



**GeoAmbiente**

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

# Realización de Cateos SPT y Estimación de Tensiones Admisibles para Fundaciones

CAIF Pinar Norte

Departamento de Canelones

Septiembre 2017

## **Responsables Técnicos:**

**Mauricio Montaña Gutiérrez**

*Licenciado en Geología*

[mmontano@geoambiente-uruguay.com](mailto:mmontano@geoambiente-uruguay.com)

**Diego Montaña García**

*Ingeniero Civil*

[diego.montano@geoambiente-uruguay.com](mailto:diego.montano@geoambiente-uruguay.com)

# ESTUDIO GEOTÉCNICO - ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y ESTIMACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	1
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	1
INDICE DE TABLAS .....	2
OBJETIVO .....	3
UBICACIÓN .....	3
GEOLOGÍA DEL ÁREA .....	3
CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS .....	3
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXCAVABILIDAD .....	4
REALIZACIÓN DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR .....	4
BREVE DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO (SEGÚN NORMA ASTM D1586 – 84) .....	4
APLICABILIDAD .....	4
CORRECCIONES DEL $N_{SPT}$ .....	4
ENSAYOS SPT .....	7
CIMENTACIONES – TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTOS PARA FUNDACIÓN DIRECTA .....	8
MARCO TEÓRICO .....	8
ESTIMACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES PARA ARENAS .....	8
TENSIÓN ADMISIBLE PARA FUNDACIONES DIRECTAS .....	9
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO Y SUCS) Y HUMEDAD NATURAL .....	10
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO .....	10
RECOMENDACIONES SOBRE FUNDACIONES .....	11
CONCLUSIONES: .....	11
ANEXO .....	12
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FUNDACIÓN DIRECTA .....	13
REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL TERRENO .....	16
ENSAYOS SPT – PLANILLAS DE CAMPO .....	20
ENSAYOS DE LABORATORIO - PLANILLAS .....	24

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Esquema De Ubicación Del Sitio De Estudio Remarcado .....	3
Ilustración 2 - Corrección De Valores De N Para SPT 01 (Izquierda) y SPT 02 (Derecha) .....	6
Ilustración 3 - Corrección De Valores De N Para Spt 03 .....	6
Ilustración 4 - Plano De Ubicación De Sondeos .....	7
Ilustración 5 - Sitio De Ensayo SPT 01 .....	7
Ilustración 6 - Arena Media A Fina .....	8
Ilustración 7 - Análisis Para SPT 01 .....	14
Ilustración 8 - Análisis para SPT 02 .....	14
Ilustración 9 - Análisis para SPT 03 .....	15

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Estimación de valores de $N_{\text{corregido}}$ para Fundación Sobre Arenas.....	9
Tabla 2 - Resumen de Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS) .....	10
Tabla 3 - Criterios de Expansividad .....	10
Tabla 4 - Niveles Freáticos .....	11

