



**“ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA  
EDIFICIO EN BETHANIA,  
PROVINCIA DE PANAMÁ”**

**ORVEC**

*Ref.: DLP-1938*

**Mayo, 2019**

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA,  
PROVINCIA DE PANAMÁ  
INFORME FINAL**

**GEOLABS, S.A.**

**GERENTE DE PROYECTO:** Iván Mauricio Ordóñez, MSc.

**PERSONAL TÉCNICO:** Sandra Souki, MSc.  
Izlia Vargas, Ing.

**PERSONAL DE CAMPO:** Bladimir Jaramillo, Perforador  
Gabriel Valdelamar, Ayudante  
Juan Dimas, Ayudante

**PERSONAL DE LABORATORIO:** Manuel Picota, Tec.

**POR EL CLIENTE**

**COORDINADORES:** Arq. Orlando Vecchio

Ing. Orlando Vecchio  
**ORVEC**  
Ref: DLP-1938

Asunto: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA,  
PROVINCIA DE PANAMÁ.

Estimado Señor.

Geolabs, S.A. se complace en entregarle este informe técnico de Estudio geotécnico para Edificio en Bethania, Provincia de Panamá.

Nuestros servicios fueron realizados de acuerdo con la propuesta DPC-1958 de marzo de 2019.

Estamos a la orden para aclarar cualquier duda o comentario al mismo, a la vez que agradecemos a su empresa por habernos contratado.

Cordialmente,



Iván Ordóñez, MSc.  
Gerente Técnico



Izlia Vargas  
Ingeniera Civil

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJETIVO .....	6
1.2 ALCANCE .....	6
<b>2. CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>	<b>6</b>
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL.....	6
2.2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA.....	9
<b>3. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.....</b>	<b>9</b>
3.1 PERFORACIONES GEOTÉCNICAS .....	9
3.2 TRABAJOS DE LABORATORIO.....	11
3.2.1 Ensayos de Clasificación.....	12
3.2.2 Ensayo de Peso Unitario .....	14
3.2.3 Ensayo de expansión.....	14
<b>4. RESULTADO DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.....</b>	<b>15</b>
4.1 LITOLOGÍA DEL SUBSUELO .....	15
4.2 POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN.....	16
4.3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	16
<b>5. RECOMENDACIÓN DE FUNDACIÓN .....</b>	<b>17</b>
5.1 ALTERNATIVA 1: ZAPATAS DE FUNDACIÓN DESPLANTADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 2.0M SOBRE SUELO NATURAL.....	17
5.1.1 CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE .....	17
5.2 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO PARA FUNDACIONES SUPERFICIALES.....	17
5.2.1 Asentamientos elásticos.....	17
5.2.2 Asentamientos por consolidación.....	18
5.3 ALTERNATIVA 2: ZAPATAS DE FUNDACIÓN DESPLANTADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 2.0M SOBRE SUELO MEJORADO .....	19
5.3.1 CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE .....	19
5.4 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO PARA FUNDACIONES SUPERFICIALES.....	20
<b>6. RECOMENDACIONES GENERALES.....</b>	<b>21</b>
6.1 RECOMENDACIONES DE DISEÑO.....	21
6.2 RECOMENDACIONES PARA LA LOSA DE PISO .....	22
6.3 RECOMENDACIONES PARA FUNDACIONES EN MATERIALES EXPANSIVOS.....	22
6.3.1 Construcción de drenajes perimetrales (dren frances).....	22
<b>7. ACLARACIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>25</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ubicación de las Perforaciones .....	10
Tabla 2.	Resultados de los Ensayos de Peso Unitario.....	14
Tabla 3.	Cambio de Potencial de Volumen (PVC) Lambe, 1960.....	14
Tabla 4.	Resultado del Ensayo para Determinar el Potencial de Expansión.....	15
Tabla 5.	Parámetros Geotécnicos del Suelo en el Área de las Perforaciones .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del Área de estudio.....	5
Figura 2.	Representación del Bloque de Panamá .....	7
Figura 3.	Sismos mayores a 6.0 detectados en las cercanías de Panamá en los últimos cien años. ....	7
Figura 4.	Fragmento del mapa geológico de Panamá.....	8
Figura 5.	Ubicación de las perforaciones .....	10
Figura 6.	Gráfico $N_{SPT}$ Vs. Profundidad .....	11
Figura 7.	Propiedades índices Vs. Profundidad .....	13
Figura 8.	Clasificación de materiales y Variación de Índice de Liquidez .....	13
Figura 9.	Cambio de Potencial de Volumen, Lambe (1960).....	15
Figura 10.	Esquema de fundación sobre suelo mejorado .....	20
Figura 11.	Detalle típico de drenaje francés (Fuente: <a href="https://www.pinterest.com.mx">https://www.pinterest.com.mx</a> ) .....	23

## ANEXOS

ANEXO A:	PLANILLAS DE PERFORACIÓN
ANEXO B:	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
ANEXO C:	PERFIL LITOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO
ANEXO D:	CAPACIDAD DE CARGA Y ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO DE ZAPATAS
ANEXO E:	REGISTRO FOTOGRÁFICO



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra los resultados correspondientes al “ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA, PROVINCIA DE PANAMÁ”, que GEOLABS S.A realizó para la empresa ORVEC. La Figura 1 muestra la ubicación del proyecto.

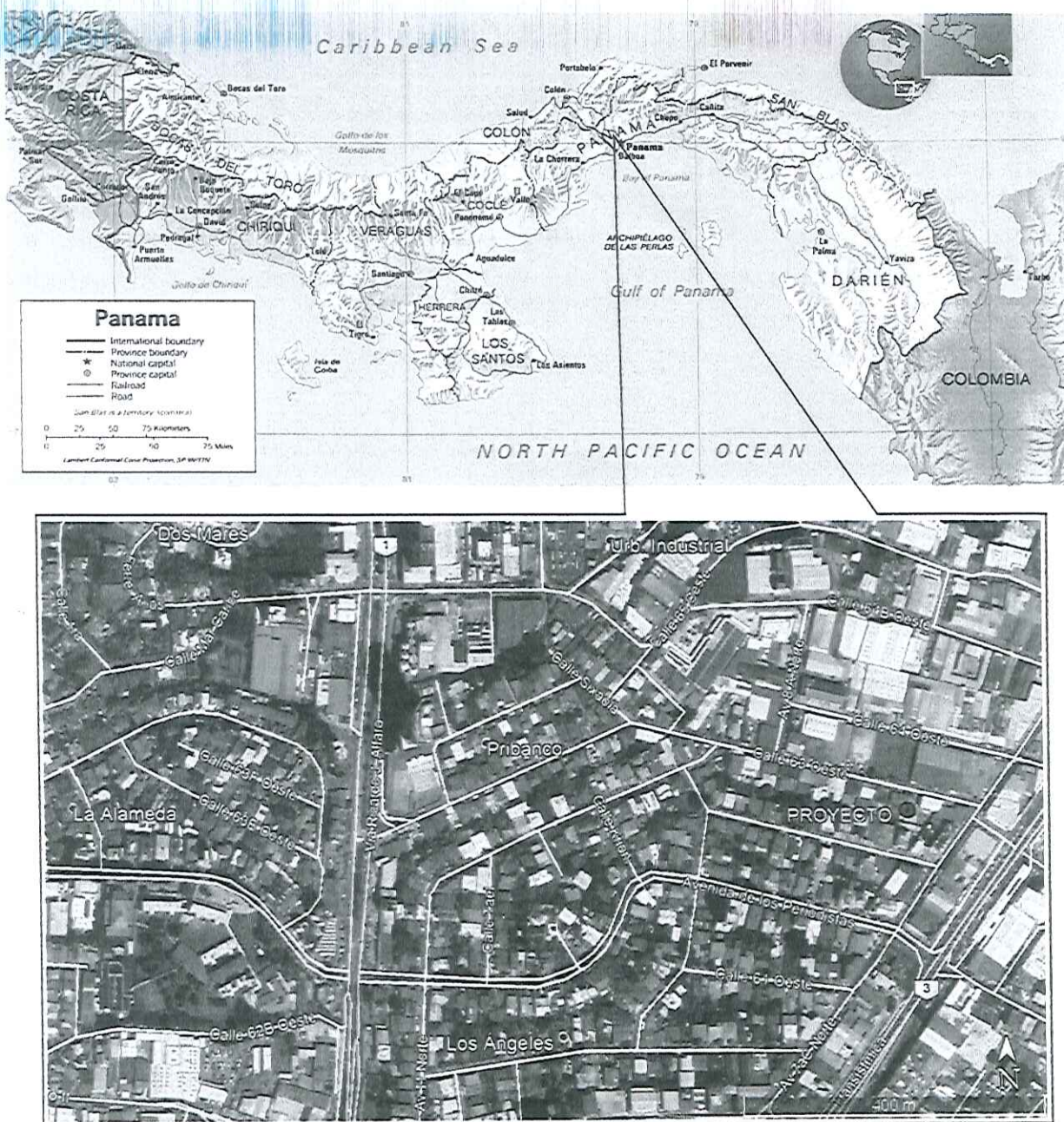


Imagen tomada y modificada de Google Earth

**Figura 1. Ubicación del Área de estudio**



## 1.1 OBJETIVO

El objetivo de la investigación fue determinar las características geotécnicas del área destinada para la construcción de una edificación de cuatro (4) plantas, definir los parámetros geotécnicos, determinar la estratificación y constitución litológica del subsuelo y dar recomendaciones del tipo de fundación a utilizar.

## 1.2 ALCANCE

Para la evaluación geotécnica del sitio de estudio se contó con los resultados de los ensayos de campo y laboratorio reportados de muestras recuperadas en tres (3) perforaciones, distribuidas en el área de estudio. Estos análisis permitieron:

- Generar el perfil litológico del área de estudio, sobre la base del material detectado en las perforaciones ejecutadas,
- Estimar los parámetros geotécnicos que caracterizan al material en sitio,
- Analizar los riesgos de expansión y licuefacción de los materiales y proporcionar recomendaciones para mitigar su efecto en caso de detectarse,
- Determinar la calidad del material, para evaluarlo como material de fundación,
- Recomendar el tipo de fundación más adecuado.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

El proyecto consiste en la construcción de un edificio de cuatro (4) plantas, con área de huella de construcción de aproximadamente 655m<sup>2</sup>, ubicada en el sector de Los Ángeles, Bethania, Provincia de Panamá.

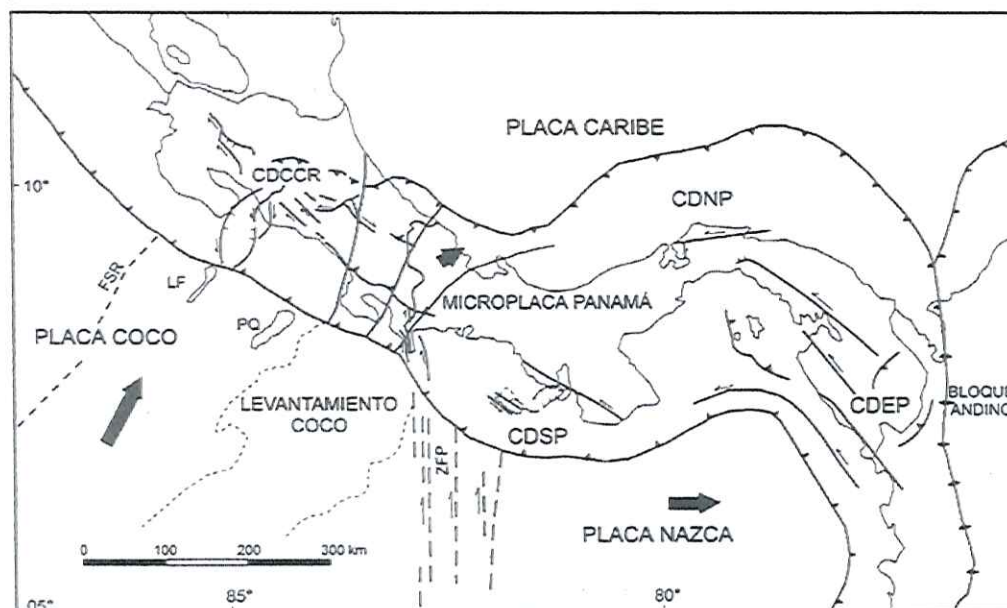
Para la fecha del presente informe, se desconocen las cargas de las estructuras, por lo que se realizarán los análisis para un rango de cargas estimado en función del tamaño de las mismas.

### 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Panamá se encuentra ubicada en la zona de convergencia de las Placas de Cocos, Suramericana, Nazca y Caribe, denominándose así el Bloque o microplaca de Panamá como se observa en la Figura 2. En este bloque, los límites de placa están definidos por fallas amplias y activas, mientras que hacia el interior de la República, las fallas son de longitud corta y suelen estar inactivas.

Debido a esta configuración, la mayor parte de la historia sísmica de Panamá está relacionada a los elementos estructurales que se encuentran entre los límites de placas adyacentes, tal y como se muestra en la Figura 3, donde se observan los

sismos ocurridos en las cercanías de la República de Panamá y cuya magnitud ha sido mayor a 6.0 en los últimos 100 años.



