1,361	0,462	
7	1,471	0,427	
8	1,581	0,397	
9	1,691	0,372	
10	1,801	0,349	
11	1,911	0,329	
12	2,021	0,311	
13	2,131	0,295	
14	2,241	0,280	
15	2,351	0,267	
16	2,461	0,255	
17	2,571	0,244	
18	2,681	0,234	
19	2,791	0,225	
20	2,901	0,217	
21	3,010	0,209	
22	3,120	0,201	
23	3,230	0,194	
24	3,340	0,188	
25	3,450	0,182	
26	3,560	0,176	
27	3,670	0,171	
28	3,780	0,166	
29	4,000	0,157	

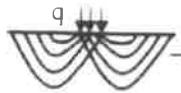
3

CARLOS MARIO MESA JARAMILLO
INGENIERO CIVIL
LICENCIA NO. 90-008-062



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





***Nota: En cuanto a las estimaciones y recomendaciones de los parámetros sísmicos y espectro de respuesta sísmica del sitio presentado en este informe, el ingeniero estructural debe revisar y validar los Factores de modificación de respuesta "R" y el Factor de importancia por ocupación "I".**

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Según se presenta en la **Tabla 12** – “Capacidad de soporte y asentamiento estimado”. Para cargas puntuales estimadas que varían de (10,0 toneladas a 110,0 toneladas, que producen presiones de contacto que varían de 85,65 kPa a 102,13 kPa); con fundaciones superficiales tipo zapatas cuadradas que varían de (1,07 m x 1,07 m @ 3,25 m x 3,25 m), con profundidad de desplante de 1,50 m; La capacidad de soporte admisible del suelo (determinado con un factor de seguridad $FS= 3$) varía de 95,6 kPa @ 114,0 kPa (9,7 t/m² @ 11,6 t/m²). Se estimó que el asentamiento que se puede producir bajo este rango de cargas y estas condiciones de fundaciones varía de 24,10 mm @ 99,23 mm (Asentamientos con rangos mayores a 50,8 mm - Permitido por el REP-14 - para arena).

Según se observa en la **Figura 8** “Asentamiento estimado” si las cargas de trabajo son mayores a 380 kN (38,7 t) o produzcan presiones de contacto de fundaciones mayores a 9,4 t/m² se pueden producir asentamientos mayores a los permitidos por el REP-14 (para arenas), por lo anterior si esto ocurre se recomienda cimentar con cimientos profundos tipo pilotes fundidos en sitio (para trabajar por punta) o hincados hasta el rechazo (para trabajar a fricción).

Si se opta por pilotes hincados, las capacidades mínimas de trabajo a ser utilizadas serán,

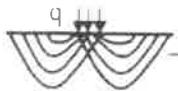
Pilotes redondos

10" de diámetro

50 toneladas métricas

12" de diámetro

90 toneladas métricas



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.N.59

Aranjuez - Bucaramanga - Calle Las Flores No. 368 - Apartado 1003-40040 Aranjuez
Teléfono 259-7714 - Celular 300 15 11 59 - correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

Pilotes cuadrados

10" de lado	60 toneladas métricas
12" de lado	115 toneladas métricas
16" de lado	150 toneladas métricas

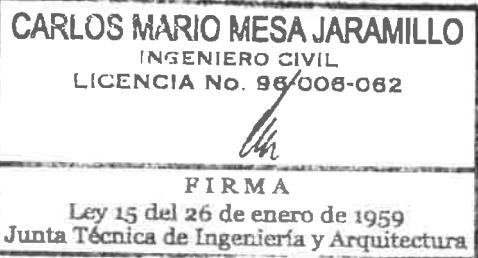
Hincados al rechazo. Las energías mínimas de hincado para los pilotes serán,

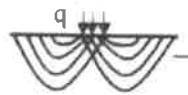
10" de diámetro	15000 lb - ft
12" de diámetro	22000 lb - ft
10" de lado	18000 lb - ft
12" de lado	28000 lb - ft
16" de lado	53000 lb - ft

Lo anterior constituye una guía tentativa, ya que depende del tipo de martillo y el peso del pistón.

Esta información, en conjunto con la información adicional incluida en el resto del Informe Geotécnico constituye elementos de referencia para el diseño conceptual de las estructuras del proyecto, los cuales serán utilizados por el Ingeniero Estructural. Es nuestra política suministrar esta información y dejar a decisión del Ingeniero Estructural la selección del tipo, profundidad de desplante, o cualquier otra decisión de diseño de las fundaciones, las cuales involucran una evaluación sistemática de la magnitud y naturaleza de los esfuerzos que controlan el diseño.

El Ingeniero Estructural podrá estimar la magnitud de los asentamientos diferenciales y estabilidad del conjunto, para distintas condiciones de carga de diseño.





ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

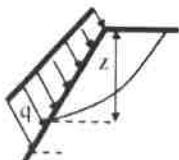
R.U.C. 315710-1-112268 D.V.59

Arraijan Buringa, Calle Las Tecas No 368 Apartado 11003-000040 Arraijan
Teléfono 259 7704 Celular 66 15 11 59 correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

8. APÉNDICE: Se adjunta el siguiente apéndice:

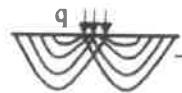
Apéndice "A": Pruebas de Laboratorio (5 hojas),

Atentamente,




M.I. Carlos Mario Mesa J.

Consultor en Geotecnia
Lic. No. 96-006-062



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.I.C. 315710-1-412268 D.V.59

Arraiján, Burunga, Calle Las Tecas, No 368, Apartado 1003-00040 Arraiján
Teléfono 259 7704, Celular 66 15 11 59 correo estudiosdesuelos@elvicar.com

Apéndice “A”: Pruebas de Laboratorio



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 DA-59

Av. Juan B. Berlanga, Col. Las Fazendas, Apartado 1007400040, Amatista
Teléfono: 239-5764, 7-7019, 00-51-39, Correo: estudiodeosueloselvicar.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG / GRADATION ANALYSIS AND ATTERBERG LIMITS

Proyecto / Project: Isla Mulatupu (San Blas)

Cliente / Client: INGENIERIA CONTINENTAL S.A

Muestreado por / Sample by: El Vicar S.A Fecha / Date: 2019/04/13-14

Preparado por / Tested by: El Vicar S.A Fecha / Date: 2019-04-18

Grupo / Group: M-1

Localización / Location: Isla Mulatupu, San Blas

República de Panamá

ANALISIS GRANULOMÉTRICO / GRADATION ANALYSIS (ASTM D6913)