## DESARROLLO DEL INFORME

### Objetivo

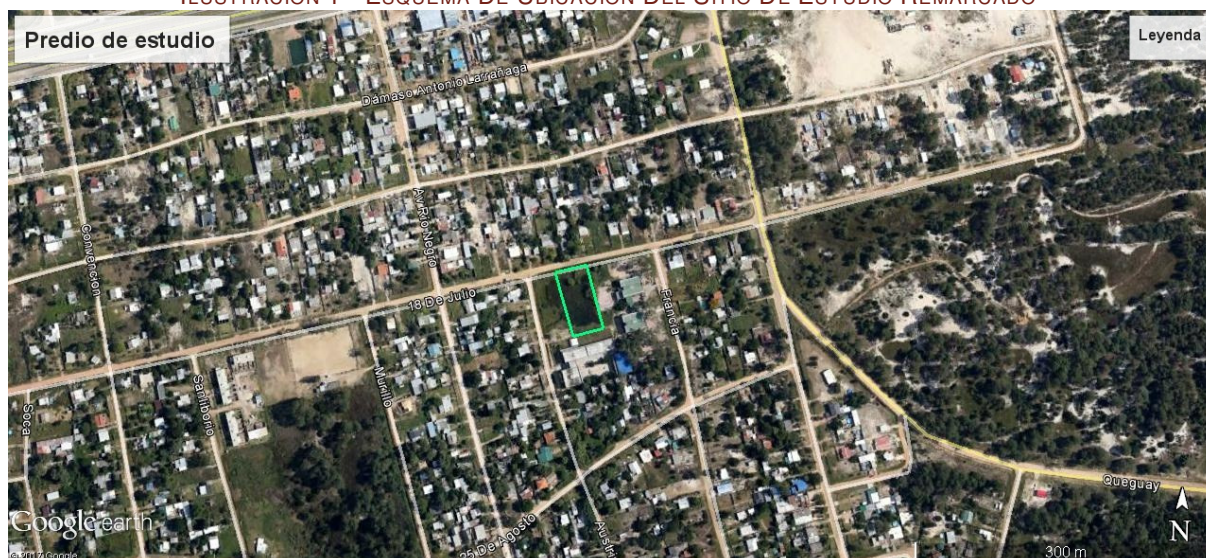
De acuerdo a lo solicitado por la Corporación Nacional para el Desarrollo se presenta un Estudio Geotécnico cuyo objetivo es a partir de una serie de ensayos de penetración estándar (SPT) estimar algunos parámetros del suelos del sitio a ser empleados como insumo para el diseño de la solución de fundación de un edificio de una planta con cubierta de isopanel, que funcionara como Caif, ubicado en la calle 18 de Julio entre Austria y Francia en la localidad de Pinar Norte, Departamento de Canelones.

En función de lo solicitado por el contratante se realizaron 3 cateos con la realización de un ensayo SPT por metro de cateo y se extrajeron muestras de suelo para determinar su potencial de expansividad y clasificación.

### Ubicación

El sitio de estudio se ubica en Pinar Norte sobre la calle 18 de julio como se ubica en la siguiente imagen. El predio se ubica en su totalidad dentro de una zona de bañado, por lo que en el momento de los trabajos el terreno se encontraba anegado.

ILUSTRACIÓN 1 - ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO REMARCADO



### Geología del área

En función de la revisión de antecedentes, la fotointerpretación geológica a escala 1:20.000 y el relevamiento de campo realizado, se establece que el subsuelo del área está integrado por sedimentos de edad actual, correspondientes a dunas costeras.

Estos depósitos se conforman por arenas generalmente finas a medias, cuarzosas y bien seleccionadas, depositadas por la acción de vientos sobre arenas de playas. Pueden aparecer niveles arcillosos debido a la acción fluvial.

De forma puntual y es el caso del terreno de estudio, existen zonas de baja cota que se anegan formando bañados, en estos sitios se depositan arcillas ricas en materia orgánica.

### Criterios de clasificación de suelos

Los criterios utilizados en los estudios realizados a los efectos de clasificar los materiales del subsuelo en función de la excavabilidad, son los siguientes:

## Clasificación en función de la excavabilidad

**E1:** Se incluye en esta categoría aquellos materiales friables a medianamente friables, penetrables por la pala americana, y en consecuencia excavables a pico y pala sin auxilio de elementos escarificantes y fácilmente movibles por medios mecánicos.

**E2:** Se incluyen en esta categoría los materiales medianamente friables a medianamente tenaces difícilmente a no penetrables con pala americana pero si excavables a pico y pala (aunque con dificultad y requiriendo eventualmente el auxilio de elementos escarificadores) removibles con medios mecánicos, a veces con alguna dificultad.

**E3:** Se incluyen en esta categoría aquellos materiales medianamente tenaces a tenaces, no penetrables con la pala americana, no excavables a pico y pala (incluso con elementos escarificadores) y difícilmente a no excavables con medios mecánicos. Son penetrables mediante perforación rotativa con corona con puntas de alta dureza y removibles mediante martillo o explosivos.

En la descripción de los perfiles litológicos identificados durante la realización de los taladros, se incluye la clasificación desde el punto de vista de la excavabilidad.

En dichos perfiles se puede observar, como criterio general, que los materiales identificados como suelos arenoso son identificados como pertenecientes a la clase E1.

## Realización de ensayo de penetración estándar

### Breve descripción del ensayo (según norma ASTM D1586 – 84)

De forma resumida el ensayo consiste en la ejecución de un “taladro” hasta la cota deseada y en el fondo del mismo se introduce un tomamuestras normalizado, el que es hincado en el terreno de estudio 45 cm contando el número de golpes necesarios para hincar tramos de 15 cm. La hincada se realiza mediante una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 76 cm en una cabeza de golpeo.

