

13 de mayo de  
2019



INGENIEROS GEOTÉCNICOS, S.A.

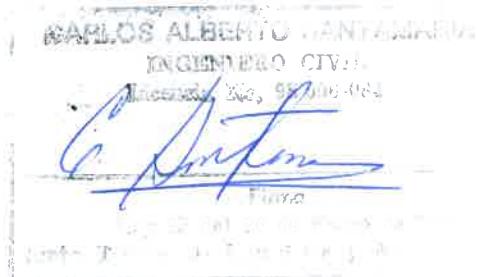
Investigación en Sitio

---

## 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](mailto:info@ingeotec.net)*

*Web Site: [www.geo.com.pa](http://www.geo.com.pa)*



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

## 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 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 acceleraciones 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:

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

di Espesor de los estratos / Ni 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.

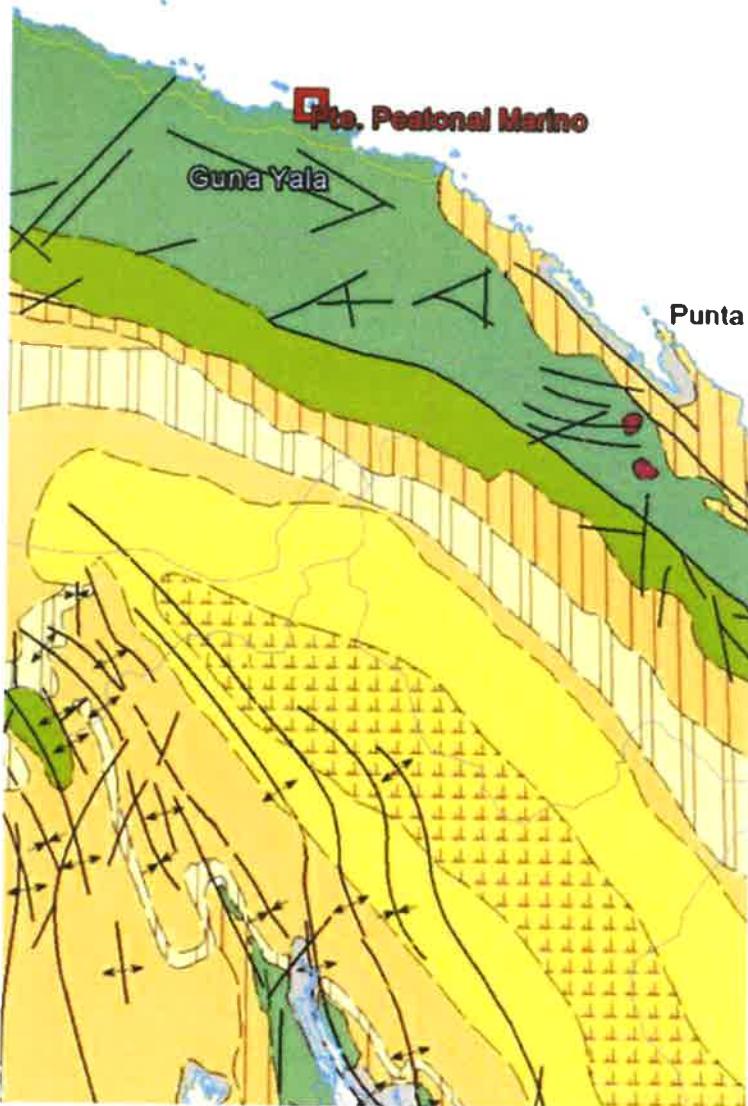
| Período    | Grupo        | Color                                                                             | Formación    | Descripción             |
|------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|
| SECUNDARIO | Playa Venado |  | Playa Venado | Basaltos, pillow lavas. |