Tamiz / Sieve	Retenido Acum / Accum Retained	%	%	Corrección / Correcion % Que Pasa / Passing
	Retenido / Retained	Que Pasa / Passing		% Que Pasa / Passing
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"		100,0	100,0	
3/4"	5,8	1,2	98,8	98,8
1/2"	20,5	4,1	95,9	95,9
3/8"	38,5	7,7	92,3	92,3
# 4	99,1	19,8	80,2	80,2

Agregado grueso / Coarse Aggregate

Tamiz / Sieve	Retenido Acum / Accum Retained	%	%	Corrección / Correcion % Que Pasa / Passing
	Retenido / Retained	Que Pasa / Passing		% Que Pasa / Passing
# 4	99,1	19,8	80,2	80,2
# 10	155,8	31,2	68,8	68,8
# 40	259 9	52,0	48,0	48,0
# 50	278,2	55,6	44,4	44,4
# 60	286,8	57,4	42,6	42,6
# 100	295,9	59,2	40,8	40,8
# 200	314,6	62,9	37,1	37,1

Agregado fino / Fine Aggregate

Peso Muestra Total Seca / Weight Total dry sample 500,00 g

Peso Seco Despues de Lavado / Weight dry after washed 314,70 g

% Grava / Gravel 19,8 % Arena / Sand 43,1 % Finos / Fine 37,1

LIMITES DE ATTERBERG / ATTERBERG LIMITS

Límite Líquido / Liquid Limit

Cono Ingles

Peso del Cono = 76 g

V = 60°

Tara / Tare No	Peso de Tara / Weight Tare (g)	Tara + Suelo Húmedo / Tare + Wet Soil (g)	Tara + Suelo Seco / Tare + dry soil (g)	Peso de Agua / Weight Water (g)	Suelo Seco / Dry Soil (g)	Contenido de Agua / Water Content (%)	Penetración de cono / Penetration of cone mm
T-8	19,16	62,71	50,01	12,70	30,85	41,17	13,83
T-7	18,42	58,76	46,64	12,12	28,22	42,95	18,62
T-9	19,04	63,69	50,16	13,53	31,12	43,48	21,46

Límite Plástico / Plastic Limit (ASTM D4318)

Tara / Tare No	Peso de Tara / Weight Tare (g)	Tara + Suelo Húmedo / Tare + Wet Soil (g)	Tara + Suelo Seco / Tare + dry soil (g)	Peso de Agua / Weight Water (g)	Suelo Seco / Dry Soil (g)	Contenido de Agua / Water Content (%)	Promedio / Average
P-9	6,45	8,14	7,72	0,42	1,27	33,07	33,60
P-10	8,22	9,91	9,48	0,43	1,26	34,13	

Descripción del material / Description of Material: Arena limosa con grava, plasticidad baja.

color gris

Observación / Remark: No hay observaciones

$W_L = \frac{43,2}{19,16} \times 100 = 225,0\%$ Límite Líquido / Liquid Limit
 $W_P = \frac{33,6}{19,16} \times 100 = 176,0\%$ Límite Plástico / Plastic Limit
 $IP = \frac{9,6}{19,16} \times 100 = 50,0\%$ Índice de plasticidad / Plastic index

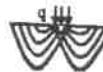
Clasificación / Clasification SUCS SM

Clasificación / Clasification AASHTO A-5

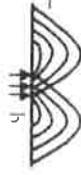
Laboratorista / Laboratory Worker: JR

Revisado por / Reviewed by: CMM

Fecha / Date: 2019-04-22



**ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.**



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D V.59

Villanueva, Calle 1, los 3,500 mts. alt. 400' Vialidad: Muy buena
Teléfono: 559-7301 Celular: 09 1711 89 Estudio de suelos y diseño civil con
varias sedes en el país.

LÍMITES DE ATTERBERG / ATTERBERG LIMITS

Proyecto / Project: Isla Mulaupu (San Blas)

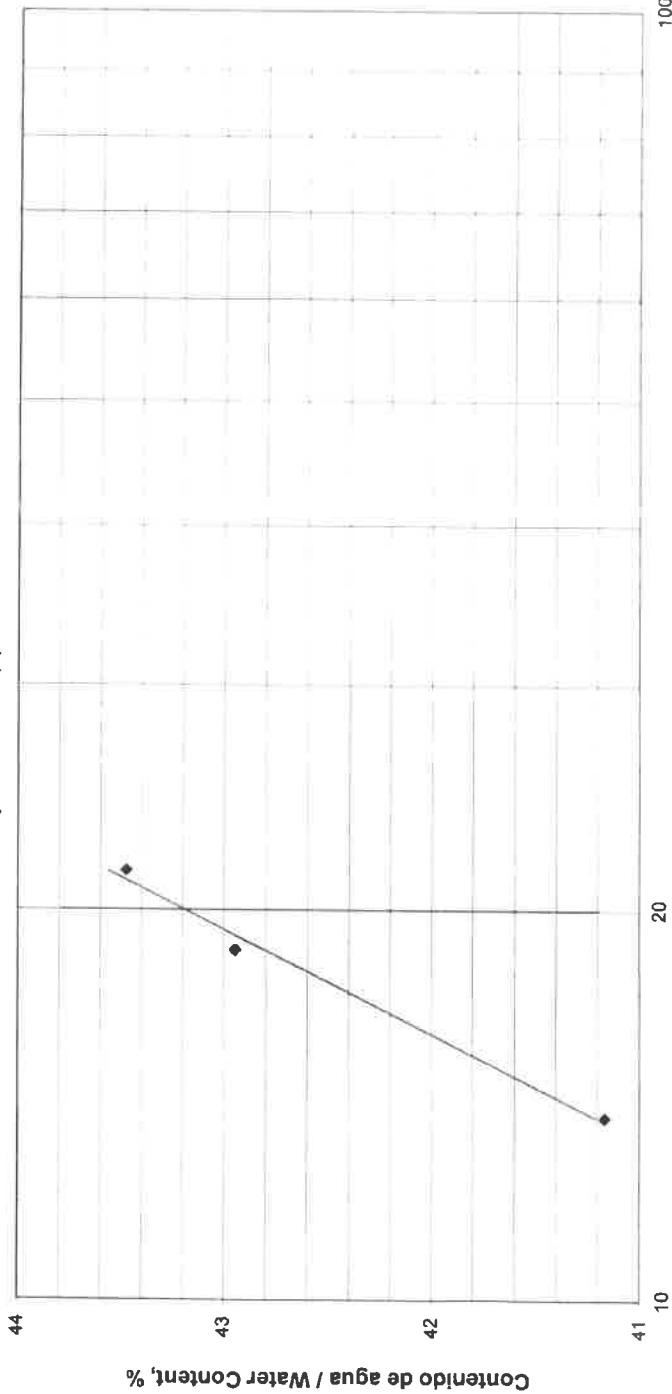
Grupo / Group: M-1

Localización / Location: San Blas

Hoyo / Borehole: _____

Profundidad / Depth: _____ m

$$y = 5,3698 \ln(x) + 27,106$$



Penetración del cono/ Penetration of the cone, mm

Descripción del material / Description of material:

Arena limosa con grava, plasticidad baja,
color gris

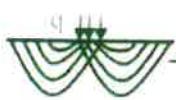
Límite Líquido / Liquid Limit
Límite Plástico / Plastic Limit
índice de plasticidad / Plastic index

$w_L = \frac{43.2}{33.6} \%$
 $w_P = \frac{33.6}{9.6} \%$
 $IP = \frac{9.6}{}$ %

Observaciones / Remark:
No hay observaciones



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1412208 D \ 59

Armanay Baturanga, Caffe Lax Tegu, No.368, Anorando, 10064, 07421, Aranjab, 022 259 7746, Cebuano 032 259 5910, www.godaddy.com, www.armanay.com

DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER UNCONSOLIDATED UNDRAINED CONDITIONS

Tested in accordance with ASTM Designation: D 6528

TEST REPORT - SUMMARY

Project location	Isla Mulatupu (San Blas)		
Project reference	ICONSA		
Borehole number	M-1 / P-1 (10A)	Specimen type	Remoulded
Specimen description	Areno limosa con grava, plasticidad baja, color gris. (SM)		
Specific gravity	2.60 (Assumed)	Specimens tested submerged	
Type of shear device	Mechanically-driven shear machine with digital data acquisition and a pneumatic loading device		

INITIAL CONDITIONS	SPECIMEN 1	SPECIMEN 2	SPECIMEN 3
Specimen number	Pto. 1	Pto. 2	Pto. 3
Specimen depth (m)	11.00	11.00	11.00
Thickness (mm)	20.3	20.0	20.2
Diameter (mm)	60.0	60.0	59.7
Area (mm ²)	2827.4	2827.4	2797.4
Water content (whole specimen) (%)	51	51	50
Water content (trimmings) (%)	67	67	67
Dry specimen mass (g)	62.7	61.8	62.0
Wet unit weight (kN/m ³)	16.13	16.15	16.16
Dry unit weight (kN/m ³)	10.70	10.72	10.76
Void ratio	1.384	1.380	1.370
Degree of saturation (%)	95	96	95

 SHEARING			
Rate of displacement (mm/min)	0.712322	0.686236	0.682239
Conditions at failure (maximum shear stress)			
Normal stress (kPa)	30	60	120
Shear stress (kPa)	17	35	66
Horizontal displacement (mm)	5.89	5.90	5.40
Vertical deformation (mm)	1.469	1.792	1.289

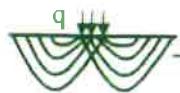
FINAL CONDITIONS			
Water content (%)	51	51	50
Wet unit weight (kN/m^3)			
Dry unit weight (kN/m^3)			

Apparent cohesion (kPa)	0.0
Angle of shearing resistance (°)	29.3

Comments / variations from procedures:



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

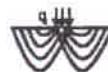
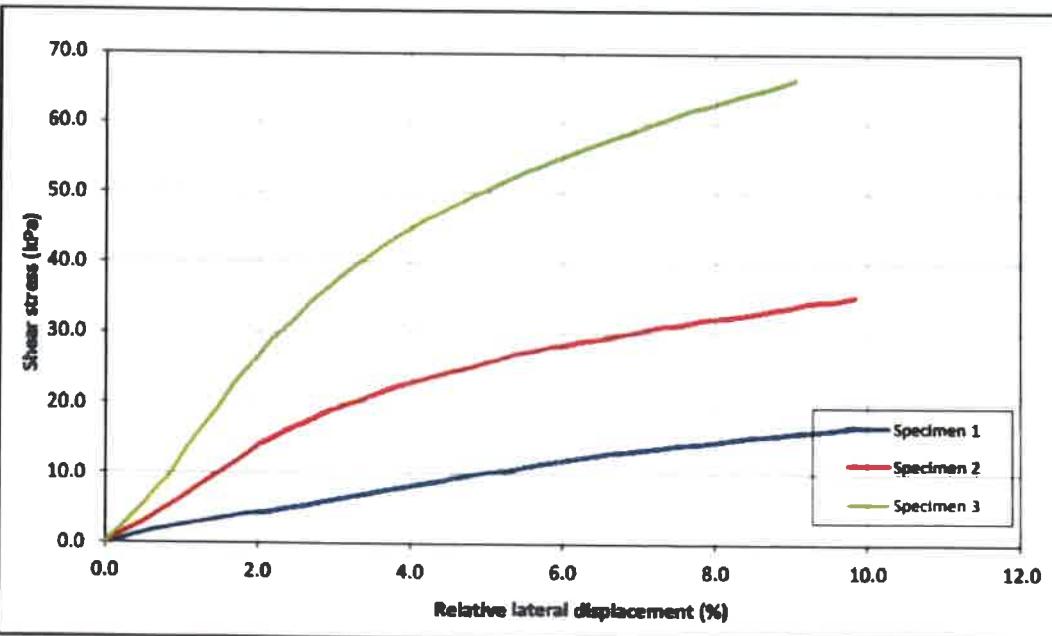
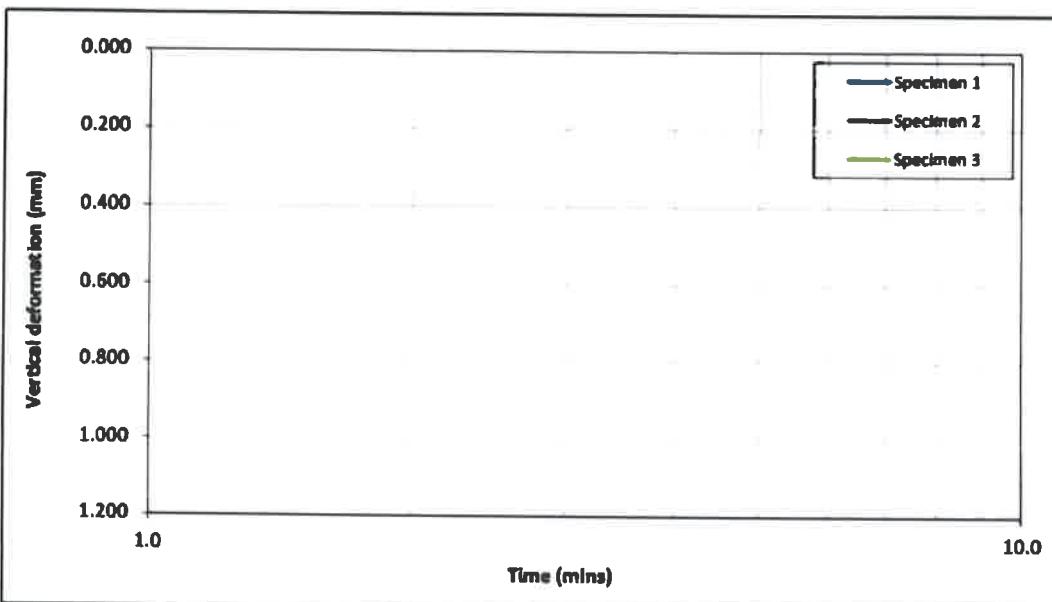
Arrajan - Burungo - Calle Las Fecas No. 368 - Apartado 10013-30040 - Arrajan
Teléfono: 259-7704, Celular: 66-15-11-59, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER UNCONSOLIDATED UNDRAINED CONDITIONS