Marco neotectónico del Sur de Centro América. Leyenda: Líneas dentadas, son fallas inversas y las líneas con una flecha al lado indican fallas de desplazamiento de rumbo con el movimiento relativo. Las fallas con líneas cortas son de desplazamiento normal del lado del bloque descendente. CDCCR, CDSP, CDNP y CDEP, son respectivamente los cinturones deformados del centro de Costa Rica y sur, norte y este de Panamá. ZFP, es la falla transformada de Panamá. FFSR, LF, PQ son respectivamente la frontera suave-rugosa, el levantamiento de Fisher y el plateau de Quepos. Las líneas en forma de abanico muestran las direcciones esfuerzo principal máximo horizontal relacionadas con la indentación tectónica causada por el levantamiento del Coco (de acuerdo con Montero, 1994a). Tomado y modificado de la Revista Geológica de América Central (2000)

**Figura 2. Representación del Bloque de Panamá**

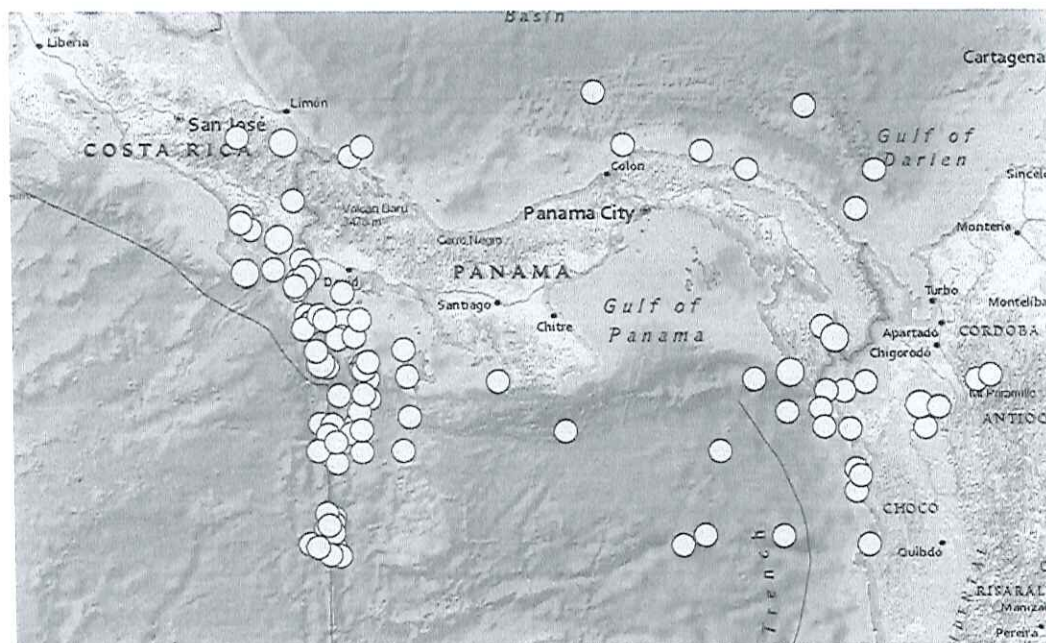


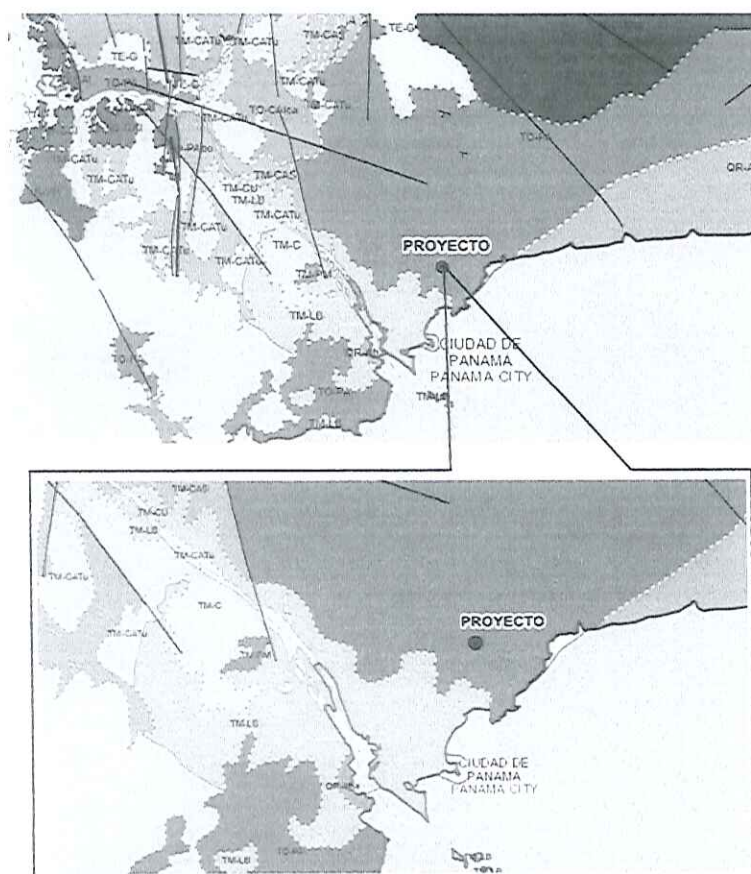
Imagen tomada de <https://www.usgs.gov/>

**Figura 3. Sismos mayores a 6.0 detectados en las cercanías de Panamá en los últimos cien años.**



- Grupo Panamá, Formación Panamá (TO-PA), compuesta por Arenisca tobácea, lutita, tobácea, caliza algácea y foraminífera.
- Grupo La Boca, Formación La Boca (TM-LB), compuesto por Esquistos arcillosos, lutitas, arenisca, toba y caliza.

En la Figura 4, se muestra un extracto del mapa geológico con la ubicación del proyecto.



Grupo Panamá, Formación Panamá (TO-PA),

Grupo La Boca, Formación La Boca (TM-LB)

**Figura 4. Fragmento del mapa geológico de Panamá.**

## 2.2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA

De acuerdo con el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá REP-2014, para un período de retorno de 2,500 años, el área de estudio presenta los siguientes valores espectrales de aceleración sísmica:

- aceleración pico del terreno (PGA) = 0.45g
- aceleración espectral (Ss) para un período de la estructura de 0.2s = 1.10g
- aceleración espectral (S1) para un período de la estructura de 1.0s = 0.40g.

El perfil característico del suelo para el momento en que se realizó el estudio es tipo D.

## 3. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

La exploración de campo se realizó con el fin de conocer las características del subsuelo y estimar la capacidad portante del suelo en el área donde se planea construir el edificio.

La empresa Geotécnica y Perforaciones fue la encargada de realizar los trabajos de perforación, y culminó tres (3) perforaciones con profundidades entre 3.20 y 3.45 m aproximadamente.

### 3.1 PERFORACIONES GEOTÉCNICAS

Las perforaciones se ejecutaron a máquina con un equipo portátil, modelo Derrick empleando el método de percusión. Se realizó la toma de muestras los dos primeros metros continuos y luego aproximadamente a metro y medio hasta llegar a condición de rechazo, completándose así la longitud total de las perforaciones y obteniéndose muestras de 36 mm de diámetro. Las muestras se etiquetaron y sellaron debidamente con el objeto de preservar las características originales de las mismas.

Simultáneamente a la toma de muestras en suelo, se realizó el Ensayo Normal de Penetración (Standard Test Method for Standard Penetration Test, SPT, and Split-Barrel Sampling of Soils) siguiendo las especificaciones establecidas en la norma ASTM D-1586 (American Society for Testing and Materials). Esta prueba consiste en hincar en el subsuelo un toma muestras de tipo cuchara partida de 36 mm de diámetro interno, mediante golpes de un martillo de 63,5 kg (140 libras) de peso en caída libre de 76 cm.

El número de golpes (N) del martillo necesario para hincar los últimos 30 cm (1 pie) del total de 45 cm penetrados en el toma muestras se registra como la resistencia a la penetración normal del suelo (Nspt), la cual es una medida de la compacidad o densidad relativa en suelos granulares y de la consistencia en suelos finos.



La ubicación de los sondeos exploratorios en el área fue replanteada en campo por GEOLABS, S.A, según la información proporcionada por el Cliente. En la Tabla 1 se presentan las coordenadas de cada perforación y la profundidad alcanzada en cada una. En la Figura 5 se muestra la ubicación de las perforaciones dentro del terreno.

**Tabla 1. Ubicación de las Perforaciones**

Perforación	Coordenadas WGS84		Prof. De la perforación (m)
	Norte	Este	
P-1	995,202	661,972	3.30
P-2	995,171	661,971	3.45
P-3	995,163	661,969	3.20

(\*) Las coordenadas fueron tomadas con un GPS manual y puede tener un error entre 5 y 10 mts.

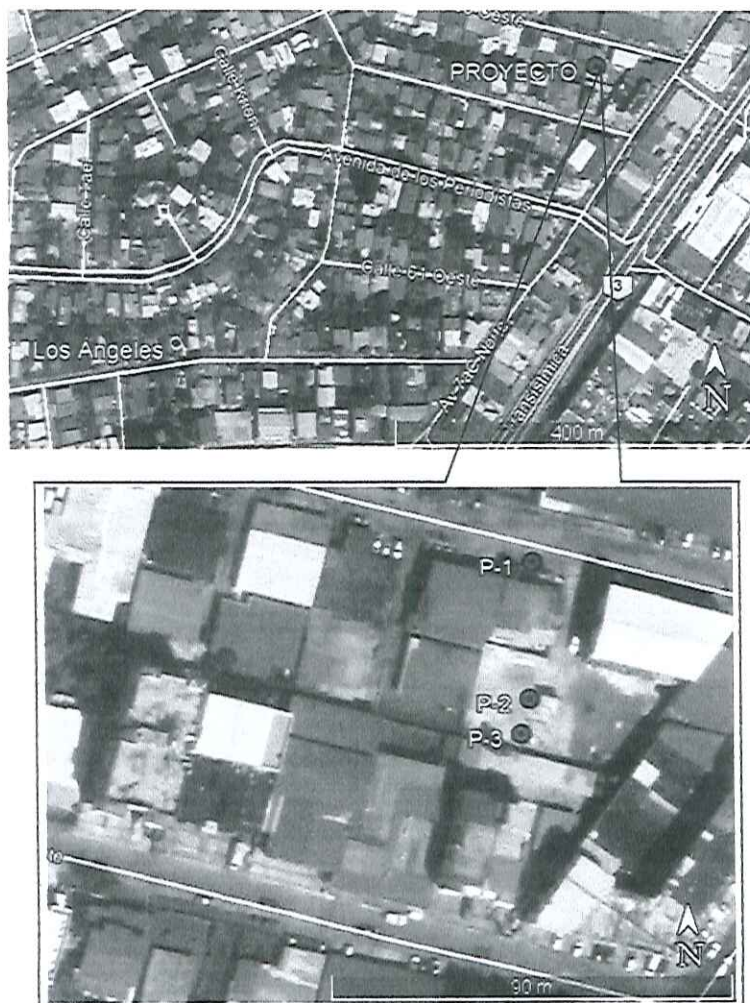


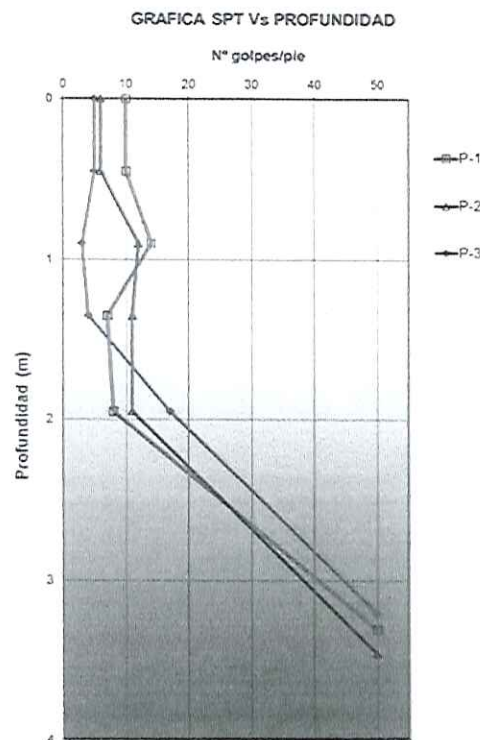
Imagen tomada y modificada de Google Earth

**Figura 5. Ubicación de las perforaciones**

Durante la ejecución de las perforaciones, se encontró el nivel freático a las siguientes profundidades:

- P-1 NSD a las 09:50 a.m.
- P-2 NSD a las 11:15 a.m.
- P-3 1.50 m a las 01:00 p.m.

En la Figura 6 se muestra un gráfico con el resumen de los resultados de los ensayos SPT, ejecutados en las perforaciones.



**Figura 6. Gráfico  $N_{SPT}$  Vs. Profundidad**

En las planillas litológicas del anexo A se presenta el perfil del subsuelo detectado con base en la descripción visual y en los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras recuperadas en cada perforación, incluyendo los resultados numéricos y gráficos del ensayo SPT.

### 3.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

Todas las muestras recuperadas de las perforaciones fueron identificadas y colocadas en bolsas plásticas debidamente selladas para evitar en lo posible, la pérdida de humedad natural. Posteriormente, todas las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se realizaron los siguientes ensayos para la clasificación y determinación de las características geotécnicas, siguiendo las especificaciones de la Norma ASTM:



- Clasificación visual.
- Determinación del porcentaje de humedad natural.
- Granulometría por tamizado.
- Ensayo de Peso Unitario
- Ensayo de Expansión.