Los valores de golpeo de los tramos centrales de 15 cm (segundo y tercer tramo) sumados conducen al parámetro  $N_{30SPT}$  o  $N_{SPT}$ .

Cuando el terreno es muy resistente se detiene el ensayo por rechazo, anotando la penetración realizada y el número de golpes correspondiente.

El toma muestras permite además recoger una muestra alterada del material de estudio para su análisis e identificación

### Aplicabilidad<sup>1</sup>

Los resultados de la prueba difundida ampliamente en todo el mundo, se correlacionan empíricamente con las propiedades específicas *in situ* del terreno. Se han desarrollado diferentes modelos para suelos arcillosos y arenosos de manera de obtener resultados acordes al tipo de suelo en estudio.

### Correcciones del $N_{SPT}$

Existen algunos factores, independientes del dispositivo, que influyen en el resultado obtenido en campo. Estos son los siguientes:

- Corrección por nivel freático

<sup>1</sup> Devicenzi M., Frank N., - Ensayos Geotécnicos In Situ – IGEOTEST – Mayo 2004

- Principalmente en suelos finos bajo el nivel freático, donde se produce un debilitamiento de la resistencia por el aumento de las presiones de poro que se generan el momento del golpeo.
- En arenas gruesas y gravas, la saturación del terreno no afecta los resultados así como tampoco para suelos finos con un  $N_{SPT} < 15$ .
- Para los suelos finos por debajo del nivel freático y que presenten un valor de  $N_{SPT} > 15$  se aplica la siguiente corrección:

$$N_{CORR} = 15 + \frac{N_{spt} - 15}{2}$$

Donde:

$N_{CORR}$ : N corregido por nivel freático

$N_{SPT}$ : es el valor de N obtenido en el estudio de campo

- Normalización por la presión de confinamiento ( $C_n$ )
  - El valor N está influenciado por las sobrecargas debidas al peso de las tierras y se puede normalizar refiriéndolo a un valor unitario de la presión vertical efectiva ( $1 \text{ kp/cm}^2$ ) a fin de comparar distintos ensayos realizados a diferentes profundidades.
- Corrección por Longitud de Varillaje ( $C_r$ )
- Corrección por Energía ( $C_e$ ), en el presente caso se emplea una corrección de 60% de la energía.
- Corrección por diámetro de perforación ( $C_b$ )
  - Se emplea un rango comprendido entre 65mm – 115mm
- Corrección por Método de Muestreo ( $C_s$ )
  - Estándar o mediante camisa
  - En nuestro caso se emplea muestreo estándar

Para el presente estudio se han efectuado todas las correcciones mencionadas empleando el software NOVO SPT<sup>2</sup> según lo mencionado anteriormente, obteniendo los valores de  $N_{60}$  y  $N1_{(60)}$  según la siguiente ecuación:

$$C = C_e \cdot C_b \cdot C_s \cdot C_r \quad N_{60} = C \cdot N \quad N1_{(60)} = C_n \cdot N_{60}$$

En el presente caso de estudio, se identificaron niveles estáticos a distintas profundidades que son los empleados para las correcciones. El detalle de estos datos se presenta en las Planillas de Campo en Anexo.

<sup>2</sup> Novo Tech Software – NOVO SPT – Vancouver, Canada - 2017



ILUSTRACIÓN 2 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SPT 01 (IZQUIERDA) Y SPT 02 (DERECHA)