**Referencia**

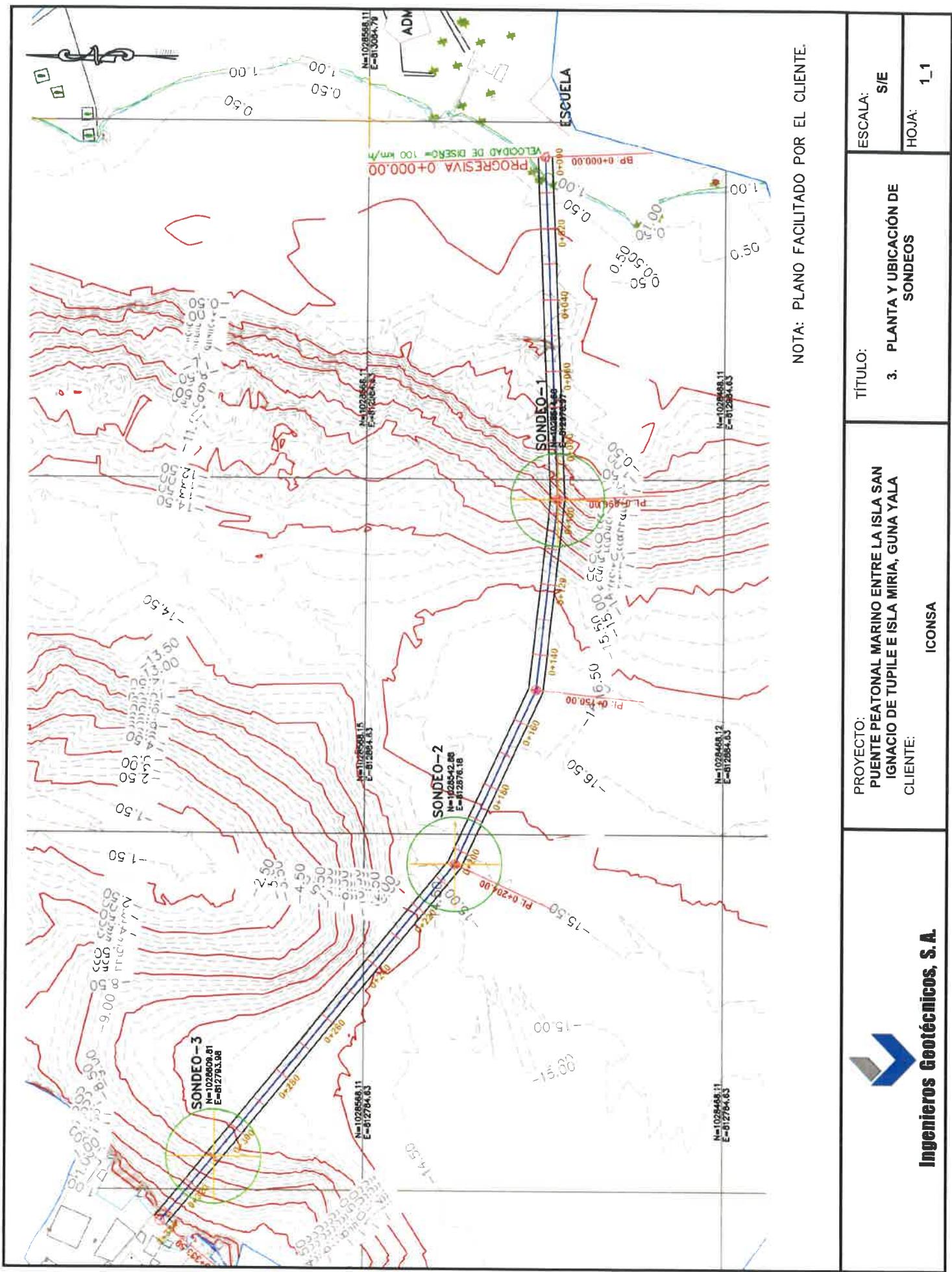
**"GEOLOGIA"**. Dirección General de Recursos Minerales (DGRM).