En el anexo B se presentan los resultados de los ensayos del laboratorio.

### 3.2.1 Ensayos de Clasificación

La clasificación del suelo, con base en sus propiedades ingenieriles, se realizó de conformidad con la norma ASTM D-2487-11 (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS). Los ensayos de clasificación incluyen el contenido de humedad, la granulometría y los límites de Atterberg (realizados por lo general en los suelos cohesivos) con el fin de determinar las propiedades físicas de los suelos.

Los ensayos para determinar el contenido de humedad se realizaron en todas las muestras de suelo recuperadas y de conformidad con la norma ASTM D-2216-10. El contenido de humedad de las muestras osciló entre 14 y 49 %.

Los Límites de Atterberg se ejecutaron en las muestras de suelo con alto contenido de finos y de conformidad a la norma ASTM D-4318-10. El límite plástico (LP) es el contenido de humedad en el que el suelo cambia de un estado plástico, moldeable, a un estado sólido y el límite líquido (LL) es el contenido de humedad en el que el suelo cambia de un estado plástico a líquido. El índice de plasticidad (IP) es la diferencia entre los límites líquido y plástico (LL-LP).

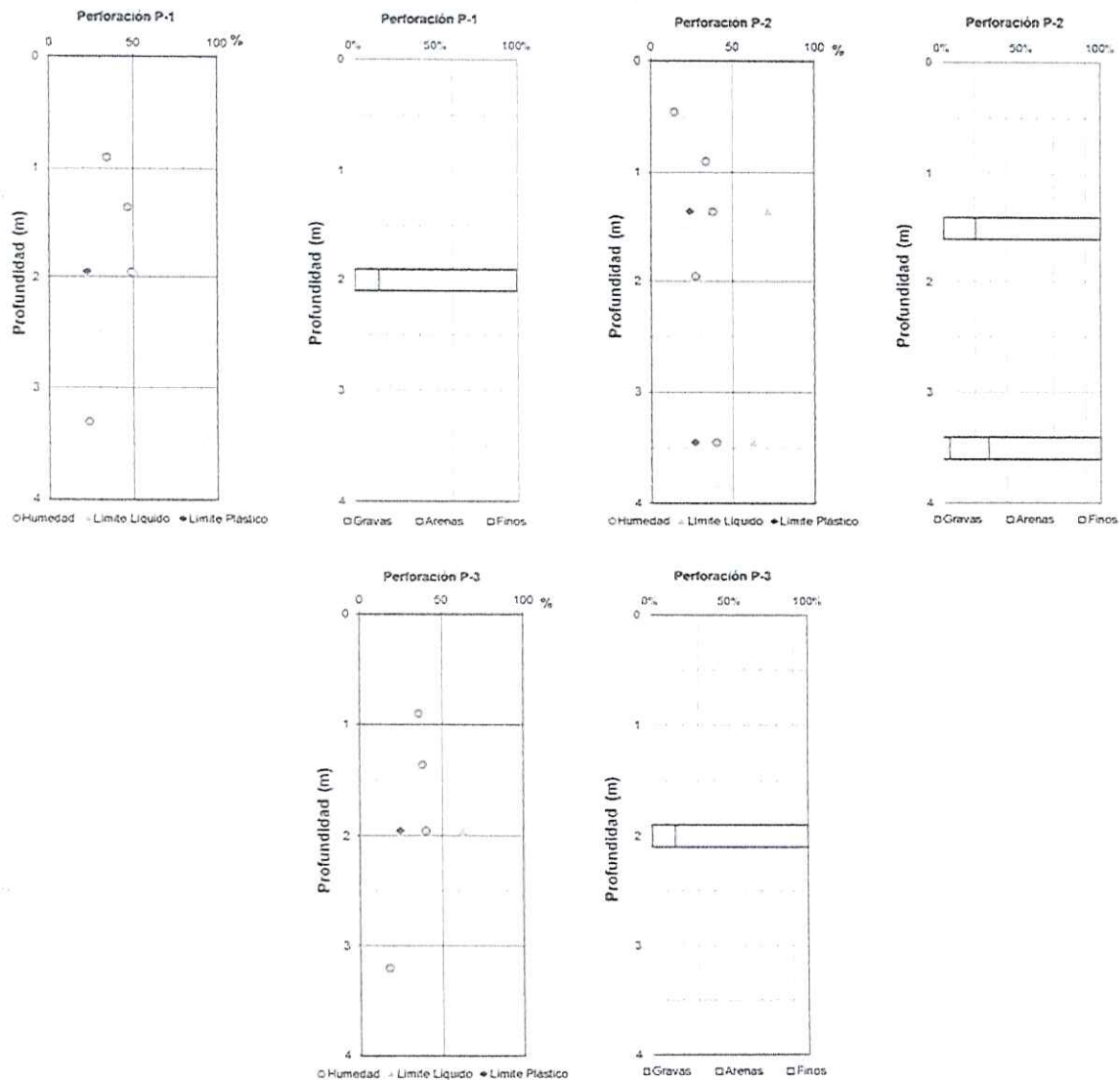
De acuerdo con los resultados obtenidos en estos ensayos, los materiales presentes son predominantemente cohesivos representados por una Arcilla de alta plasticidad con arena (CH).

La Arcilla de alta plasticidad (CH) presenta un contenido de arena variable entre 15 y 25 %, valores de LL entre 51 y 71 % e IP entre 29 y 47 %, aproximadamente.

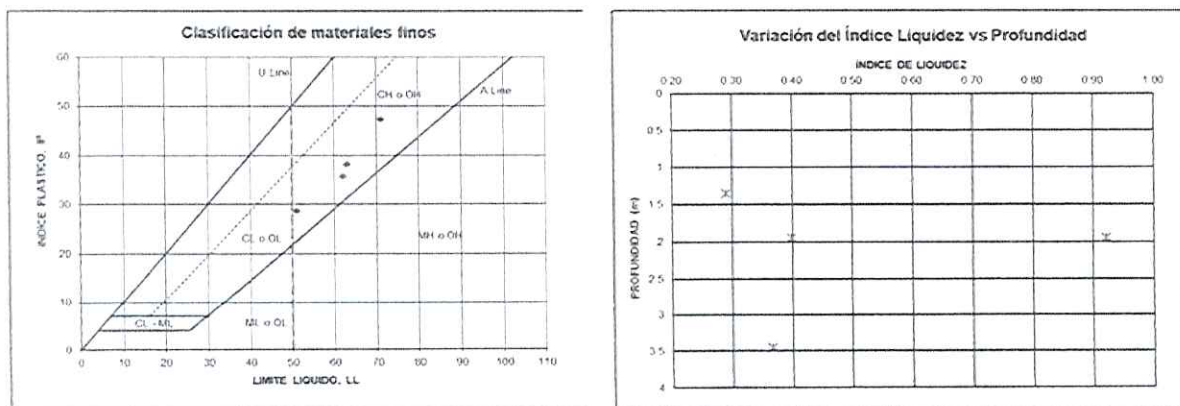
Los resultados de los ensayos de clasificación se muestran en detalle en el Anexo B. En la Figura 7 se muestran las variaciones de las propiedades índices con la profundidad de cada perforación.

En la Figura 8, se presenta un resumen de la clasificación de los materiales más finos y la variación del índice de liquidez (IL) con la profundidad. Este parámetro está asociado a la resistencia al corte no drenada en suelos cohesivos y se define de la siguiente manera:

$$IL = \frac{w_n - LP}{IP}$$



**Figura 7. Propiedades índices Vs. Profundidad**



**Figura 8. Clasificación de materiales y Variación de Índice de Liquidez**

1-4-



### 3.2.2 Ensayo de Peso Unitario

El ensayo de peso unitario se realizó de conformidad con la norma ASTM D-7263, y sirve para para calcular la masa de un suelo por unidad de volumen.

El ensayo se realizó sobre una muestra reconstituida, midiendo las dimensiones y peso de la misma dentro de un molde cilíndrico. El resumen obtenido se muestra en la Tabla 2. El resultado se detalla en el Anexo B.

**Tabla 2. Resultados de los Ensayos de Peso Unitario**

Perforación	Prof. (m)	Peso Unitario húmedo (Kg/m <sup>3</sup> )
P-2	0.00 – 0.45	1792
P-3	0.45 – 0.90	1893

### 3.2.3 Ensayo de expansión.

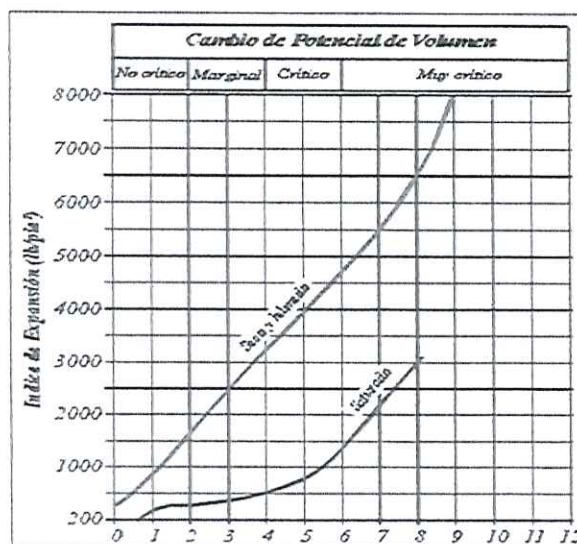
El ensayo de expansión se realizó de conformidad con la norma UNE 103600. Esta norma describe un método para la identificación rápida de suelos que puedan presentar problemas de expansión, es decir de cambio de volumen, como consecuencia de variaciones en su contenido de humedad.

El método consiste en la determinación del Cambio Potencial del volumen (PVC) que experimenta una probeta de suelo compactado, bajo una presión inicial, añadiéndose agua y midiéndose la presión de expansión. Obtenida la presión de expansión se determina el índice de hinchamiento, y de acuerdo con la Figura 9 propuesta por Lambe (1960), se determina el PVC.

Para estos efectos, el cambio de volumen potencial de un suelo queda comprendido dentro de uno de los cuatro grupos presentados en la Tabla 3.

**Tabla 3. Cambio de Potencial de Volumen (PVC) Lambe, 1960**

Grado del Cambio Potencial de Volumen PVC	Categoría
<2	No crítico
2 – 4	Marginal
4 - 6	Crítico
> 6	Muy Crítico



**Figura 9. Cambio de Potencial de Volumen, Lambe (1960)**

Para este proyecto se realizaron (2) ensayos de expansión. Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo B y se resumen en la Tabla 4.

**Tabla 4. Resultado del Ensayo para Determinar el Potencial de Expansión**

Perforación	Profundidad (m)	Descripción	Presión de expansión (kPa)	Cambio potencial de volumen	Categoría
P-1	0.00 – 0.45	Arcilla de alta plasticidad con arena (CH)	6.53	1.2	No Crítico
P-3	0.90 – 1.35	Arcilla de alta plasticidad con arena (CH)	31.06	4.2	Crítico

De acuerdo con el resultado obtenido en el ensayo, la presión de expansión varía entre 7 y 31 kPa, por lo tanto, el Cambio Potencial de Volumen se encuentra en la categoría **No Crítico a Crítico**. Por tal razón, se tendrá en cuenta esta condición en las recomendaciones de fundación.

#### **4. RESULTADO DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA**

##### **4.1 LITOLOGÍA DEL SUBSUELO**

Con base en la clasificación visual y en los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras recuperadas en las perforaciones, se observa que, en el área del proyecto, el perfil del suelo está constituido por un único estrato que se describe a continuación:

**Estrato I:** material conformado por una Arcilla de alta plasticidad con arena (CH). Este material es de color marrón y marrón rojizo, se encuentra en un estado de consistencia



variable entre blanda y dura, alcanzando valores de resistencia a la penetración  $N_{spt}$  de entre 3 y más de 50 golpes/pie. Este estrato se encontró desde la superficie actual del terreno hasta una profundidad máxima explorada de 3.45 m aproximadamente.

Por debajo de este estrato, se espera encontrar la roca meteorizada descrita en la Geología Regional. En el anexo C, se presenta el perfil litológico del área de estudio.

#### 4.2 POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN.

Para que un terreno se licue, las ondas sísmicas deben tener suficiente energía para producir el trabajo mecánico en el esqueleto mineral del suelo que genere un incremento en la presión de poros para tal fin. La licuación es propia de suelos de comportamiento granular (arenas y limos no plásticos o poco plásticos) y se considera un fenómeno no drenado. Resumiendo, para que un suelo sea potencialmente licuable se debe presentar las siguientes condiciones:

- Material granular de gradación uniforme a poca profundidad.
- Poco contenido de finos
- Material de densidad suelta
- Material saturado (presión de poros elevada)
- Ondas sísmicas con suficiente energía

De acuerdo con los resultados de campo y laboratorio, **no existe potencial de licuación en el área del proyecto.**

#### 4.3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

En la Tabla 5, se presenta el resumen de los parámetros geotécnicos que caracterizan al material detectado en el área de estudio. Estos valores se obtuvieron de los ensayos de laboratorio, de varias correlaciones publicadas en la literatura internacional y del Reglamento Estructural de Panamá 2014. En las perforaciones donde la litología presenta variaciones locales, se consideró tomar el perfil de suelo que representase los parámetros más desfavorables para diseño.