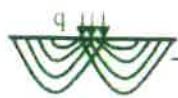
Tested in accordance with ASTM Designation: D 6528

TEST REPORT

Project location	<i>Isla Matalupu (San Blas)</i>	Specimen number	<i>Pto. 1, Pto. 2, Pto. 3</i>
Project reference	<i>ICONSA</i>	Specimen depth (m)	<i>11.00, 11.00, 11.00</i>
Borehole number	<i>M-1 / P-1 (10A)</i>		



ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.



ESTUDIOS DE SUELOS EL VICAR, S.A.

R.U.C. 315710-1-412268 D.V.59

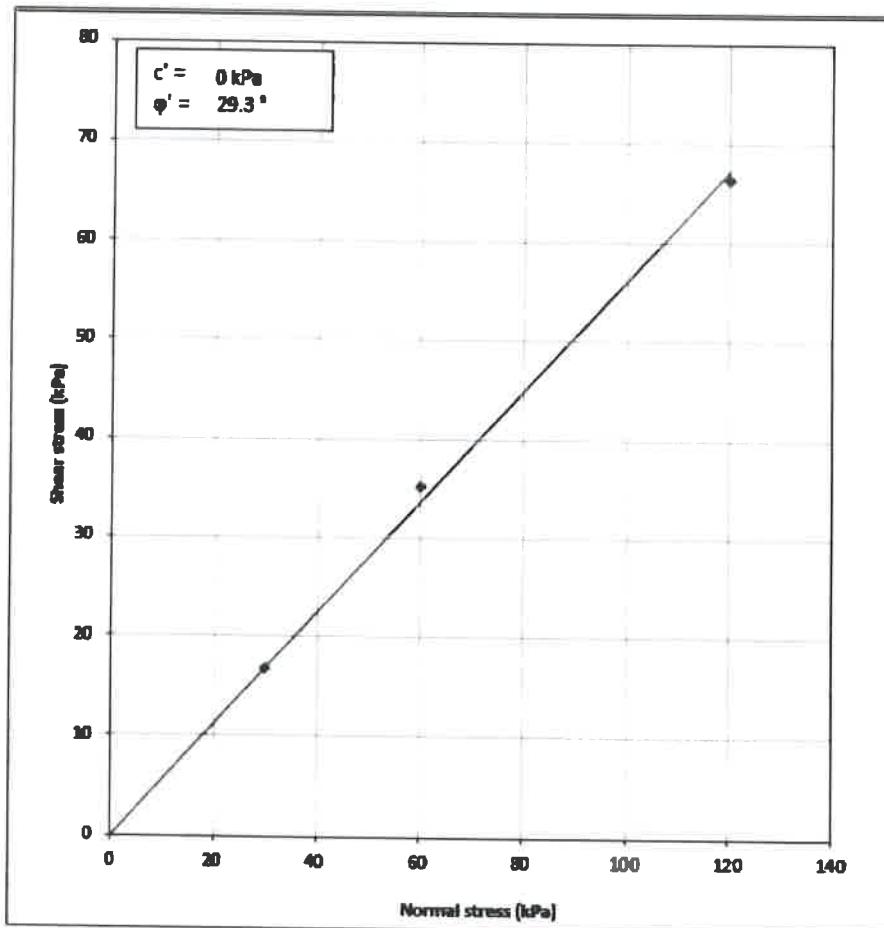
Arraiza, Burianga, Calle Las Vegas, No. 368, Apartado 1003-00040, Arraiza
Teléfono 259 7704, Celular 66 15 11 59, correo: estudiosdesuelos@elvicar.com

DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER UNCONSOLIDATED UNDRAINED CONDITIONS

Tested in accordance with ASTM Designation: D 6528

TEST REPORT

Project location	Isla Mulatupu (San Bias)	Specimen number	Pto. 1, Pto. 2, Pto. 3
Project reference	ICONSA	Specimen depth (m)	
Borehole number	M-1 / P-1 (104)		11.00, 11.00, 11.00