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**





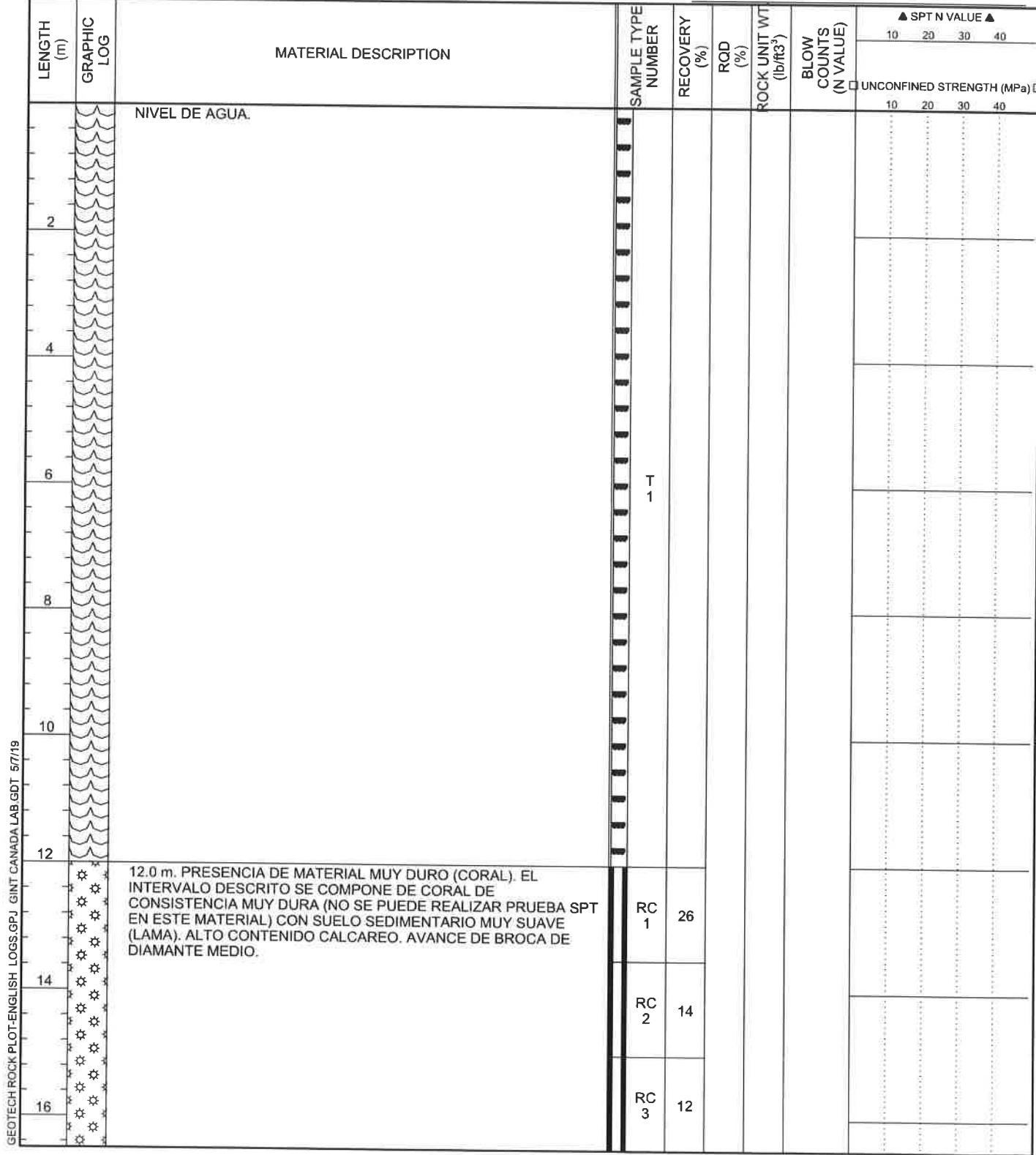
Ingenieros Geotécnicos, S.A.  
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38  
Telephone: (507) 279-0014  
Fax: (507) 279-0365