**Tabla 5. Parámetros Geotécnicos del Suelo en el Área de las Perforaciones**

MATERIAL		Profundidad (m)	Nspt	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$	Su (t/m <sup>2</sup> )	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$
ESTRATO I	Arcilla de alta plasticidad con arena (CH)	0.00 – 1.50	4	1.7	-	3.0	1300	0.45
		> 1.50	7	1.8	-	5.0	1800	0.46

$\phi$  = Ángulo de fricción

Su = Resistencia al corte no drenada

E = Módulo de Elasticidad del suelo

$\mu$  = Módulo de Poisson

## 5. RECOMENDACIÓN DE FUNDACIÓN

Dadas las condiciones del subsuelo en el área de estudio y a las especificaciones del proyecto, se presentan como alternativa dos sistemas de fundación. La selección podrá ser realizada por el Ingeniero Estructural en función de las cargas esperadas en las columnas.

### 5.1 ALTERNATIVA 1: ZAPATAS DE FUNDACIÓN DESPLANTADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 2.0m SOBRE SUELO NATURAL

Esta alternativa contempla el uso de fundaciones directas tipo zapatas desplantadas a una profundidad de 2.0m por debajo del nivel actual del terreno y apoyadas sobre el suelo natural.

#### 5.1.1 CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE

La capacidad última para fundaciones superficiales se evaluó a partir de la teoría general de capacidad de carga, utilizando la ecuación de Meyerhof (1,963):

$$q_{ult} = S_u N_c F_{cs} F_{cd} + \gamma D_f N_q F_{qs} F_{qd} + 1/2 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

donde:

$F_{cs} F_{qs}$  y  $F_{\gamma s}$  factores de forma (De Beer).  
 $F_{cd} F_{qd}$  y  $F_{\gamma d}$  factores de empotramiento (Hansen).  
 $N_c N_q$  y  $N_\gamma$  factor adimensional de capacidad de carga.  
 $S_u$  resistencia al corte no drenada en t/m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la capacidad de carga admisible  $q_{adm}$ , se tomó un factor de seguridad de 3 contra la capacidad de carga última.

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{3}$$

La capacidad de carga será limitada por el desarrollo de los asentamientos admisibles por las estructuras. Los resultados de los análisis de capacidad de carga realizados para fundaciones superficiales con zapatas de fundación se presentan en el Anexo D.

## 5.2 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO PARA FUNDACIONES SUPERFICIALES

### 5.2.1 Asentamientos elásticos

Se realizaron los análisis de asentamiento, tomando en cuenta las dimensiones de la fundación, las diferentes cargas netas aplicadas, la profundidad de empotramiento y el tipo de suelo por debajo de la cota de asiento de la fundación.



El asentamiento elástico o inmediato se estimó con base en la teoría elástica a través de la ecuación, propuesta por la U.S. Navy (1982):

$$S_i = C_s q B \left( \frac{1 - \mu^2}{E_u} \right)$$

Donde:

- $S_i$  asentamiento inmediato.
- $C_s$  factor de forma y rigidez de la fundación.
- $q$  magnitud de la sobrecarga en  $t/m^2$ ,
- $B$  ancho de la fundación en m.
- $E_u$  Modulo de Young's
- $\mu$  relación de Poisson's

Bajo esta consideración y siguiendo la metodología expuesta, en el Anexo D se presentan los asentamientos inmediatos esperados.

### 5.2.2 Asentamientos por consolidación

Debido a la presencia de arcillas y nivel freático a relativa poca profundidad, se esperan asentamientos derivados de la consolidación del suelo, los fueron tenidos en cuenta para estimar los asentamientos totales.

Para establecer la capacidad de carga admisible, se realizó un proceso iterativo en el cual se buscó el valor de carga que, al ser transmitida por la zapata al suelo, a la profundidad de cimentación señalada, produce unos asentamientos totales (elásticos y de consolidación) menores a una 1" (2.5 cm).

Para el cálculo se empleó la ecuación mostrada a continuación, teniendo en cuenta que se buscaron valores de incrementos de esfuerzo de manera tal que solo se tuviera en cuenta la porción de la curva de consolidación correspondiente a la línea de Recompresión, ya que allí se esperan valores menores de asentamiento:

$$s = \frac{H_o}{1 + e_0} \left[ C_r \log \left( \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma}{\sigma'_0} \right) \right]$$

Donde:

- $e_0$  = Relación de vacíos inicial (estimada de las propiedades índice)
- $H_o$  = espesor del estrato
- $C_r$  = Coeficiente de Recompresión (estimada de las propiedades índice)
- $\sigma'_0$  = Esfuerzo efectivo inicial
- $\Delta \sigma$  = Incremento de esfuerzos producidos por la sobrecarga

A fin de evitar la falla por corte y limitar los asentamientos totales para el caso estático, a valores admisibles de 1" (2.5 cm) en el caso de zapatas de fundación apoyadas a una profundidad de 2.0m por debajo del nivel del terreno y apoyadas sobre suelo natural, se deberá tomar como valor máximo de capacidad portante admisible lo siguiente:

- 10 t/m<sup>2</sup> para zapatas de fundación hasta de 2.5 x 2.5m

### 5.3 ALTERNATIVA 2: ZAPATAS DE FUNDACIÓN DESPLANTADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 2.0m SOBRE SUELO MEJORADO

Esta alternativa contempla remover el suelo natural hasta una profundidad de 3.2m aproximadamente. Posteriormente se recomienda colocar 1.0m de un suelo que clasifique como A-2-4, compactado en capas de máximo 15cm al 98% de la densidad seca y con humedad en el rango de  $\pm 1$  % de la óptima según el Ensayo Proctor Estándar ASTM D-1557.

Sobre el suelo compactado se recomienda el uso de fundaciones directas tipo zapatas desplantadas a una profundidad de 2.0m por debajo del nivel actual del terreno.

Se recomienda que el suelo de mejoramiento compactado sea colocado extendiéndose por fuera del perímetro de la zapata en al menos una distancia equivalente a 1.5 veces el lado más pequeño de la misma.

En la Figura 10, se presenta un esquema de la fundación recomendada.

Los suelos A-2-4 poseen las siguientes características típicas:

- Contenido de finos menor o igual a 35 % (% pasante por el tamiz No. 200)
- Límite líquido menor o igual a 40% e índice de plasticidad menor o igual a 10 %, para el material pasante por el tamiz No. 40.

#### 5.3.1 CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE

De la misma manera que en el caso anterior, la capacidad última para fundaciones superficiales se evaluó a partir de la teoría general de capacidad de carga, utilizando la ecuación de Meyerhof (1,963):

$$q_{ult} = S_u N_c F_{cs} F_{cd} + \gamma D_f N_q F_{qs} F_{qd} + 1/2 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

donde:

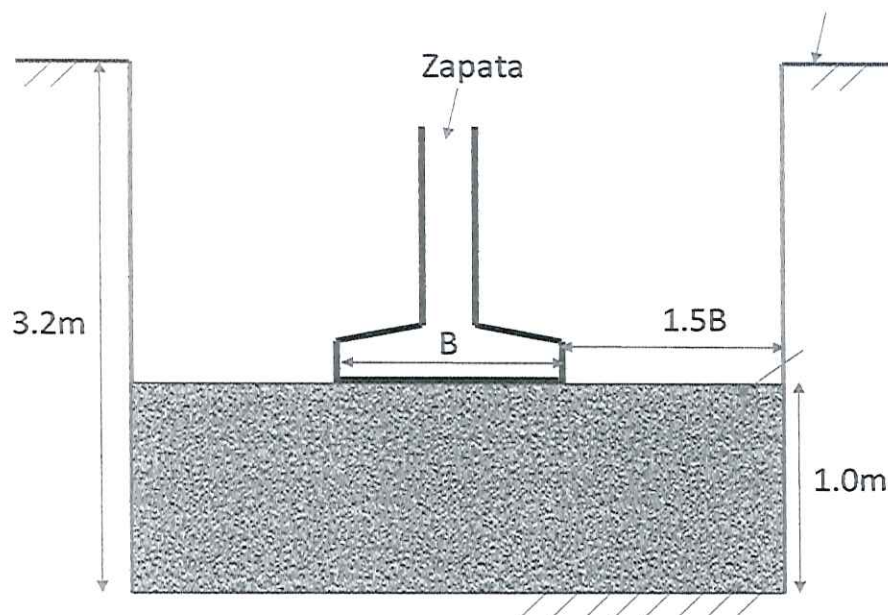
$F_{cs}$   $F_{qs}$  y  $F_{\gamma s}$  factores de forma (De Beer).

$F_{cd}$   $F_{qd}$  y  $F_{\gamma d}$  factores de empotramiento (Hansen).

$N_c$   $N_q$  y  $N_\gamma$  factor adimensional de capacidad de carga.

$S_u$  resistencia al corte no drenada en t/m<sup>2</sup>.





**Figura 10. Esquema de fundación sobre suelo mejorado**

Para el cálculo de la capacidad de carga admisible  $q_{adm}$ , se tomó un factor de seguridad de 3 contra la capacidad de carga última.

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{3}$$

#### 5.4 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO PARA FUNDACIONES SUPERFICIALES

Para esta alternativa, se realizaron los análisis de asentamiento, tomando en cuenta las dimensiones de la fundación, las diferentes cargas netas aplicadas, la profundidad de empotramiento y el tipo de suelo por debajo de la cota de asiento de la fundación. Debido a la naturaleza de los materiales recomendados para el mejoramiento, se calcularon solamente asentamientos elásticos.

El asentamiento elástico o inmediato se estimó con base en la teoría elástica a través de la ecuación, propuesta por la U.S. Navy (1982):

$$S_i = C_s q B \left( \frac{1 - \mu^2}{E_u} \right)$$

Donde:

- $S_i$  asentamiento inmediato.
- $C_s$  factor de forma y rigidez de la fundación.
- $q$  magnitud de la sobrecarga en  $t/m^2$ ,
- $B$  ancho de la fundación en m.
- $E_u$  Modulo de Young's
- $\mu$  relación de Poisson's

Bajo esta consideración, y siguiendo la metodología expuesta, en el Anexo D se presentan los asentamientos inmediatos esperados.

**A fin de evitar la falla por corte y limitar los asentamientos totales para el caso estático, a valores admisibles de 1" (2.5 cm) en el caso de zapatas de fundación apoyadas a una profundidad de 2.0m por debajo del nivel del terreno y sobre una capa de 1.2m de material de relleno compactado, se deberán tomar como valor máximo de capacidad portante admisible los siguientes:**

- 59 t/m<sup>2</sup> para zapatas de fundación de 1.0 x 1.0m
- 49 t/m<sup>2</sup> para zapatas de fundación de 1.5 x 1.5m
- 36 t/m<sup>2</sup> para zapatas de fundación de 2.0 x 2.0m
- 30 t/m<sup>2</sup> para zapatas de fundación de 2.5 x 2.5m
- 25 t/m<sup>2</sup> para zapatas de fundación de 3.0 x 3.0m

## **6. RECOMENDACIONES GENERALES**

### **6.1 RECOMENDACIONES DE DISEÑO**

- Las zapatas se diseñarán para cargas muertas y vivas netas, que no excedan, para cada estructura en particular, la capacidad portante admisible del suelo.
- Para el dimensionamiento de las fundaciones, se tomarán en consideración las cargas axiales derivadas del análisis de las estructuras.
- Las zapatas serán de sección uniforme y macizas. Para el dimensionamiento de las Zapatas, se tomarán en consideración las cargas axiales y de momento, derivadas del análisis de las estructuras. Dependiendo del espesor de las Zapatas, se considerará su flexibilidad en el diseño y cálculo de los momentos flectores.
- Deben construirse vigas de amarre (vigas sísmicas) entre todas las zapatas para evitar problemas de asentamientos diferenciales.
- Las excavaciones para la base de las fundaciones no deberán permanecer abiertas por más de 24 horas. Si por alguna razón la excavación debe permanecer abierta, entonces inmediatamente después de haber alcanzado 5 cm por debajo de la cota de apoyo de la fundación, se deberá colocar 5 cm de concreto pobre, para evitar la variación de humedad en el material de la fundación, evitando simultáneamente futuros problemas de expansión.
- Se recomienda que la distancia más cercana entre los bordes de las zapatas sea al menos 2.5 veces el lado más pequeño de las mismas. De no ser posible constructivamente, se recomienda notificar a esta oficina, para verificar las hipótesis de cálculo.



- Se recomienda emplear elementos de protección temporal para la realización de las excavaciones.
- Los materiales para emplear en el diseño y construcción de las fundaciones, se recomienda que sean de resistencia no inferior a:

Concreto .....  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días  
Acero .....  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
Cemento ..... Portland tipo 1

## 6.2 RECOMENDACIONES PARA LA LOSA DE PISO

Para la construcción de la losa de piso se recomienda sustituir 0.5, de material natural por un suelo que clasifique como A-2-4 compactado en capas de máximo 25cm al 95% de la densidad seca y con humedad en el rango de  $\pm 1 \%$  de la óptima según el Ensayo Proctor Estándar ASTM D-1557.

Los suelos A-2-4 poseen las siguientes características típicas:

- Contenido de finos menor o igual a 35 % (% pasante por el tamiz No. 200)
- Límite líquido menor o igual a 40% e índice de plasticidad menor o igual a 10 %, para el material pasante por el tamiz No. 40.