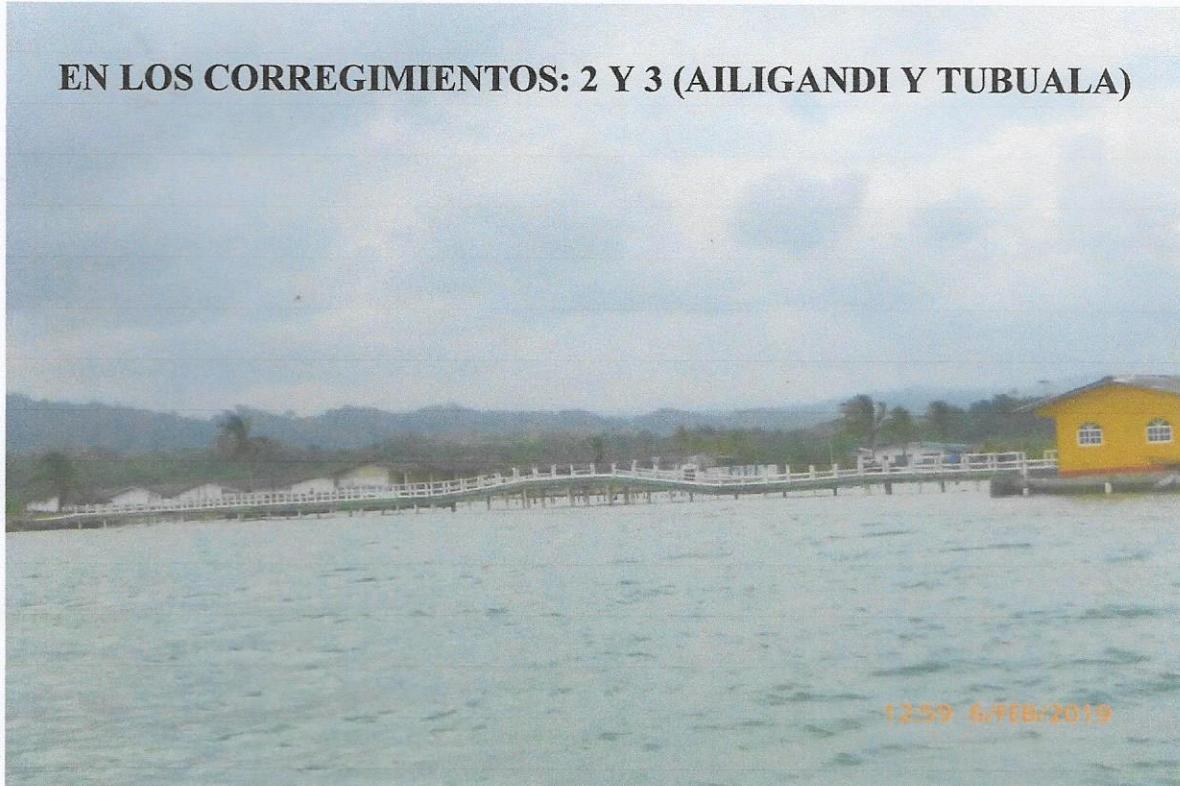


ESTUDIOS DE SUELOS
EL VICAR, S.A.

EIA CAT.II.

**“DESARROLLO DE DOS PUENTES PEATONALES MARINOS ENTRE LA ISLA MULATUPU Y TIERRA FIRME Y, ENTRE LA ISLA SAN IGNACIO DE TUPILE Y LA ISLA MIRIA; UN MURO DE PROTECCIÓN ROMPEOLAS Y ÁREA TECHADA DE CINCO TUMBAS DE LOS ANCESTROS EN ISLA MIRIA; GAZEBO Y RESTAURACIÓN DEL MONUMENTO AL BRIGADIER INABAGINYA EN ISLA MULATUPU;
UBICADOS EN LA COMARCA GUNA YALA”**

EN LOS CORREGIMIENTOS: 2 Y 3 (AILIGANDI Y TUBUALA)



PREPARADO POR:

Mgtr. Aguilardo Pérez Y.
ARQUEÓLOGO
Reg. 0709 INAC-DNPH
10-7-012
MGTR. AGUILARDO PÉREZ Y.
REG. 0709 INAC-DNPH

PANAMÁ, MARZO DE 2019

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó la inspección arqueológica en el área que será desarrollado el proyecto denominado ***“Desarrollo de Dos Puentes Peatonales Marinos Entre la Isla Mulatupu y Tierra Firme y, Entre la Isla San Ignacio de Tupile y la Isla Miria; Un Muro de Protección Rompeolas y Área Techada de Cinco Tumbas de Los Ancestros en Isla Miria; Gazebo y Restauración del Monumento al Brigadier Inabaginya en Isla Mulatupu; Ubicados en la Comarca Guna Yala”.***

Este proyecto será desarrollado en dos lugares distintos (uno en San Ignacio de Tupile y el otro en la isla Mulatupu) que distan entre sí aproximadamente a unos 50km lineales.

El área de influencia directa del proyecto propuesto se caracteriza por una topografía plana, con vegetación muy poca de palmas de coco y con pequeñas áreas arbustivas de mangle, dentro del terreno con pequeñas gramíneas apenas que se han desarrollado.

INTRODUCCIÓN

La evaluación sobre los recursos arqueológicos forma parte del estudio de impacto ambiental de este proyecto, denominado ***“Desarrollo de Dos Puentes Peatonales Marinos Entre la Isla Mulatupu y Tierra Firme y, Entre la Isla San Ignacio de Tupile y la Isla Miria; Un Muro de Protección Rompeolas y Área Techada de Cinco Tumbas de Los Ancestros en Isla Miria; Gazebo y Restauración del Monumento al Brigadier Inabaginya en Isla Mulatupu; Ubicados en la Comarca Guna Yala”***, para cumplir con los estudios de impacto arqueológico, de acuerdo a la Ley Nacional del Ambiente, **Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de Agosto de 2009**, que regula la actividad y enmarca los contenidos mínimos y términos de referencia para los estudios de impacto arqueológico.

En este informe se presenta los resultados de los trabajos de inspección y evaluación arqueológica llevada a cabo en los terrenos del área de proyecto, donde se indica la localización geográfica y la ubicación del proyecto dentro del mapa arqueológico de Panamá, características del lugar desde el punto de vista arqueológico, descripción del área, metodología utilizada, conclusiones y las recomendaciones para el momento de la ejecución de la obra.

El trabajo de inspección y evaluación arqueológica fue realizado durante los días 4 al 7 de febrero del presente.

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

1.1. Objetivo General

Evaluar el impacto y los riesgos que cause el proyecto denominado *“Desarrollo de Dos Puentes Peatonales Marinos Entre la Isla Mulatupu y Tierra Firme y, Entre la Isla San Ignacio de Tupile y la Isla Miria; Un Muro de Protección Rompeolas y Área Techada de Cinco Tumbas de Los Ancestros en Isla Miria; Gazebo y Restauración del Monumento al Brigadier Inabaginya en Isla Mulatupu; Ubicados en la Comarca Guna Yala”*, sobre los recursos arqueológicos, dentro del área de influencia directa.

1.2. Objetivos específicos

- Conocer las características y los antecedentes arqueológicos del área del proyecto, mediante revisión bibliográfica.
- Establecer la existencia o no de sitios arqueológicos dentro del área de influencia directa e impactos potenciales sobre estos recursos.
- Definir las medidas necesarias a implementar para la prevención, mitigación y/o compensación de los riesgos de impacto.

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

EL proyecto *“Desarrollo de Dos Puentes Peatonales Marinos Entre la Isla Mulatupu y Tierra Firme y, Entre la Isla San Ignacio de Tupile y la Isla Miria; Un Muro de Protección Rompeolas y Área Techada de Cinco Tumbas de Los Ancestros en Isla Miria; Gazebo y Restauración del Monumento al Brigadier Inabaginya en Isla Mulatupu; Ubicados en la Comarca Guna Yala”* está localizado en la Comarca Guna Yala, en los corregimientos de Ailigandi y de Tubualá. Se encuentran a una distancia de 153.59 Km y a 193.80 Km aproximados al Noroeste de la Ciudad de Panamá, en el sector del Mar Caribe.