# 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** ---





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<br>(m) | GRAPHIC<br>LOG | MATERIAL DESCRIPTION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SAMPLE TYPE<br>NUMBER | RECOVERY<br>(%) | RQD<br>(%) | ROCK UNIT WT<br>(lb/ft <sup>3</sup> ) | BLOW<br>COUNTS<br>(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 SUELTO 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 SUELTO SEDIMENTARIO MUY SUAVE (LAMA), PRESENCIA DE FRAGMENTOS DE ROCAS Y LIMO TRANSPORTADO POR CORRIENTES. ALTO CONTENIDO CALCAREO. AL FINAL DE INTERVALO CAMBIA A SUELTO RESIDUAL LIMO. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. | RC 6                  | 0               |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 24            |                | 23.0 m. SUELTO RESIDUAL. LIMO. CONSISTECIA MUY RÍGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR CREMA.                                                                                                                                                                                                                                  | RC 7                  | 26              |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 26            |                | 23.0 m. SUELTO RESIDUAL. LIMO. CONSISTECIA MUY RÍGIDA. OC: 4. PLASTICIDAD BAJA. RESISTENCIA EN ESTADO SECO MODERADA. AVANCE DE BROCA DE DIAMANTE MEDIO. COLOR CREMA.                                                                                                                                                                                                                                  | RC 8                  | 74              |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 28            |                | 26.0 m. TRANSICIÓN DE SUELTO RESIDUAL A ROCA METEORIZADA. CONSISTENCIA DURA. OC: 5. NO PLÁSTICO. RESISTENCIA EN ESTADO SECO DÉBIL. CONSISTE EN SUELTO 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 9                  | 32              |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| 30            |                | End of borehole at 30.0 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | RC 10                 | 16              |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|               |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | RC 11                 | 42              |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|               |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | RC 12                 | 54              |            |                                       |                             |                           |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |



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** ---

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

| LENGTH<br>(m)                 | GRAPHIC<br>LOG | MATERIAL DESCRIPTION | SAMPLE<br>NUMBER | ▲ SPT N VALUE ▲ |            |                                       |                             |    |    |    |    |
|-------------------------------|----------------|----------------------|------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|
|                               |                |                      |                  | RECOVERY<br>(%) | RQD<br>(%) | ROCK UNIT WT<br>(lb/ft <sup>3</sup> ) | BLOW<br>COUNTS<br>(N VALUE) | 10 | 20 | 30 | 40 |
| □ UNCONFINED STRENGTH (MPa) □ |                |                      |                  |                 |            |                                       |                             | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 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<br>(m)                 | GRAPHIC<br>LOG | MATERIAL DESCRIPTION                                                                                                                                                                              | SAMPLE TYPE<br>NUMBER | ▲ SPT N VALUE ▲ |            |                                       |                             |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|-----------------------------|
|                               |                |                                                                                                                                                                                                   |                       | RECOVERY<br>(%) | ROD<br>(%) | ROCK UNIT WT<br>(lb/ft <sup>3</sup> ) | BLOW<br>COUNTS<br>(N VALUE) |
| □ UNCONFINED STRENGTH (MPa) □ |                |                                                                                                                                                                                                   |                       |                 |            |                                       |                             |
| 14                            |                | NIVEL DE AGUA. (continued)                                                                                                                                                                        |                       |                 |            |                                       |                             |
| 16                            |                |                                                                                                                                                                                                   |                       |                 |            |                                       |                             |
| 18                            |                |                                                                                                                                                                                                   |                       |                 |            |                                       |                             |
| 20                            |                |                                                                                                                                                                                                   |                       |                 |            |                                       |                             |
| 21.0                          |                | 21.0 m. NO HUBO RECUPERACIÓN. CONSISTENCIA MUY SUAVE. OC: 1.                                                                                                                                      | SS 1                  | 0               |            |                                       | (1)                         |
| 21.6                          |                | 21.6 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO.                                                                                                                              | T 2                   |                 |            |                                       |                             |
| 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 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA LIMOSA. AVANCE DE TRICONO RÁPIDO.                                                                                                                              | T 3                   |                 |            |                                       |                             |
| 24                            |                |                                                                                                                                                                                                   |                       |                 |            |                                       |                             |