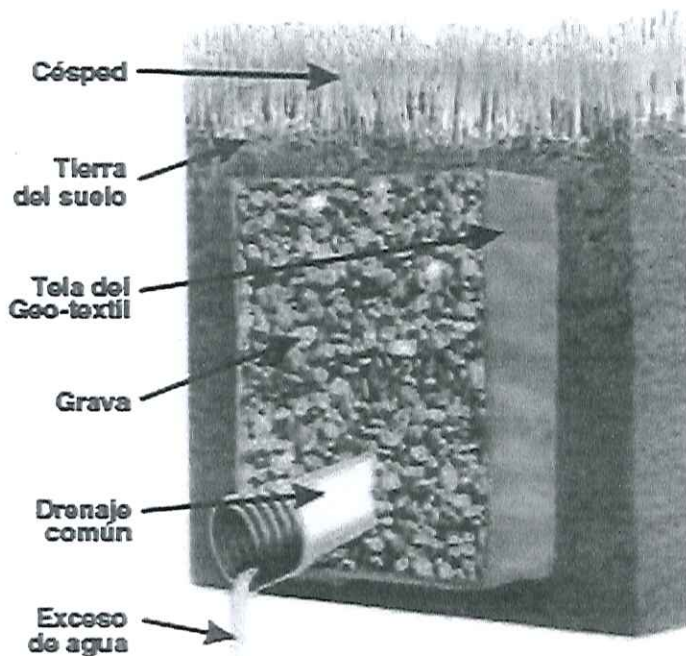
## 6.3 RECOMENDACIONES PARA FUNDACIONES EN MATERIALES EXPANSIVOS

En el área del proyecto, se encontraron arcillas de alta plasticidad (CH) que pueden presentar potenciales de expansión, por lo tanto, se recomienda tener en cuenta esta situación antes de construir las fundaciones contra el terreno. Para evitar la filtración de agua hacia los materiales de fundación, se recomienda la instalación de drenes en todo el perímetro de las estructuras, de la manera descrita a continuación.

### 6.3.1 Construcción de drenajes perimetrales (dren frances)

Esta alternativa considera la construcción de drenajes de tipo “dren francés” en todo el perímetro de las estructuras, ubicados a una profundidad de 1.50m por debajo de la superficie del terreno. Mediante esta alternativa se busca canalizar de manera controlada las aguas que fluyan por el subsuelo evitando la saturación de los materiales de fundación de las estructuras, y consecuentemente disminuyendo su potencial de expansión. El esquema típico de estos drenajes es el que se muestra en la Figura 11.

La descarga de las aguas recolectadas de este sistema debe realizarse al sistema de alcantarillado pluvial existente en el sitio.



**Figura 11. Detalle típico de drenaje francés (Fuente: <https://www.pinterest.com.mx>)**

Adicionalmente, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el control de la expansión:

- Los materiales constituidos por suelos cohesivos con un alto grado de expansión, no podrán ser utilizados para la ejecución de rellenos estructurales con el objeto de no contaminarlos.
- Con el objeto de minimizar las variaciones de humedad del subsuelo que puedan ocurrir en la zona perimetral a las estructuras, debido a los cambios estacionales típicos de la región, se deberá conformar el terreno en el perímetro de las estructuras con una pendiente de 2.0 % hacia los sistemas de drenaje. Adicionalmente, una vez se haya concluido la conformación, se recomienda construir drenes perimetrales con una profundidad de 1.5m para evitar infiltración de agua de la superficie hacia los suelos naturales que se encontrarán por debajo del mismo, según lo especificado en el numeral 6.3.1.
- Se recomienda evitar zonas verdes que impliquen riegos y proveer juntas flexibles a tuberías enterradas, de manera que se evite la rotura de las mismas y posterior saturación de los materiales.



## **7. ACLARACIÓN**

Geolabs ha preparado este informe para uso exclusivo del Cliente como guía de los aspectos geotécnicos envueltos en el diseño y construcción de la estructura. El estudio se ha realizado siguiendo un estándar de calidad normalmente practicado por firmas de ingeniería. Se espera que este informe esté disponible para los contratistas como información de referencia más no como garantía de las condiciones del subsuelo. Geolabs no se hace responsable por condiciones del suelo variables en zonas no exploradas durante este estudio ni por modificaciones en la topografía posteriores a este estudio. En caso de realizar cortes o rellenos, se recomienda informarnos para verificar las hipótesis de cálculo.

## 8. REFERENCIAS

- ASTM, (1997). **"Annual Books of ASTM Standard. ASTM"**, West Conshohocken, USA.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE / GOBIERNO NACIONAL, REPÚBLICA DE PANAMÁ (2010). **"Atlas Ambiental de la República de Panamá"**. Panamá.
- Braja M. Das (1.995) **"Principles of Foundation Engineering"**. California State University, Sacramento. Third Edition. USA.
- Cornell University (1.990). **"Manual on Estimation Soil Proprieties for Foundation Design"**. Geotechnical Engineering Group. New York, USA.
- González de Vallejo, Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2002) **"Ingeniería Geológica"**. Pearson Educación, Madrid.
- Lambe, T.W. and Whitman, R.V. (1.991). **"Mecánica de Suelos"**. Editorial Limusa, México.
- Montero, W. (1994a). **"Neotectonics and related stress distribution in subduction – collisional zone: Costa Rica. – En: Seyfried, H (ed.): Geology of an envolving island arc: southeastern Central America. Profil, 7: 125-141.**
- Montero, W. (2.001) en Revista Geológica de América Central, 24: 29-56. **"Neotectónica de la región central de Costa Rica: frontera oeste de la microplaca de Panamá"**.
- M. J. Tomlinson (1.977) **"Pile Design and Constrution Practice"**. London.
- Peck, Hanson & Thornburn (1.973). **"Foundation Engineering"**. Second Edition. USA.
- Stewart & R.H. (1980) **"Geological Map of Canal Zone and Vicinity"**
- Van Der Merwe (1964) **"The Civil Engineer"**. Institute of Civil Engineers, Johannesburg, South Africa.



## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?useExisting=1&layers=a7137072efad4040a24f0f2e35b1c789>, geología de la República de Panamá MICI 1990
- [http://hidromet.com.pa/documentos/Nota\\_Explicativa\\_Hidrogeologico.pdf](http://hidromet.com.pa/documentos/Nota_Explicativa_Hidrogeologico.pdf)
- <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metas/view/28096>
- <https://www.usgs.gov/>

## **ANEXO A: PLANILLAS DE PERFORACIÓN**



SIMBOLO LITOLÓGICO	NIVEL FREÁTICO	LITOLOGÍA	DENSIDAD R. CONSISTEN. &	TIPO DE MUESTRA	PROF. EN M	GRÁFICO DE PERFORACIÓN			N° DE GOLPES	PENETRACIÓN (cm)	RECUPERACIÓN (cm)	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			PROPIEDADES FÍSICAS				PERFORACIÓN	
						0	20	40				60	LL	LP	IP	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	γ (kN/m³)	qu (Mpa)	C (kN/m²)		φ (°)
/		ARCILLA de alta plasticidad con arena (CH), color marrón _ No recuperó (De 0.00 a 0.45m)	FIRME	SS	1				10	45	0											P-1 ψ= Nivel Freático N.R.= No Recuperó SS = Muestra S.P.T SH = Shelby R = Rotación TR= Tricóno Gs = Peso específico IP= Índice de φ = Ángulo de fricción Qu=Compresión no confinada Su = Resistencia al corte no drenado W = Humedad Natural γ = Peso unitario seco Wht: peso del martillo	
					2				7	45	21												
					3				8	45	22												
		_ color gris (De 1.50 a 1.95m)	MEDIA	SS	4																		
					5																		
					6																		
		_ con fragmentos de roca meliorizada (De 3.00 a 3.45m)	DURA	SS	7																		
					8																		
					9																		
		FIN DE LA PERFORACIÓN				10																	
						11																	
						12																	
						13																	
						14																	
						15																	
COTA	LONGITUD	NSD	NIVEL FREÁTICO	FECHA Y HORA:	CAÍDA MARTILLO	PESO	DIÁMETRO	ORVEC			ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANÍA PROVINCIA DE PANAMÁ CÓDIGO INTERNO DLP-1938				Geolab S								
COORDENADAS					76 cm	140 Lb	35mm																
N: 995.202	E: 661.972			23/04/15 - 09:50 a.m.																			
OBSERVACIONES:		FECHA DE EJECUCIÓN		23/04/19																			

SIMBOLO LITOLÓGICO	LITOLOGÍA	CONSISTENCIA	TIPO DE MUESTRA	PROF. EN M	GRÁFICO DE PERFORACIÓN			Nº DE GOLPES	PENETRACIÓN (cm)	RECUPERACIÓN (cm)	LÍMITES DE ATERBERG			GRANULOMETRÍA			PROPIEDADES FÍSICAS				PERFORACIÓN						
					0	20	40				60	LL	LP	IP	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	qu (Mpa)	C (t/m²)	φ (°)		W %					
NIVEL FREÁTICO	ARCILLA de alta plasticidad con arena (CH), color marrón _ No recuperó (De 0.00 a 0.45m) - muestra extraída con pala _ con fragmentos de grava (De 0.45 a 0.90m)	MEDIA	SS	1	0	0	0	6	45	0										14.2	W	P-2					
		FIRME	SS	2	0	0	0	11	45	26											33.2						
			SS	3	0	0	0	11	45	26											37.5						
			SS	4	0	0	0	11	45	20											26.8						
			SS	5	0	0	0	11	45	20																	
		DURA	SS	6	0	0	0	50	45	28												39.5					
			SS	7	0	0	0	50	45	28																	
			SS	8	0	0	0	50	45	28																	
			SS	9	0	0	0	50	45	28																	
			SS	10	0	0	0	50	45	28																	
		FIN DE LA PERFORACIÓN																									



ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA  
EDIFICIO EN BETHANIA  
PROVINCIA DE PANAMÁ  
CÓDIGO INTERNO DLP-1933

ORVEC

DIÁMETRO  
36mm

PESO  
140 Lb

CAIDA MARTILLO  
76 cm

NIVEL FREÁTICO  
23/04/19 - 11:15 a.m.

FECHA Y HORA:

NSD

LONGITUD  
3.45 m

COORDENADAS  
N: 995,171 E: 661,971

FECHA DE EJECUCIÓN  
23/04/19

OBSERVACIONES:



SIMBOLO LITOLÓGICO	LITOLOGIA	CONSISTENCIA	TIPO DE MUESTRA	PROF. EN M.	GRÁFICO DE PERFORACIÓN Nº DE GOLPES / PIE	Nº DE GOLPES	PENETRACION (cm)	RECUPERACION (cm)	LÍMITES DE ATTERBERG				GRANULOMETRÍA			PROPIEDADES FÍSICAS				PERFORACIÓN			
									LL	LP	IP	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	$\gamma$ (mg)	qu (Mpa)	C ( $\gamma$ m <sup>2</sup> )	$\phi$ (%)	% M				
	ARCILLA de alta plasticidad con arena (CH), color marrón rojizo No recupero (De 0.00 a 0.45m)  con fragmentos de grava (De 0.90 a 1.35m)  con fragmentos de roca meteorizada (De 3.00 a 3.45m)  FIN DE LA PERFORACIÓN	MEDIA	\$S			5	45	0											P-3				
		BLANDA	\$S	1		3	45	24											35.7				
			\$S			4	45	25											38.1				
		MUY FIRME	\$S	2		17	45	26											39.9				
				3																			
		DURA	\$S			50	20	20											17.4				
				4																			
				5																			
				6																			
				7																			
		8																					
		9																					
		10																					
		11																					
		12																					
		13																					
		14																					
		15																					
COTA	LONGITUD 3.20 m	NIVEL FREÁTICO 1.50 m	FECHA Y HORA: 23/03/19 - 01:00 p.m.	CAIDA MARTILLO 76 cm	PESO 140 Lb	DIÁMETRO 36mm	ORVEC												ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA PROVINCIA DE PANAMA CÓDIGO INTERNO DLP-1933				Geolab <sup>3</sup> ESTUDIO Y LABORATORIO DE SUELOS DE AGUAS
COORDENADAS N: 065 163 E: 681 959		FECHA DE EJECUCIÓN 23/03/19		OBSERVACIONES:																			

**ANEXO B:  
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE  
LABORATORIO**



**HUMEDAD NATURAL ASTM D-2216**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTREADO POR: GyP

Muestra de laboratorio No.	1	2	3	4	5	6
1 Perforacion N° / Calicata N°	P-1	P-1	P-1	P-1		
2 Muestra N°	1	2	3	4		
3 Profundidad (m)	0.45 - 0.90	0.90 - 1.35	1.50 - 1.95	3.00 - 3.30		
4 Tara No.	31	6	13	12		
5 Peso de la Tara (g)	19.3	18.5	19.7	20.3		
6 Tara + Suelo Húmedo (g)	59.5	81.3	78.1	70.9		
7 Tara + Suelo Seco (g)	49.3	61.4	59.0	61.4		
8 Peso del Agua (g)	10.2	19.9	19.1	9.5		
9 Peso del suelo seco (g)	30.0	42.9	39.3	41.1		
10 % de Humedad	34.0	46.4	48.6	23.1		