El subsuelo del área de proyecto en su mayor parte se encuentra cubierto de material orgánico, con sedimentaciones por estar en la costa y la mayor parte con piedras coralinas. Esto se observó en el momento de realización de sondeos, en la profundización de las excavaciones. Los perfiles expuestos por los sondeos efectuados también nos corrobora y la extensión de estas. También se observaron la existencia de piedras coralinas en la superficie, producto de rellenos efectuados por los moradores del lugar y en la intensión de excavaciones se pudo constatar.



Figura 1. Ubicación Regional del Proyecto

3. UBICACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DEL MAPA ARQUEOLÓGICO DE PANAMÁ.

Que dentro del mapa arqueológico y de las divisiones culturales de los estudios realizados por los científicos de esta especialidad, el proyecto está localizado en La Región Este de Panamá, El Gran Darién (R. Cooke 1984). Y en este sector se hicieron estudios sobre la división lingüística, de un principio los españoles de los cuevas y luego por Katlen Romoli

(1987). En áreas circunvecinas del proyecto, en el sector Oeste de la ciudad de Panamá en cierto tiempo fueron realizados prospecciones y sondeos arqueológicos, para ubicar la extensión de patrones y fronteras culturales prehispánicas.

En esta área se realizaron algunas prospecciones y excavaciones por los arqueólogos: Samuel Lothrop (1951), en Playa Venado, que encontró con más de cien (100) entierros asociados con artefactos cerámicos, líticos, cuentas y huesos de animales; y en 1954 este mismo arqueólogo halló 370 entierros en Playa Venado; En la Playa Kobbe y en la Punta Bruja (Noreste de la Playa Venado) fueron realizados los trabajos de excavaciones por Gaber en 1987. En 1958 y 1961, Bull realizó las excavaciones en Playa Venado encontrándose con algunos sitios ceremoniales, relacionados con el sitio Conté del Panamá Central. Las vasijas de los estilos “Cubitá” y “Conte” que se hallan en la Península de Azuero eran usadas en mayores cantidades alrededor del litoral de la Bahía de Panamá (Cooke 1998:163) estas cerámicas fueron halladas de igual forma en Playa Venado, durante las excavaciones realizadas por Lothrop.

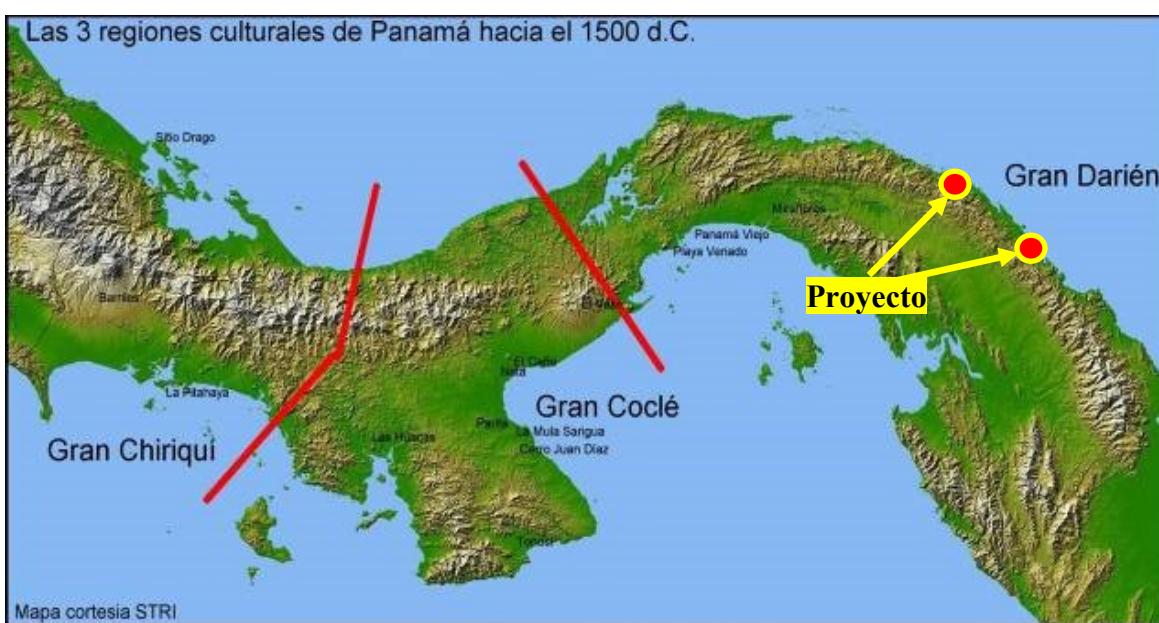


Figura 2. Ubicación de sitios arqueológicos y división de las Regiones Culturales de Panamá durante la Época Precolombina.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS

4.1. Isla Miria: Esta isla pertenece a la comunidad de San Ignacio de Tupile, en donde se construirá el puente peatonal para comunicarse con la comunidad, en esta isla se efectuaron 4 sondeos para verificar la existencia o no de los materiales arqueológicos en el sitio. Y, se hizo reconocimiento ocular a pie en todo el terreno del proyecto. De los sondeos efectuados aquí presentamos en lo siguiente:

Sondeo 1: Este sondeo se ubicó a través del dispositivo de posicionamiento global, GPS, en las siguientes coordenadas de proyección UTM WGS84: E813177, N1028430. Se abrió una cuadricula de 32x 45cm con una profundidad de 30cm. Del 0 – 14cm, es la capa superior, suelo color pardo con material orgánico mezclado con grava del río, a este nivel no se observó material cultural. Del 14 – 30cm es la capa inferior, color del suelo es entre crema y naranja, es una capa rellena con arena del río entre gravillas.



Sondeo 2: Este sondeo se ubica en las siguientes coordenadas de UTM WGS84: E813089, N1028668. Se abrió con una cuadricula de 26 x 26cm y la profundidad de 35cm. Del 0 - 14cm, color del suelo es café con material orgánico. Del 14 - 22cm color del suelo es pardo suave y suelto (arenisco). Del 22 - 35cm suelo color kaki, arena húmeda. En esta área hubo mangle, luego fueron desmontados.



Sondeo 3: Su localización con GPS, en coordenadas UTM WGS84: E813090, N1028538. Se abrió una cuadricula de 25 x 28cm a una profundidad de 23cm. Del 0 - 3cm es la capa superior, color del suelo es pardo suave y café con material orgánico. Del 3 - 23cm suelo color café con material de piedras coralinas fragmentadas capa inferior, inicio de suelo estéril.

Este sondeo se efectuó en las coordenadas de la Alternativa 1.



Anotaciones en la
Alternativa 1.