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

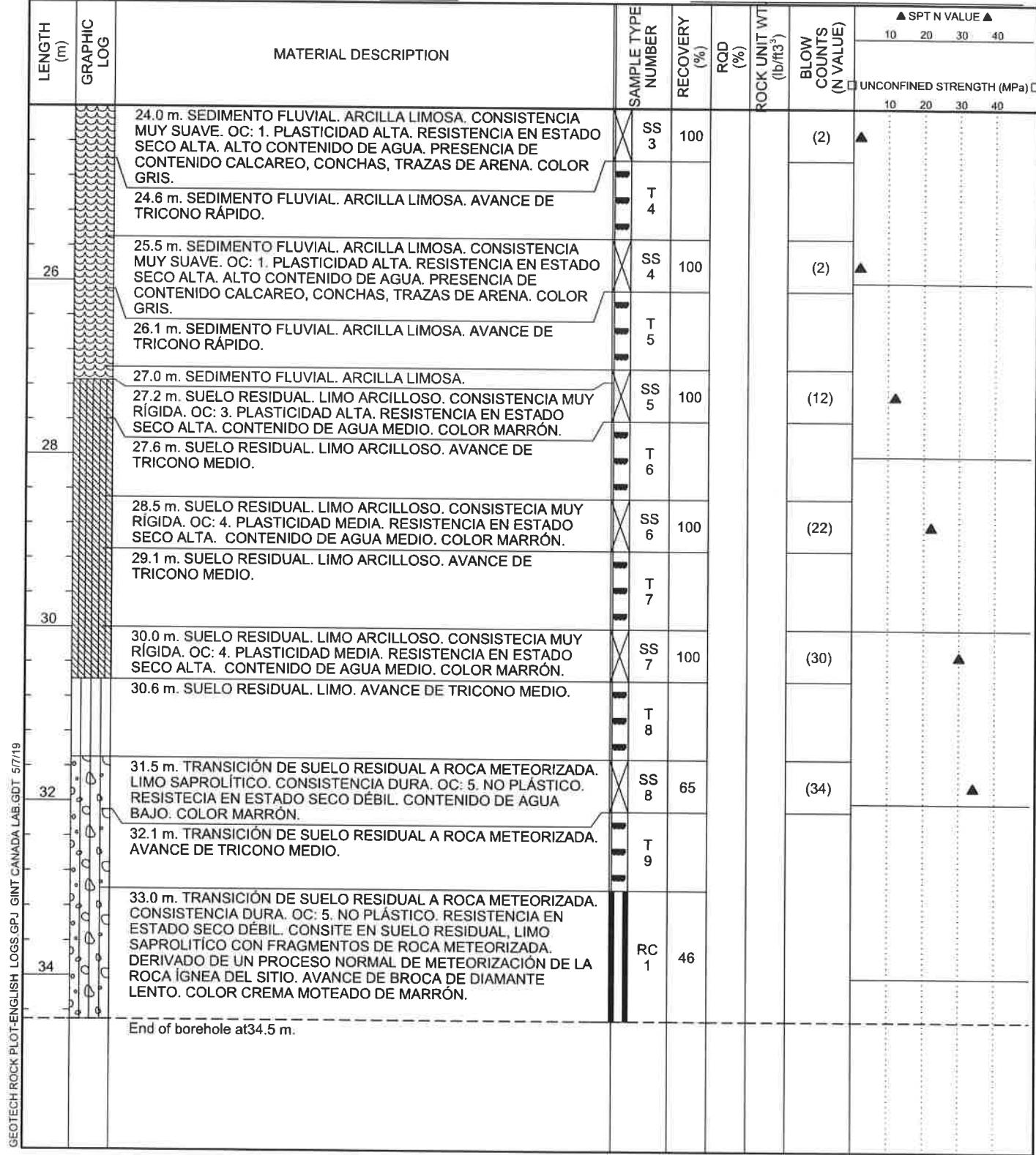
PAGE 3 OF 3

**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<br>(m) | GRAPHIC<br>LOG | MATERIAL DESCRIPTION | SAMPLE TYPE<br>NUMBER | ▲ SPT N VALUE ▲ |            |                                       |                             |       |       |       |       |
|---------------|----------------|----------------------|-----------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|               |                |                      |                       | RECOVERY<br>(%) | RQD<br>(%) | ROCK UNIT WT<br>(lb/ft <sup>3</sup> ) | BLOW<br>COUNTS<br>(N VALUE) | 10    | 20    | 30    | 40    |
| 2             |                | NIVEL DE AGUA.       |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 4             |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 6             |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 8             |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 10            |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 12            |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 14            |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 16            |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 18            |                |                      |                       |                 |            |                                       |                             | ..... | ..... | ..... | ..... |



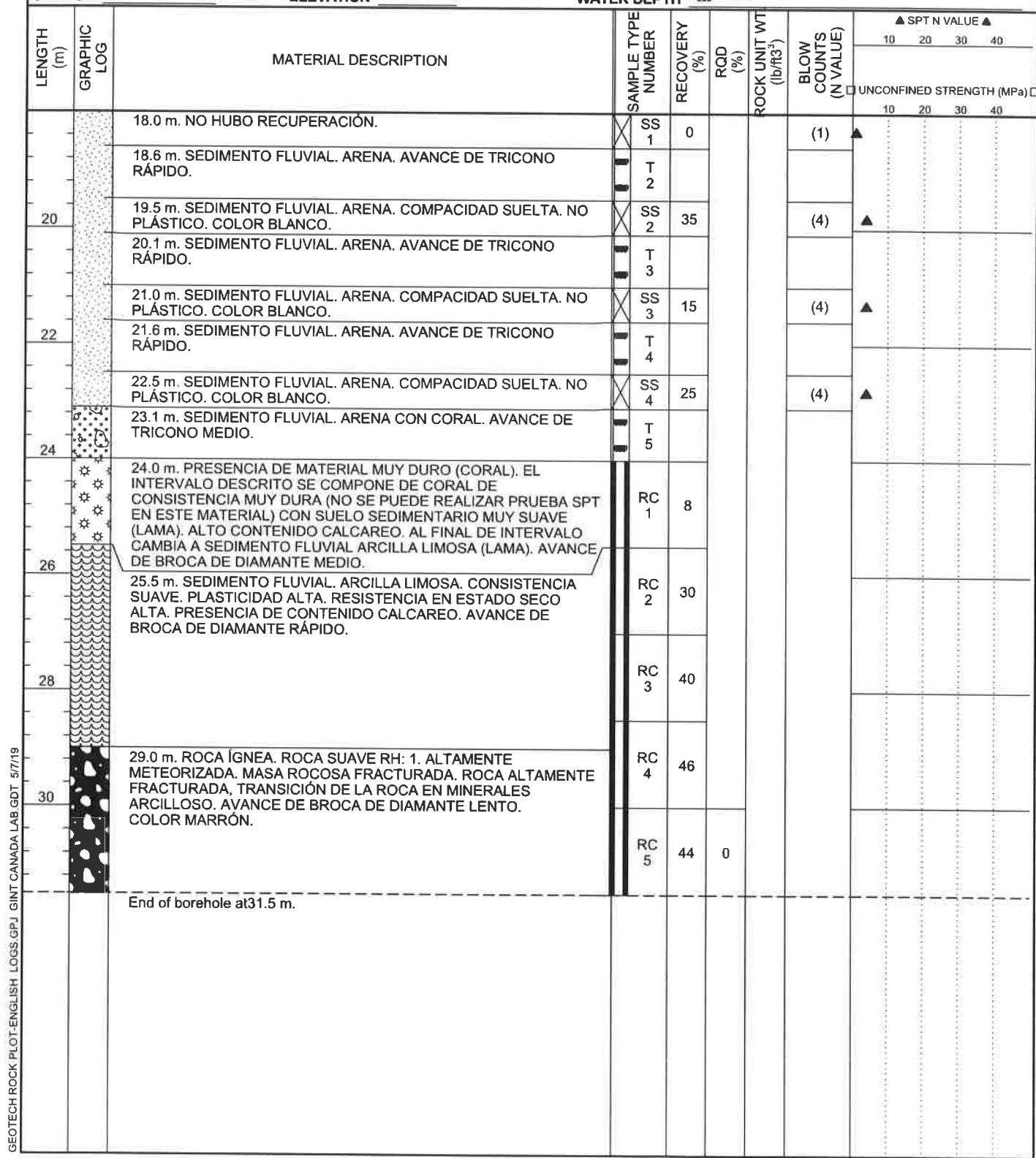
Ingenieros Geotécnicos, S.A.  
Ave. Ricardo J. Alfaro, Plaza Edison, Piso 3, Oficina #38  
Telephone: (507) 279-0014  
Fax: (507) 279-0365