Muestra de laboratorio No.	7	8	9	10	11	12
1 Perforacion N° / Calicata N°						
2 Muestra N°						
3 Profundidad (m)						
4 Tara No.						
5 Peso de la Tara (g)						
6 Tara + Suelo Húmedo (g)						
7 Tara + Suelo Seco (g)						
8 Peso del Agua (g)						
9 Peso del suelo seco (g)						
10 % de Humedad						

Tecnico Laboratorio

M. PICOTA

Revisado Por:

S. SOUKI

Aprobado Por:

I. ORDOÑEZ

DG-F-001-1

**HUMEDAD NATURAL ASTM D-2216**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTREADO POR: GyP

	Muestra de laboratorio No.	1	2	3	4	5	6
1	Perforacion N° / Calicata N°	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	
2	Muestra N°	1	2	3	4	5	
3	Profundidad (m)	0.00 - 0.45	0.45 - 0.90	0.90 - 1.35	1.50 - 1.95	3.00 - 3.45	
4	Tara No.	25	28	20	23	22	
5	Peso de la Tara (g)	30.2	18.9	18.9	18.8	19.2	
6	Tara + Suelo Húmedo (g)	80.1	63.4	73.5	66.6	69.7	
7	Tara + Suelo Seco (g)	73.9	52.3	58.6	56.5	55.4	
8	Peso del Agua (g)	6.2	11.1	14.9	10.1	14.3	
9	Peso del suelo seco (g)	43.7	33.4	39.7	37.7	36.2	
10	% de Humedad	14.2	33.2	37.5	26.8	39.5	

	Muestra de laboratorio No.	7	8	9	10	11	12
1	Perforacion N° / Calicata N°						
2	Muestra N°						
3	Profundidad (m)						
4	Tara No.						
5	Peso de la Tara (g)						
6	Tara + Suelo Húmedo (g)						
7	Tara + Suelo Seco (g)						
8	Peso del Agua (g)						
9	Peso del suelo seco (g)						
10	% de Humedad						



**HUMEDAD NATURAL ASTM D-2216**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTREADO POR: GyP

	Muestra de laboratorio No.	1	2	3	4	5	6
1	Perforacion N° / Calicata N°	P-3	P-3	P-3	P-3		
2	Muestra N°	1	2	3	4		
3	Profundidad (m)	0.45 - 0.90	0.90 - 1.35	1.50 - 1.95	3.00 - 3.20		
4	Tara No.	29	17	30	3		
5	Peso de la Tara (g)	19.8	19.5	19.0	18.7		
6	Tara + Suelo Húmedo (g)	83.3	77.9	99.7	74.6		
7	Tara + Suelo Seco (g)	66.6	61.8	76.7	66.3		
8	Peso del Agua (g)	16.7	16.1	23.0	8.3		
9	Peso del suelo seco (g)	46.8	42.3	57.7	47.6		
10	% de Humedad	35.7	38.1	39.9	17.4		

	Muestra de laboratorio No.	7	8	9	10	11	12
1	Perforacion N° / Calicata N°						
2	Muestra N°						
3	Profundidad (m)						
4	Tara No.						
5	Peso de la Tara (g)						
6	Tara + Suelo Húmedo (g)						
7	Tara + Suelo Seco (g)						
8	Peso del Agua (g)						
9	Peso del suelo seco (g)						
10	% de Humedad						

PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA	CÓDIGO:	DLP-1938
CLIENTE:	ORVEC	FECHA:	15/05/19
LOCALIZACIÓN:	PROVINCIA DE PANAMÁ	MUESTRA:	P-2
MUESTREADO POR:	GyP	FECHA MUESTREO:	23/04/19
		PROF:	0.00 - 0.45 m

Prueba No.		Muestra No. 1	Muestra No. 2
Peso de anillo + suelo	g	1076.00	1077.00
Peso de anillo	g	917.00	917.00
Peso del suelo humedo	g	159.00	160.00
Volumen del anillo	cm <sup>3</sup>	88.99	88.99
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.79	1.80
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.53	1.53

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA PRUEBA			
Muestra No.		1	2
Tara No.		24	25
Peso humedo + tara	g	125.50	113.70
Peso seco + tara	g	112.10	101.50
Peso de agua	g	13.40	12.20
Peso de tara	g	30.40	30.60
Peso del suelo seco	g	81.70	70.90
Porcentaje de humedad	%	16.40	17.21

PESO UNITARIO				
Prueba No.		1	2	PROMEDIO
Peso Unitario Humedo,	kg/m <sup>3</sup>	1787	1798	1792
Peso Unitario Seco,	kg/ m <sup>3</sup>	1535	1534	1534

Tecnico de laboratorio. M.PICOTA Revisado Por: S. SOUKI Aprobado Por: I. ORDOÑEZ



ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D 422, D 4318 AND D2487

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTRA: P-3

MUESTREADO POR: GyP

FECHA DE MUESTREO: 23/04/19

PROF: 1.50 - 1.95 m

% Grava	0.9
---------	-----

L.L. 62.9

Clasificación: Arcilla de alta plasticidad con arena, color marrón rojizo

% Arena	<u>14.9</u>
---------	-------------

L.P. 24.7

% Finos	84.2
---------	------

I. P. 38.2

Clasificación SUCS	CH
--------------------	----

Clasificación AASHTO

## ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422

AGREGADO GRUESO

Peso Muestra Total Seca

AGREGADO FINO

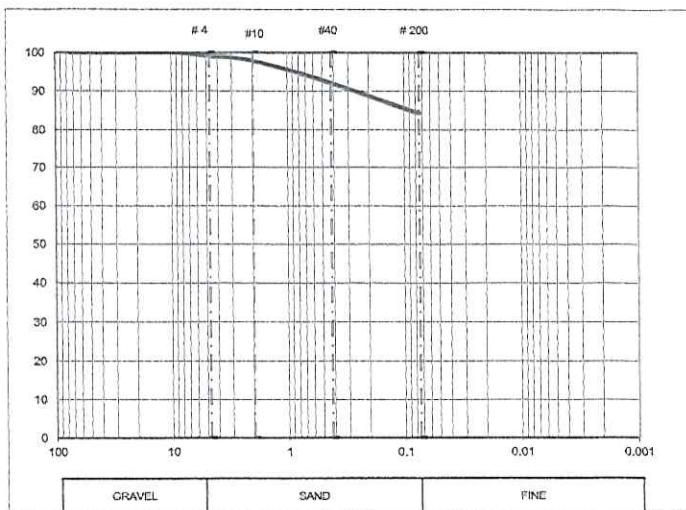
Peso Muestra Total Seca

200.00

### GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

**HIDROMETRO**

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA
3"		0.00	100.00
2 1/2"		0.00	100.00
2"		0.00	100.00
1 1/2"		0.00	100.00
1"		0.00	100.00
3/4"		0.00	100.00
1/2"		0.00	100.00
3/8"		0.00	100.00
#4	1.74	0.87	99.13
#10	4.13	2.10	97.90
#40	15.91	8.00	92.00
#200	31.59	15.80	84.20

[illegible]

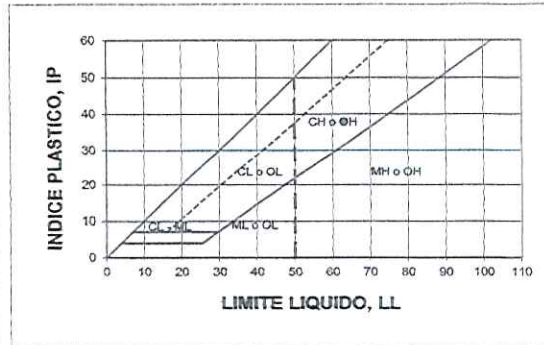
## LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318

18.29

**LIMITE LIQUIDO**

**LIMITE PLASTICO**

Ensayo No.	1	2	3	Ensayo No.	1	2
Tara N°	60	85	27	Tara N°	9	28
Peso Tara (g)	11.33	10.89	11.24	Peso Tara (g)	6.76	6.80
Tara + Suelo Hum (g)	29.64	29.15	31.18	Tara + Suelo Hum (g)	18.29	18.44
Tara + Suelo Seco (g)	22.70	22.02	22.98	Tara + Suelo Seco (g)	16.01	16.13
Agua (g)	6.94	7.13	8.20	Agua (g)	2.28	2.31
Suelo Seco (g)	11.37	11.13	11.74	Suelo Seco (g)	9.25	9.33
Cont. Humedad %	61.0	64.1	69.8	Cont. Humedad %	24.6	24.8
# de Golpes	32	20	10	Promedio	24.7	



Tecnico de laboratorio.

M.PICOTA

Revisado Por:

S. SOUKI

Aprobado Por:

I. ORDOÑEZ

## ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTRA: P-2

MUESTREADO POR: GyP

FECHA DE MUESTREO: 23/04/19

PROF: 3.00 - 3.45 m

% Grava	3.9	L.L.	62.1
---------	-----	------	------

**Clasificación:** Arcilla de alta plasticidad con arena, color marrón

% Arena	24.9	L.P.	26.5
---------	------	------	------

% Finos	<u>71.2</u>	I. P.	<u>35.7</u>
---------	-------------	-------	-------------

Clasificación SUCS	CH	Clasificación AASHTO
--------------------	----	----------------------

## ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422

AGREGADO GRUESO

Peso Muestra Total Seca

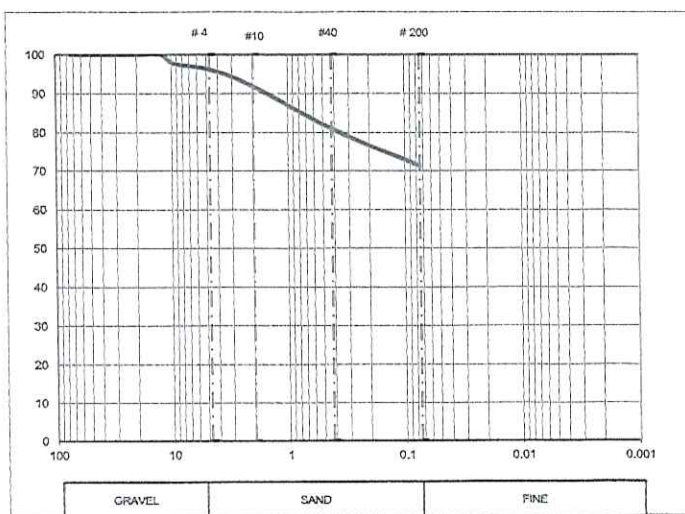
AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca

## GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA
3"		0.00	100.00
2 1/2"		0.00	100.00
2"		0.00	100.00
1 1/2"		0.00	100.00
1"		0.00	100.00
3/4"		0.00	100.00
1/2"		0.00	100.00
3/8"	4.88	2.44	97.56
#4	7.86	3.93	96.07
#10	16.43	8.20	91.80
#40	38.15	19.10	80.90
#200	57.61	28.80	71.20

## HIDROMETRO

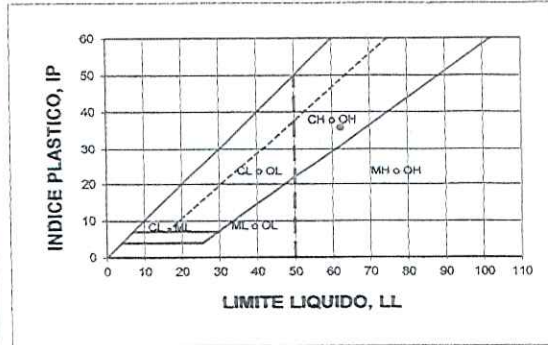
[illegible]**LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318**

**LIMITE LIQUIDO**

Ensayo No.	1	2	3
Tara N°	31	16	24
Peso Tara (g)	11.07	10.96	11.76
Tara + Suelo Hum (g)	30.84	32.43	30.92
Tara + Suelo Seco (g)	23.46	24.14	23.15
Agua (g)	7.38	8.29	7.77
Suelo Seco (g)	12.39	13.18	11.39
Cont. Humedad %	59.6	62.9	68.2
# de Golpes	34	23	13

**LIMITE PLASTICO**

Ensayo No.	1	2
Tara N°	8	28
Peso Tara (g)	6.75	6.80
Tara + Suelo Hum (g)	20.79	20.92
Tara + Suelo Seco (g)	17.86	17.96
Agua (g)	2.93	2.96
Suelo Seco (g)	11.11	11.16
Cont. Humedad %	26.4	26.5
Promedio	26.5	



Tecnico de laboratorio.

M.PICOTA

Revisado Por:

S. SOUKI

Aprobado Por:

I. ORDOÑEZ



ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D 422, D 4318 AND D2487

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA.