Sondeo 4: Su localización con GPS, en coordenadas UTM WGS84: E813073, N1028513. Se abrió una cuadricula de 25 x 28cm a una profundidad de 22cm. Del 0 – 3cm es la capa superior, color del suelo es pardo suave con material de fragmentos coralinos y arena húmeda. Del 3 – 23cm suelo color entre pardo y café, con material de piedras coralinas fragmentadas capa inferior, inicio de suelo estéril. Se efectuó en las coordenadas de la Alternativa 2.



Estos sondeos efectuados para la verificación de la existencia o no de los materiales arqueológicos, no se notó la evidencia de los materiales culturales o artefactos que relacionen con la época prehispánica e hispánica. En nuestro recorrido se ha notado que el área del proyecto, se encuentra en áreas de piedras coralinas y en ciertas partes suelo húmedo.

Los sondeos se desarrollaron en áreas adecuadas donde existe menos dificultad de trabajo de excavación.

5. CUADRO DE SONDEOS EFECTUADOS Y LOCALIZADOS EN LAS COORDENADAS DE UTM WGS 84, EN ISLA MIRIA

SONDEOS	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
1	813177	1028430
2	813089	1028430
3	813090	1028530
		Alternativa 1
4	813073	1028513
		Alternativa 2



5. Vista área de proyecto, comunidad de San Ignacio de Tupile El Puente que va cruzar desde la isla Miria a la comunidad.



Foto 6. Vista a la orilla de la isla Miria, donde iniciaría la construcción del puente peatonal.



Fotos 7 y 8. Al fondo el cementerio existente que será remodelado

En este trabajo de inspección arqueológica también se complementó con la revisión acuática cerca de las costas de la isla Miria y de la comunidad de San Ignacio de Tupile, ya que existen reportes de galeones hundidos en las costas del Caribe panameño, se hicieron reconocimientos en el área del proyecto con el apoyo del biólogo.



Aunque en el sitio de proyecto no hay reportes sobre barcos hundidos de la época colonial, siempre se previó para este proyecto, ya que desde la isla Miria a la comunidad de San Ignacio de Tupile tiene el tramo de una longitud aproximada de

312m y un ancho de 3.00 metros. Y la profundidad de 21metros aproximados.

En el sitio no se observó ningún indicio de sospecha de materiales arqueológicas de la época colonial.

	
<p>Fotos 10, 11 y 12. En el proceso de inspección arqueológica en el fondo del mar donde supuestamente pasará el tramo del puente peatonal, uniendo a las dos islas. Y abajo piedras coralinas que se encuentran en el sector norte del proyecto y estas no serán afectadas por la construcción del puente. Fotos 12 y 13. El equipo de buceo después de varias horas al fondo del mar, cogiendo sus minutos de descanso, entre la isla Miria (al fondo) y la comunidad de San Ignacio de Tupile.</p>	 



Foto 13. Conformación de piedras coralinas, no seerán afaectado por el proyecto

6. CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE PEATONAL SOBRE EL MAR QUE INTERCONECTA ISLA MULATUPU CON CONTINENTE.

El puente se construirá paralelo al actual que se encuentra colapsado. Este tiene una longitud aproximada de 246 metros y ancho mínimo de 3.00 mts.

Durante nuestra visita de trabajo a la comunidad de Mulatupu, hicimos las inspecciones pertinentes y observaciones arqueológicas en todo el tramo del proyecto. Al observar el puente colapsado, se encuentra en condiciones deteriorados y la comunidad para seguir usando como paso peatonal tuvieron que rellenarlo con los mismos materiales de concreto colapsados y de gravas del río, para poder así ayudar a los estudiantes y trabajadores del Hospital que diariamente cruzan a la tierra firme para poder dar servicios a los que se atienden en este Hospital, de los servicios médicos e igualmente los estudiantes y profesores cruzan diariamente a las clases.

En todo el tramo del proyecto no es necesario hacer sondeos ya que todo es un área de relleno con parches de concreto y gravas del río. En las siguientes fotos se pueden observar, que presentamos a continuación:



Fotos 14 y 15. Inicio de proyecto (relleno), con piedras coralinas y desechos sólidos, ubicado en coordenadas UTM WGS84: 197410E, 989908N



Foto 16. Inicio del puente, ubicación en coordenadas UTM WGS84: 197393E, 989880.
Foto 17. Puente colapsado y rellenado con piedras coralinas y gravas del río.



Sondeo 1. Ubicado en coordenadas UTM WGS 84: 197161E, 989695N, cuadricula de 25 x 25cm con una profundidad de 20cm. Del 0 – 10cm la superficie cubierta de gramas y gravas del río y arena. Del 10 – 20cm aparición de piedras coralinas entre arena de playa. Por debajo aparecen piedras coralinas y suelo estéril con sedimentos. Este es el único sondeo realizado en este proyecto. Todo el sitio de proyecto ha sido perturbado removido.

7. RESULTADO DE LOS SONDEOS

- En ninguno de los sondeos realizados se encontraron materiales culturales y la profundidad de primeras capas hasta la roca madre no se extiende más de 30cm hasta llegar a la roca madre o suelo estéril.
- La mayor parte del terreno es homogéneo.
- No se ha podido profundizar las excavaciones por encontrarse el subsuelo con material de piedras coralinas y de sedimentos de manglares.

6. METODOLOGÍA UTILIZADA

Para cumplir con los estudios del impacto arqueológico, se ha utilizado la siguiente metodología:

- 6.1. Supervisión ocular a pie en el área del proyecto.
- 6.2. Marcar con cintas de señalización lugares donde se realizaron sondeos (no hubo).
- 6.3. Hacer perforaciones de las cuadriculas desde 20 x 25cm y la profundidad hasta la roca madre (suelo estéril).
- 6.4. Herramientas de trabajo utilizados: palustres, pala, brújula, cintas métricas, aparato fotográfico digital, GPS y libreta de campo para apuntes de datos importantes.
- 6.5. Revisión bibliográfica del área o la región donde se desarrolla el proyecto.
- 6.6. Y, por último la entrega del informe final.



Fotos 20 y 21. Revisión de área de depósito de material desechos de construcción temporal (detrás del Hospital).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la actividad de inspección arqueológica en el área del proyecto “*Desarrollo de Dos Puentes Peatonales Marinos Entre la Isla Mulatupu y Tierra Firme y, Entre la Isla San Ignacio de Tupile y la Isla Miria; Un Muro de Protección Rompeolas y Área Techada de Cinco Tumbas de Los Ancestros en Isla Miria; Gazebo y Restauración del Monumento al Brigadier Inabaginya en Isla Mulatupu; Ubicados en la Comarca Guna Yala*

” el reconocimiento, los sondeos y las observaciones oculares realizadas, durante el recorrido, superficialmente no se notaron ningún material cultural de la época hispánica y la prehispánica.