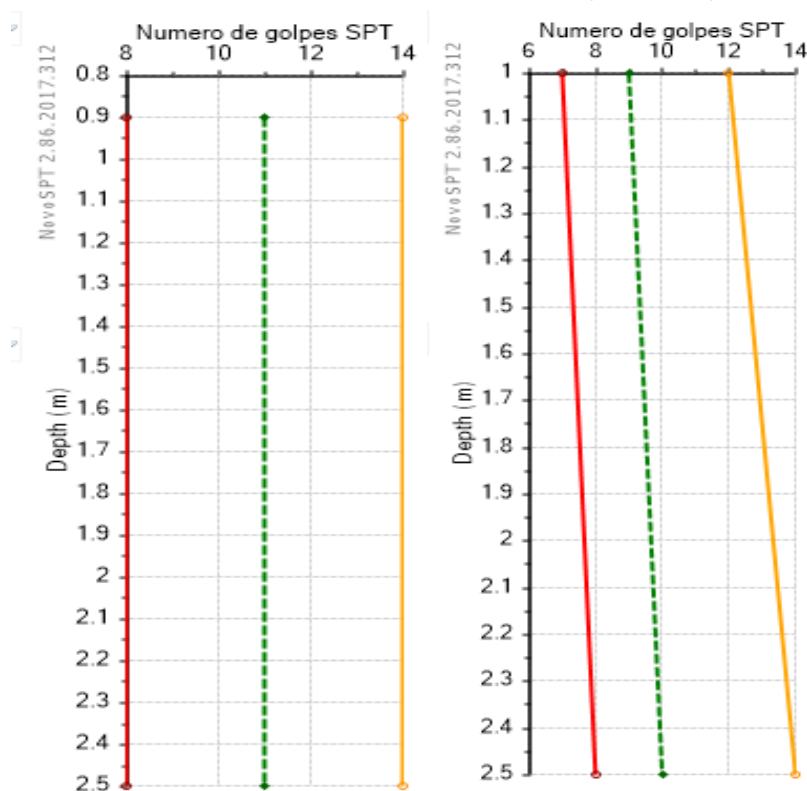
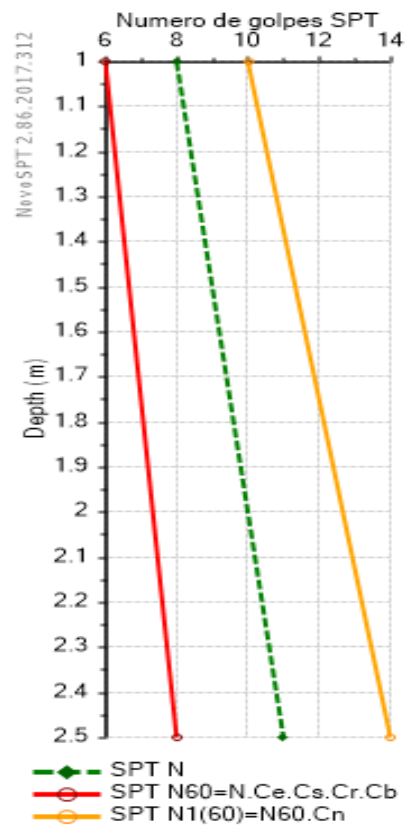


ILUSTRACIÓN 3 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SPT 03



## Ensayos SPT

Se realizaron 3 ensayos SPT (ver plano de ubicación), con el objetivo de cubrir con el detalle adecuado la zona de estudio, para obtener información de la capacidad portante del suelo de apoyo, del nivel de la napa freática y de los materiales que aparecen en el perfil de suelo.

ILUSTRACIÓN 4 - PLANO DE UBICACIÓN DE SONDEOS



En Anexo se presenta el detalle de los resultados de campo obtenidos en el ensayo SPT efectuado en el sitio de referencia, mientras que a continuación presentamos el resumen de dichos resultados así como su análisis. En ningún caso resultaron desmoronamientos en los taladros.

ILUSTRACIÓN 5 - SITIO DE ENSAYO SPT 01





ILUSTRACIÓN 6 - ARENA MEDIA A FINA



## Cimentaciones – tensión admisible y asientos para fundación directa

### Marco Teórico

Se han propuesto una serie importante de correlaciones para calcular directamente la carga admisible y los asientos en un terreno determinado en base al valor de  $N_{SPT}$ . Casi todos ellos están basados en observaciones directas y análisis retrospectivos de asientos en estructuras y relaciones de carga.

En función de los resultados de campo del ensayo realizado y de la descripción litológica del perfil de suelos, en los que se observaron suelos arenosos, adoptamos las ecuaciones empleadas para el cálculo de las cargas admisibles para cimentaciones directas (superficiales) en arena.

En el caso de las arenas adoptamos las correcciones de Bowles<sup>3</sup> (1977) sobre el modelo desarrollado por Meyerhof (1965), ya que se demostró que los valores de tensiones admisibles arrojados por este último eran sumamente conservadores.