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTRA: P-2

MUESTREADO POR: GyP

FECHA DE MUESTREO: 23/04/19

PROF: 0.90 - 1.35 m

% Grava	0.9	L.L.	71.1
---------	-----	------	------

**Clasificación:** Arcilla de alta plasticidad con arena, color marrón

% Arena	<u>19.8</u>	L.P.	<u>23.8</u>
---------	-------------	------	-------------

% Finos	<u>79.3</u>	I. P.	<u>47.4</u>
---------	-------------	-------	-------------

Clasificación SUCS	CH	Clasificación AASHTO
--------------------	----	----------------------

## ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422

AGREGADO GRUESO

Peso Muestra Total Seca

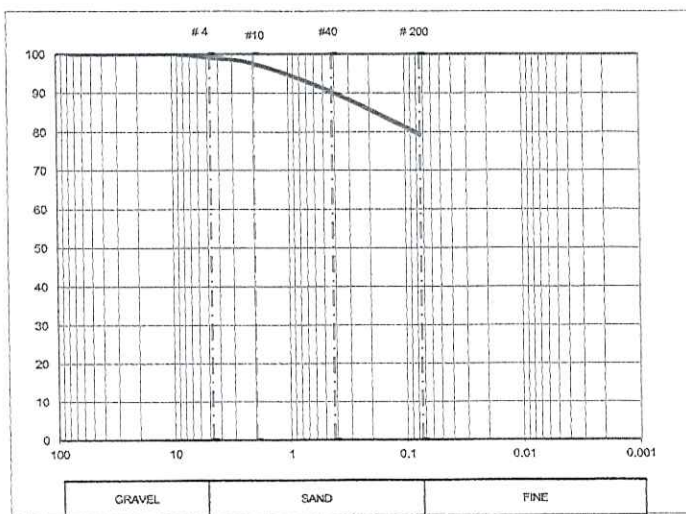
AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca

## GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA
3"		0.00	100.00
2 1/2"		0.00	100.00
2"		0.00	100.00
1 1/2"		0.00	100.00
1"		0.00	100.00
3/4"		0.00	100.00
1/2"		0.00	100.00
3/8"		0.00	100.00
#4	1.35	0.90	99.10
#10	3.79	2.50	97.50
#40	14.77	9.80	90.20
#200	31.12	20.70	79.30

## HIDROMETRO

[illegible]

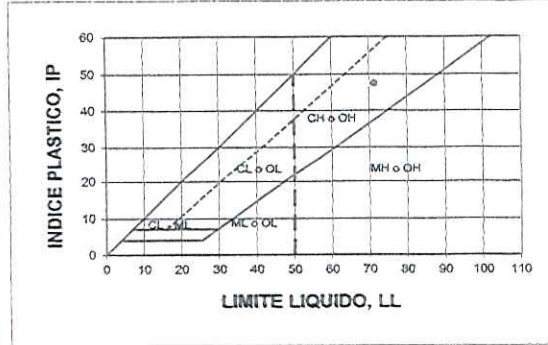
## LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318

**LIMITE LIQUIDO**

Ensayo No.	1	2	3
Tara N°	42	100	12
Peso Tara (g)	10.25	11.32	10.93
Tara + Suelo Hum (g)	32.62	32.83	30.73
Tara + Suelo Seco (g)	23.46	23.77	22.04
Agua (g)	9.16	9.06	8.69
Suelo Seco (g)	13.21	12.45	11.11
Cont. Humedad %	69.3	72.8	78.2
# de Golpes	31	21	11

**LIMITE PLASTICO**

Ensayo No.	1	2
Tara N°	6	15
Peso Tara (g)	6.59	6.91
Tara + Suelo Hum (g)	16.81	17.25
Tara + Suelo Seco (g)	14.85	15.26
Agua (g)	1.96	1.99
Suelo Seco (g)	8.26	8.35
Cont. Humedad %	23.7	23.8
Promedio	23.8	



Tecnico de laboratorio.

M.PICOTA

Revisado Por:

S. SOUKI

Aprobado Por:

I. ORDOÑEZ

ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG  
ASTM D 422, D 4318 AND D2487

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTRA: P-1

MUESTREADO POR: GyP

FECHA DE MUESTREO: 23/04/19

PROF: 1.50 - 1.95 m

% Grava	0.4	L.L.	50.9
---------	-----	------	------

Clasificación: **Arcilla de alta plasticidad con arena, color marrón**

% Arena	14.9	L.P.	22.2
---------	------	------	------

% Finos	<u>84.7</u>	I. P.	<u>28.7</u>
---------	-------------	-------	-------------

Clasificación SUCS	CH	Clasificación AASHTO
--------------------	----	----------------------

## ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422

AGREGADO GRUESO

Peso Muestra Total Seca

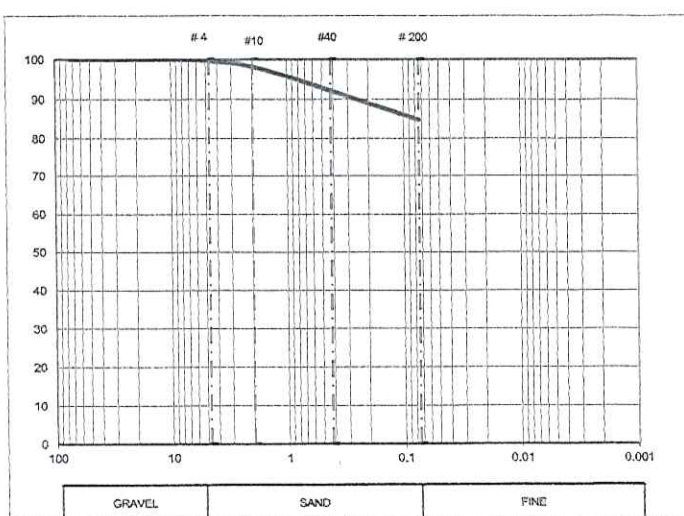
AGREGADO FINO

Peso Muestra Total Seca

### GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

TAMIZ	RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA
3"		0.00	100.00
2 1/2"		0.00	100.00
2"		0.00	100.00
1 1/2"		0.00	100.00
1"		0.00	100.00
3/4"		0.00	100.00
1/2"		0.00	100.00
3/8"		0.00	100.00
#4	0.73	0.37	99.64
#10	3.63	1.80	98.20
#40	15.86	7.90	92.10
#200	30.55	15.30	84.70

## HIDROMETRO

[illegible]

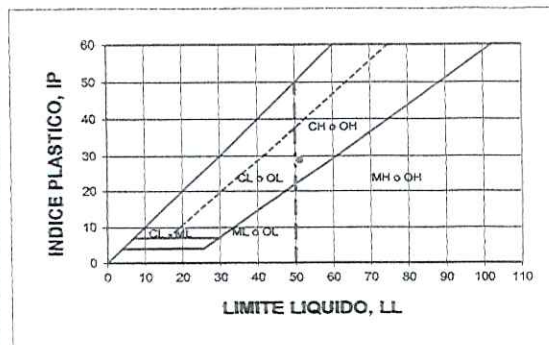
## LIMITES DE ATTERBERG ASTM D-4318

**LIMITE LIQUIDO**

Ensayo No.	1	2	3
Tara N°	70	51	25
Peso Tara (g)	10.77	11.36	12.17
Tara + Suelo Hum (g)	34.40	36.08	36.63
Tara + Suelo Seco (g)	26.73	27.66	27.84
Agua (g)	7.67	8.42	8.79
Suelo Seco (g)	15.96	16.30	15.67
Cont. Humedad %	48.1	51.7	56.1
# de Golpes	33	23	14

**LIMITE PLASTICO**

Ensayo No.	1	2
Tara N°	10	18
Peso Tara (g)	6.60	6.79
Tara + Suelo Hum (g)	20.26	20.50
Tara + Suelo Seco (g)	17.78	18.01
Agua (g)	2.48	2.49
Suelo Seco (g)	11.18	11.22
Cont. Humedad %	22.2	22.2
Promedio	22.2	



Tecnico de laboratorio.

M.PICOTA

Revisado Por:

S. SOUKI

Aprobado Por:

I. ORDOÑEZ



PROYECTO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA	CÓDIGO:	DLP-1938
CLIENTE:	ORVEC	FECHA:	15/05/19
LOCALIZACIÓN:	PROVINCIA DE PANAMÁ	MUESTRA:	P-3
MUESTREO POR:	GyP	FECHA MUESTREO:	23/04/19
		PROF:	0.45 - 0.90 m

Prueba No.		Muestra No. 1	Muestra No. 2
Peso de anillo + suelo	g	1085.00	1086.00
Peso de anillo	g	917.00	917.00
Peso del suelo humedo	g	168.00	169.00
Volumen del anillo	cm <sup>3</sup>	88.99	88.99
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.89	1.90
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.39	1.39

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA PRUEBA		
Muestra No.	1	2
Tara No.	30	19
Peso humedo + tara	g	91.70
Peso seco + tara	g	75.90
Peso de agua	g	15.80
Peso de tara	g	31.60
Peso del suelo seco	g	44.30
Porcentaje de humedad	%	35.67

PESO UNITARIO			
Prueba No.	1	2	PROMEDIO
Peso Unitario Humedo, kg/m <sup>3</sup>	1888	1899	1893
Peso Unitario Seco, kg/m <sup>3</sup>	1392	1392	1392

Tecnico de laboratorio. M.PICOTA Revisado Por: S. SOUKI Aprobado Por: I. ORDOÑEZ

**INDICE DE EXPANSION DE SUELOS  
(UNE 103600)**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTRA: P-1

MUESTREO POR: GyP

FECHA MUESTREO: 23/04/19

PROF (m): 0.00 - 0.45

**DATOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Peso de anillo + suelo	g	301.60
Peso de anillo	g	180.80
Peso del suelo humedo	g	120.80
Volumen del anillo	cm3	64.67
Densidad humeda	g/cm3	1.87
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	g/cm3	1.41

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

DESCRIPCION		RESULTADO	
TARA N°		40A	RC-7
Peso tara	g	31.80	31.00
Peso humedo + tara	g	79.50	80.40
Peso seco + tara	g	67.80	68.30
Peso de agua	g	11.70	12.10
Peso del suelo seco	g	36.00	37.30
Porcentaje de humedad	%	32.5	32.4

**RESULTADOS DE EXPANSIÓN**

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
ESFUERZO	Lb /pulg2	0.95
ESFUERZO	kg cm2	0.07
ESFUERZO	kg /m2	665.33
Presión de Expansión, kPa	kPa	6.53
Cambio Potencial de Volumen		1.2 (No Crítico)
Índice de Hinchamiento (Mpa)		0.007

Técnico de laboratorio: M. PICOTA Revisado Por: S. SOUKI Aprobado Por: I. ORDOÑEZ



**INDICE DE EXPANSION DE SUELOS  
(UNE 103600)**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

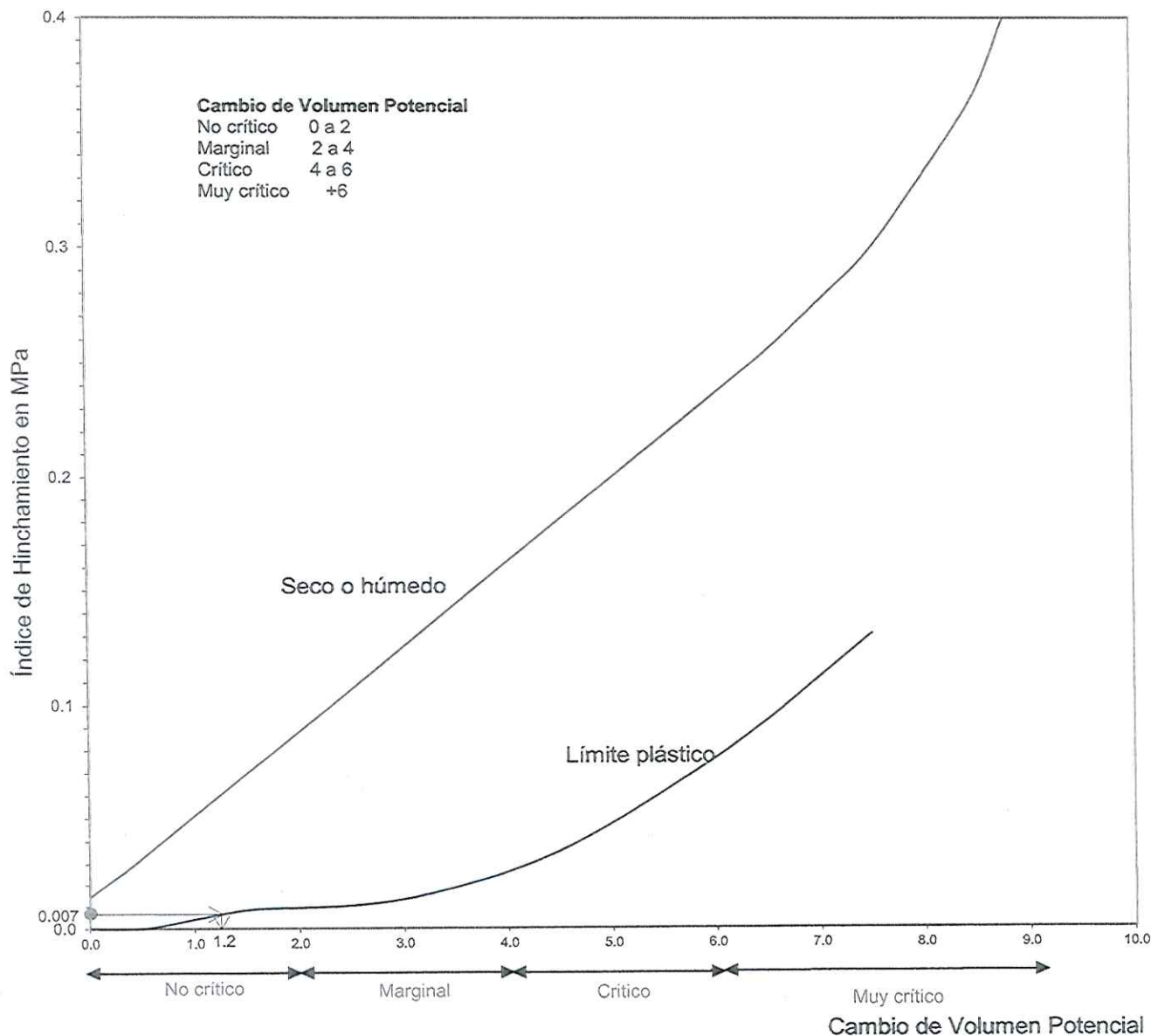
MUESTRA: P-1

MUESTREADO POR: GyP

FECHA MUESTREO: 23/04/19

PROF (m): 0.00 - 0.45

**ÍNDICE DE HINCHAMIENTO-CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL**



Técnico de laboratorio: M. PICOTA      Revisado Por: S. SOUKI      Aprobado Por: I. ORDOÑEZ