Con las informaciones obtenidas en consultas bibliográficas en áreas investigadas por los científicos en los lugares adyacentes al proyecto, existen áreas que se pueden incidir en los recursos arqueológicos, en este proyecto posiblemente no ocurra esto, pero no lo podemos descartar.

El trabajo del proyecto “*Desarrollo de Dos Puentes Peatonales Marinos Entre la Isla Mulatupu y Tierra Firme y, Entre la Isla San Ignacio de Tupile y la Isla Miria; Un Muro de Protección Rompeolas y Área Techada de Cinco Tumbas de Los Ancestros en Isla Miria; Gazebo y Restauración del Monumento al Brigadier Inabaginya en Isla Mulatupu; Ubicados en la Comarca Guna Yala*

”, puede desarrollarse sin problema de afectación de los materiales culturales arqueológicos.

Recomendaciones:

Sin embargo, se recomienda mantener un monitoreo continuo, en el momento cuando se realicen los movimientos de tierra y cuando se ejecute el proyecto a fin de asegurar cualquier hallazgo que surja de material cultural y se pueda recolectar cualesquiera vestigios que puedan aflorar.

Se recomienda informar oportunamente a la Dirección Nacional del Patrimonio Histórico sobre la existencia de material cultural prehispánico a fin de que se tomen las providencias correspondientes. Para que se realice el levantamiento oportuno y rescate del material arqueológico en el mismo sitio.

Por consiguiente el proyecto no afectará o presenta alteraciones sobre sitios declarados con valor antropológico, arqueológico, histórico y perteneciente al patrimonio cultural así como los monumentos.

En este caso, en donde el área de proyecto que presenta totalmente intervenida por las actividades antrópicas anteriormente y visiblemente áreas de pantano (en la isla Miria), no procede los sondeos pertinentes que normalmente se efectúa en áreas intactas.

El área de proyecto no es de considerarse influencia arqueológica.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Biese, Leo P.

- 1964 The Prehistory of Panamá Viejo. *Smithsonian Institution Bureau of American Ethnology* 191: 1-51. Washington DC: US Government Printing Office.

Bird, J. B. y R. G. Cooke

- 1977 Los Artefactos más Antiguos de Panamá. *Revista Nacional de Cultura* 6, INAC. Panamá: 7-31.

Bull, Thelma

- 1958 Excavations at Venado Beach, Canal Zone, Panama. *Panamá Archaeologist* 1: 6-17.
- 1961 An Urn Burial at Venado Beach, Canal Zone. *Panama Archaeologist* 4: 42-47.

Cooke, Richard G.

- 1973 Informe Sobre Excavaciones Arqueológicas en el Sitio CHO-3 (Miraflores), Río Bayano, Panamá.
- 1979 Los Impactos de las Comunidades Agrícolas sobre los Ambientes del Trópico Estacional: Datos del Panamá Prehistórico. *Actas del IV Simposio Internacional de Ecología Tropical*, Tomo III. Panamá: Instituto de Cultura, 917-973.
- 1981 Los Hábitos Alimentarios de los Indígenas Precolombinos de Panamá. *Academia Panameña de Medicina y Cirugía* 6: 65-89.

Cooke, Richard G., Luís A. Sánchez, Aguilardo Pérez, Ilean Isaza, Olman Solís y Adrián Badilla

- 1994 Investigaciones Arqueológicas en el Sitio Cerro Juan Díaz, Panamá Central. Informe sobre los trabajos realizados entre enero de 1992 y julio de 1994 por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y la Dirección de Patrimonio Histórico del Instituto Nacional de Cultura de Panamá.

Cruxent, J. M

- 1957 Informe sobre un Reconocimiento Arqueológico en el Darién (Panamá).
Boletín del Museo de Ciencias Naturales, Caracas, tomos II y III.

Gaber, S. A.

- 1987 An Archaeological Survey of the Panama Canal Area, 1979. M.A. Thesis,
Temple University, Philadelphia.

Linné, Sigvald

- 1929 Darien in the Past: The Archaeology of Eastern Panama and Northwestern
Colombia. Goteborgs Kund, Vetenskapsoch Vitterhets, Sam halles
Handlingar. Femte Foljden, Ser. A, Band Y, No.3. Goteborg.

Lothrop, S. K.

- 1954 Suicide, Sacrifice and Mutilations in Burials at Venado Beach, Panama.
Antiquity 19:226-234.
- 1956 Jewelry from the Panama Canal Zone. Archaeology 9:34-40.
- 1960 C-14 Dates for Venado Beach, Canal Zone. Panama Archaeologist 3:96.

Pérez, A.

- 1998 Informe sobre la Prospección Arqueológica en el Área de Influencia del
Corredor Sur, desde Tocumen hasta río Matías Hernández. (Sin publicar).

Piperno, D. R.

- 1993 Phytolith and charcoal records from deep lake cores in the American
tropics. In Curren Research in Phytolith Analysis: Applications in
Archaeology and Paleoecology, edited by D. M. Pearsall, and D. R. Piperno,
pp. 58-71. MASCA, Philadelphia.

Ranere, A. J. and R. Cooke

1991 Paleoindian Occupation in the Central American Tropics. In Clovis: Origins and Human Adaptation, *edited by R. Bonnichsen and K. Fladmark. Peopling of the Americas. Center for the Study of the First Americans, Department of the Archaeology*, Oregon State University, Corvallis. pp. 237-253.

Stirling, M. W. and M. Stirling

1964 The Archaeology of Taboga, Uraba, and Taboguilla Islands, Panama. *Smithsonian Institution Anthropological Papers, Bureau of American Ethnography*, Bulletin 191, Washington D.C.

Torres de Arauz, R.

1977 Las Culturas Indígenas Panameñas en el momento de la conquista. *Hombre y Cultura* 3:69-96.

NORMAS LEGALES APLICABLES

- **Constitución Política de la República de Panamá.** Artículo 85 y Artículo 257, numeral 8, en los cuales se establece la importancia del Patrimonio Histórico de la Nación.
- Instituto nacional de Cultura. **Ley No. 14 del 5 de mayo de 1982**, reformada por la **Ley 58 del 7 de agosto de 2003**, por la cual se dictan las medidas sobre la custodia, conservación y administración del Patrimonio Histórico de la Nación.
- Autoridad Nacional del Ambiente. **Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de Agosto de 2009**, por el cual se reglamenta el Capítulo 2 del Título IV de la Ley 41 del 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá y se deroga el Decreto Ejecutivo N° 59 del 16 de marzo de 2000.
- Instituto Nacional de Cultura. **Resolución No. 0-07 DNPH de abril de 2007**, Por la cual se Definen los Términos de Referencia para la Evaluación de Impacto Ambiental sobre los Recursos Arqueológicos.