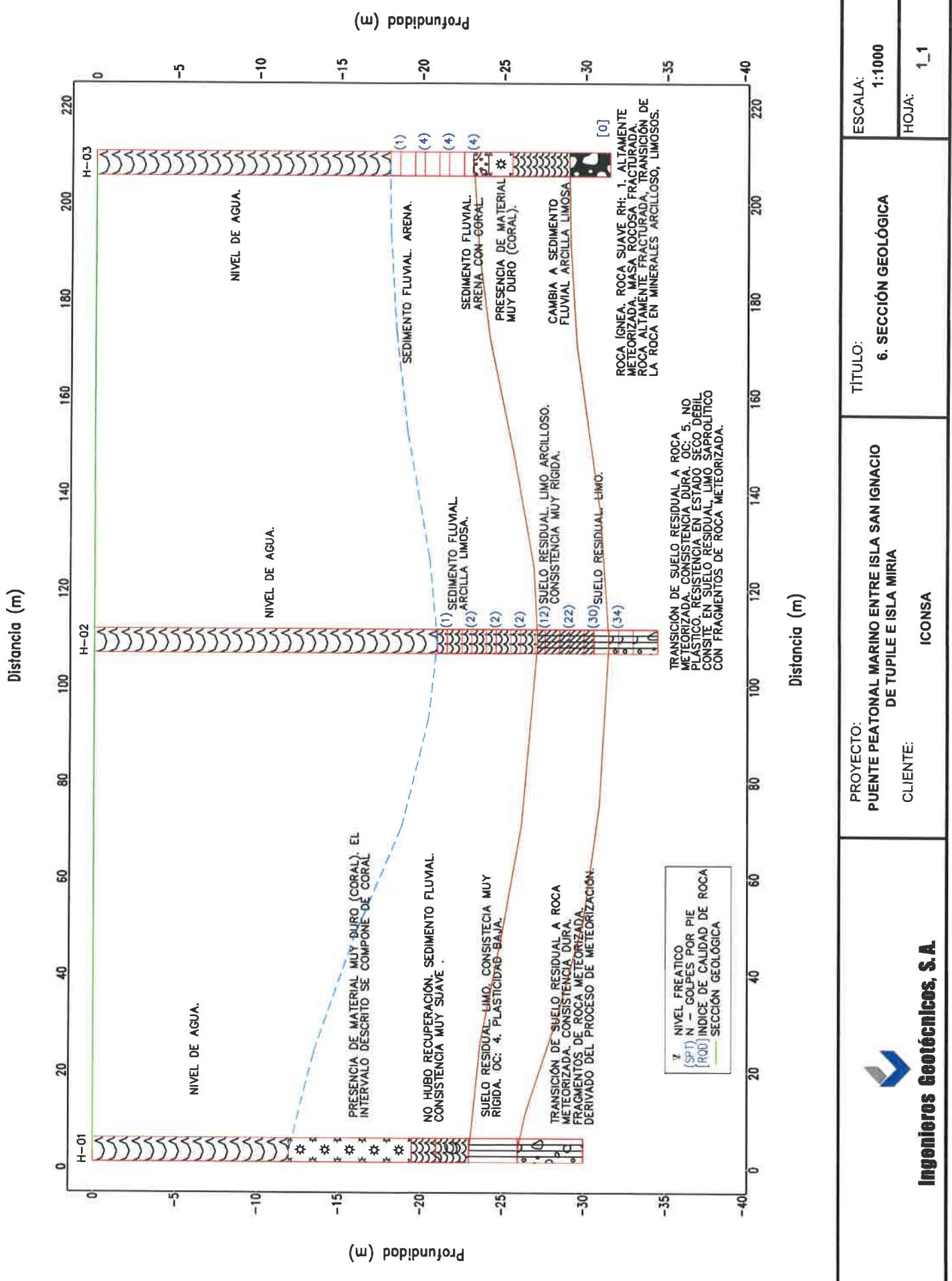
# BORING NUMBER H-03

PAGE 2 OF 2

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





## 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 limosa (lama). Avance de broca de diamante medio.                                                   |
|        | 25.50     | 27.00 | 30          | Sedimento fluvial. Arcilla limosa. 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  $\gamma$ , 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: | <b>HARDENING SOIL</b>            |                                |                                      |                     |                 |      |
|---------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------|------|
| Estrato | $\gamma_{unsat} (\text{kN/m}^3)$ | $\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$ | $E_{50 \text{ ref}} (\text{kN/m}^2)$ | $C (\text{kN/m}^2)$ | $\phi$ (grados) | $v$  |
| Coral   | 18                               | 19                             | 420,000                              | 40                  | 30              | 0.30 |



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

CLIENTE:  
ICONSA

### 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<br>(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,  $v = 0.45$ , 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:   | <b>HARDENING SOIL</b>           |                                |                                      |                     |                 |      |
|-----------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------|------|
| Estrato   | $\gamma_{usat} (\text{kN/m}^3)$ | $\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$ | $E_{50} \text{ ref} (\text{kN/m}^2)$ | $C (\text{kN/m}^2)$ | $\phi$ (grados) | $v$  |
| 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          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 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,  $v = 0.25$  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    |
| GSI                                 | [20]       |
| mi                                  | [7]        |
| D                                   | [0]        |