**INDICE DE EXPANSION DE SUELOS  
(UNE 103600)**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

CÓDIGO: DLP-1938

CLIENTE: ORVEC

FECHA: 14/05/19

LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ

MUESTRA: P-3

MUESTREO POR: GyP

FECHA MUESTREO: 23/04/19

PROF (m) : 0.90 - 1.35

**DATOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Peso de anillo + suelo	g	295.40
Peso de anillo	g	177.00
Peso del suelo humedo	g	118.40
Volumen del anillo	cm <sup>3</sup>	61.62
Densidad humeda	g/cm <sup>3</sup>	1.92
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	1.43

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

DESCRIPCION	RESULTADO
TARA N°	19 K7
Peso tara g	30.00 30.00
Peso humedo + tara g	79.00 81.50
Peso seco + tara g	66.50 68.40
Peso de agua g	12.50 13.10
Peso del suelo seco g	36.50 38.40
Porcentaje de humedad %	34.2 34.1

**RESULTADOS DE EXPANSIÓN**

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
ESFUERZO	Lb /pulg <sup>2</sup>	4.50
ESFUERZO	kg cm <sup>2</sup>	0.32
ESFUERZO	kg /m <sup>2</sup>	3166.01
Presión de Expansión, kPa	kPa	31.06
Cambio Potencial de Volumen		4.2 (Crítico)
Índice de Hinchamiento (Mpa)		0.031

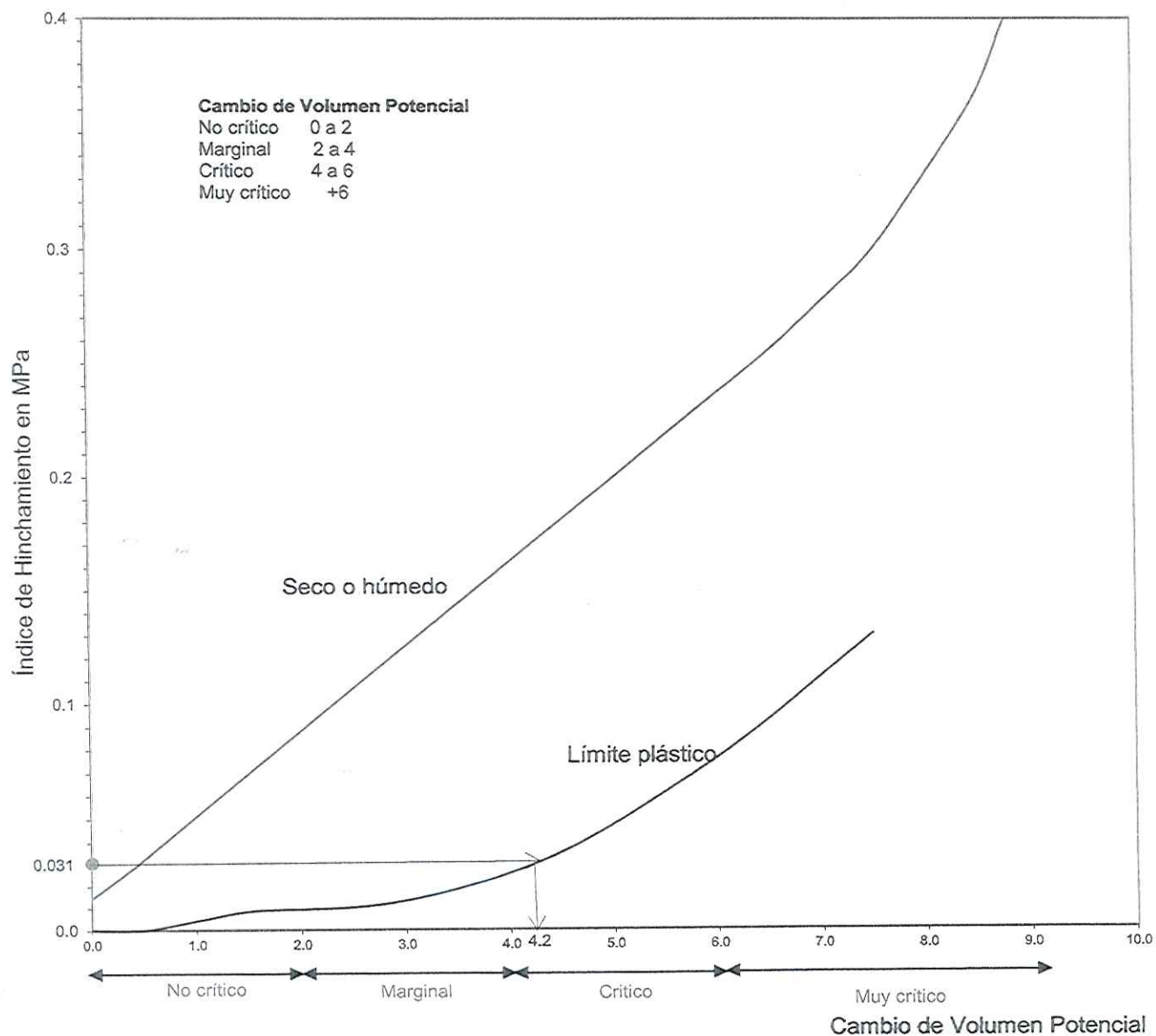
Técnico de laboratorio. M. PICOTA Revisado Por: S. SOUKI Aprobado Por: I. ORDOÑEZ



**INDICE DE EXPANSION DE SUELOS  
(UNE 103600)**

PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA		CÓDIGO:	DLP-1938
CLIENTE: ORVEC		FECHA:	14/05/19
LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMÁ		MUESTRA:	P-3
MUESTREADO POR: GyP	FECHA MUESTREO: 23/04/19	PROF (m):	0.90 - 1.35

**ÍNDICE DE HINCHAMIENTO-CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL**



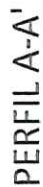
Técnico de laboratorio. M. PICOTA Revisado Por: S. SOUKI Aprobado Por: I. ORDOÑEZ

## **ANEXO C: PERFIL LITOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**





## LOCALIZACIÓN REGIONAL



### LEYENDA EN PLANTA





Perforación

LEYENDA EN EL PERFIL

**Material Cohesivo:**  
- Arcilla de alta plasticidad con arena (CH)



Perfil Aprox. del terreno

 <b>GeoLab S.A.</b> <small>ESTUDIOS Y CONSULTORIAS S.A.S.</small>	<b>ORVEC</b>	ESCALA EN PLANTA 1:500	<b>PERFIL LITOLÓGICO</b>	<b>FECHA</b>	 <b>PL-1 1/1</b>	
		EN EL PERFIL				ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA, PROVINCIA DE PANAMÁ
		ESC. HORIZONTAL 1:NNN ESC VERTICAL 1:200				

**ANEXO D:  
CAPACIDAD DE CARGA Y ANÁLISIS DE  
ASENTAMIENTO DE ZAPATAS**

## ALTERNATIVA 1

### CAPACIDAD DE CARGA ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

Estrato

$$\begin{aligned}\gamma_t &= 1.70 \text{ t/m}^3 \\ \phi &= 1.0^\circ \\ c &= 5.0 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$D_f = 2.0 \text{ m}$$

Factores de Capacidad de Carga

$$\begin{aligned}N_c &= 5.38 \\ N_q &= 1.09 \\ N_\gamma &= 0.07\end{aligned}$$

B:L	Factores de Forma			Factores de Empotramiento			B (m)	L (m)	q <sub>ult</sub> (t/m <sup>2</sup> )	q <sub>net</sub> (t/m <sup>2</sup> )	q <sub>adm</sub> FS=3 (t/m <sup>2</sup> )
	F <sub>cs</sub>	F <sub>qs</sub>	F <sub>γs</sub>	F <sub>cd</sub>	F <sub>qd</sub>	F <sub>γd</sub>					
1:1	1.203	1.017	0.600	1.530	1.045	1.000	0.50	0.50	53.5	50.1	16.7
				1.443	1.037	1.000	1.00	1.00	50.7	47.3	15.8
				1.371	1.031	1.000	1.50	1.50	48.3	44.9	15.0
				1.400	1.026	1.000	2.00	2.00	49.3	45.9	15.3
				1.320	1.027	1.000	2.50	2.50	46.7	43.3	14.4

#### ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

NIVEL DE CIMENTACION (m) = 2.00  
PRESION NETA APLICADA (t/m<sup>2</sup>) = 10.00

ANCHO (m) = 2.00  
LONGITUD (m) = 2.00

ASEN. INM. (mm) = 3  
ASEN. CONS (mm) = 11  
ASEN. TOTAL (mm) = 14

ESPESOR (mm)	Z (m)	Δσ <sub>vrec</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δσ <sub>xrec</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δσ <sub>yrec</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δμ <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δσ <sub>vrec'</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δσ <sub>xrec'</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δσ <sub>yrec'</sub> (t/m <sup>2</sup> )	σ <sub>vrec'</sub> (t/m <sup>2</sup> )	σ <sub>vrec'</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Δδ <sub>inm</sub> (mm)	Δδ <sub>cons</sub> (mm)
100	0.05	10.0	9.3	9.3	9.6	0.4	-0.2	-0.2	3.1	12.6	0.0	3.6
100	0.15	10.0	8.0	8.0	8.7	1.3	-0.7	-0.7	4.0	12.7	0.1	1.5
100	0.25	9.9	6.8	6.8	7.8	2.1	-1.0	-1.0	4.9	12.7	0.2	1.2
100	0.35	9.7	5.6	5.6	7.0	2.7	-1.4	-1.4	5.6	12.6	0.2	1.0
100	0.45	9.5	4.6	4.6	6.3	3.2	-1.6	-1.6	6.2	12.4	0.3	0.9
100	0.55	9.1	3.8	3.8	5.6	3.5	-1.8	-1.8	6.6	12.2	0.3	0.8
100	0.65	8.7	3.1	3.1	5.0	3.7	-1.9	-1.9	6.9	11.8	0.3	0.7
500	0.95	7.3	1.7	1.7	3.5	3.7	-1.9	-1.9	7.1	10.6	1.6	2.6

**IZLIA VARGAS MENDOZA**

INGENIERA CIVIL  
LICENCIA NO. 2016-006-153

*[Firma]*  
**F R M A**  
Ley 15 del 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



## ALTERNATIVA 2

### CAPACIDAD DE CARGA ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

Estrato

$$\gamma_t = 1.70 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 32.0^\circ$$

$$c = 0.0 \text{ t/m}^2$$

$$D_f = 2.0 \text{ m}$$

Factores de Capacidad de Carga

$$N_c = 35.49$$

$$N_q = 23.18$$

$$N_\gamma = 30.21$$

B:L	Factores de Forma			Factores de Empotramiento			B (m)	L (m)	$q_{ult}$ (t/m <sup>2</sup> )	$q_{net}$ (t/m <sup>2</sup> )	$q_{adm} \text{ FS}=3$ (t/m <sup>2</sup> )
	$F_{cs}$	$F_{qs}$	$F_{\gamma s}$	$F_{cd}$	$F_{qd}$	$F_{\gamma d}$					
1:1	1.653	1.625	0.600	1.443	1.306	1.000	1.00	1.00	182.6	179.2	59.7
				1.371	1.256	1.000	1.50	1.50	183.9	180.5	60.2
				1.400	1.217	1.000	2.00	2.00	186.6	183.2	61.1
				1.320	1.221	1.000	2.50	2.50	194.9	191.5	63.8
				1.267	1.184	1.000	3.00	3.00	197.8	194.4	64.8

### ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN BETHANIA

$$E(\text{t/m}^2) = 3,000$$

$$\mu = 0.35$$

$$D_f = 2.0 \text{ m}$$

$$S = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$

B:L	B (m)	L (m)	$\alpha$	Asentamiento Elástico (cm)				
				$q_o=25 \text{ t/m}^2$	$q_o=30 \text{ t/m}^2$	$q_o=36 \text{ t/m}^2$	$q_o=49 \text{ t/m}^2$	$q_o=59 \text{ t/m}^2$
1:1	1.00	1.00	1.024	0.75	0.90	1.08	1.47	1.77
	1.50	1.50	1.048	1.15	1.38	1.66	2.25	2.71
	2.00	2.00	1.063	1.55	1.87	2.24	3.05	3.67
	2.50	2.50	1.073	1.96	2.35	2.82	3.84	4.63
	3.00	3.00	1.080	2.37	2.84	3.41	4.64	5.59

**ANEXO E:**  
**REGISTRO FOTOGRÁFICO**