| <input checked="" type="radio"/> Ei | [1125] MPa |
| <input type="radio"/> MR            | [375] MPa  |

#### Resultados

##### Criterio Hoek-Brown

|                      |          |
|----------------------|----------|
| Hoek-Brown Criterion |          |
| mb                   | [0.402]  |
| s                    | [0.0001] |
| a                    | [0.544]  |

##### Failure Envelope Range

Application: General

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          | $\gamma_{\text{unsat}}$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_{\text{sat}}$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $E_{50}$ ref (kN/m <sup>2</sup> ) | C (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$ (grados) | v    |
| Roca Meteorizada | 19                                           | 20                                         | 619,000                           | 72                     | 19              | 0.25 |

**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**



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

**CLIENTE:  
ICONSA**

## 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  |               |    |        |
|               |     |       |               |    |        |               |    |        |

|                            |        |     |        |    |        |        |        |     |        |
|----------------------------|--------|-----|--------|----|--------|--------|--------|-----|--------|
| <b>Resultados por hoyo</b> | 30     | 33% | 12.180 | 30 | 33%    | 24.073 | 30     | 33% | 19.863 |
|                            |        |     | 3      |    |        | 2      |        |     | 2      |
|                            | Perfil | E   | Perfil | E  | Perfil | E      | Perfil | E   |        |

|                                    |      |   |
|------------------------------------|------|---|
| <b>Resultado promedio del lote</b> | 100% | 2 |
|                                    | E    |   |

VALÉS ALBERTO SANTANA  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 98-006-681

Versión  
1 de 21 de 26 de Febrero de 2014  
Junta Autónoma de Ingeniería y