A continuación presentamos el marco teórico y los cálculos efectuados para cada una de las situaciones en función de las descripciones litológicas indicadas anteriormente.

### Estimación de Tensiones Admisibles para Arenas

La presión vertical admisible en arenas, se calcula de manera que se tenga una seguridad adecuada frente al hundimiento y de manera que el asiento sea inferior a una pulgada (25 mm).

<sup>3</sup> Braja M. Das – **Fundamentos de Ingeniería Geotécnica** – 2001

El modelo a aplicar depende de las dimensiones de la zapata ( $B$ ), la profundidad a la que se apoyará esta ( $D_f$ ), del valor de  $N_{corr}$  del ensayo SPT y del asiento admisible del terreno ( $S_e$ ) bajo la fundación. Respecto de este último punto, cabe aclarar que casi la totalidad de los modelos han sido desarrollados para un hundimiento admisible de 1" (25 mm), sin embargo las correcciones de Bowles permiten ingresar otro valor de asiento admisible si el calculista lo entiende necesario.

A continuación presentamos las ecuaciones a emplear para calcular la tensión admisible del terreno en función de los parámetros de diseño adoptados por el calculista.

$$Q_{adm} = 19.16 \times N_{corr} \times C_D \times \left( \frac{S_e}{25} \right) \quad ; \text{ para } B < 1.2 \text{ m}$$

$$Q_{adm} = 11.98 \times N_{corr} \times C_D \times \left( \frac{S_e}{25} \right) \times \left( \frac{3.28B + 1}{3.28B} \right)^2 \quad ; \text{ para } B > 1.2 \text{ m}$$

Donde:

- $Q_{adm}$ : Carga Admisible ( $\text{kN/m}^2$ )
- $N_{CORR}$ :  $N_{SPT}$  corregido según tabla correspondiente
- $C_D$ : Factor de Empotramiento =  $1 + 0.33 \times \left( \frac{D_f}{B} \right)$
- $S_e$ : asentamiento admisible (mm)

### Tensión Admisible para fundaciones directas

A partir del marco teórico presentado se estimaron las tensiones admisibles en el perfil de suelos a partir de los datos de SPT.

Para el caso de las arenas se presenta el valor de  $N_{corregido}$  debiendo el calculista estimar la tensión admisible con las dimensiones de la zapata.

TABLA 1 - ESTIMACIÓN DE VALORES DE  $N_{CORREGIDO}$  PARA FUNDACIÓN SOBRE ARENAS

ID	Profundidad (m)	$N_{campo}$	$N_{corregido}$
SPT 1	0.9	11	14
	2.5	11	14
SPT 2	1	9	12
	2.5	10	14
SPT 3	1	8	10
	2.5	11	14

A modo de ejemplo, si consideramos un desplante ( $D_f$ ) de 1.5m y un ancho de zapata de 1.5m ( $B$ ), obtenemos, para un asentamiento de 25mm y un valor de  $N$  promedio de golpes de SPT de 0.5B arriba a 2B abajo del nivel de la cimentación, una tensión admisible del orden de los  $2.0 \text{ kg/cm}^2$  (200 kPa) según el análisis de sensibilidad que se presenta en Anexo para varios modelos<sup>2</sup>.

## Clasificación de Suelos (AASHTO y SUCS) y Humedad Natural

En Anexo se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuado sobre las muestras de suelos tomadas durante el trabajo de campo, incluyendo la clasificación de suelos y el contenido de humedad natural.

Esta clasificación es un parámetro de entrada en el Software de cálculo empleado, a la vez que orienta las diferentes metodologías empleadas para el análisis.

A continuación presentamos los resultados de la clasificación de suelos según el método de AASHTO (M-145), el que ha sido desarrollado con una orientación a la estimación del material natural como apoyo o fundación, principalmente de carreteras, asimismo presentamos la clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), según la norma ASTM D-2487, basado en su comportamiento como suelos para carreteras, terraplenes y fundaciones<sup>4</sup>.

**TABLA 2 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (AASHTO Y SUCS)**

ID	Profundidad (m)	Descripción	Clasificación	
			AASHTO	SUCS
SPT 1	1.5	Arena	A-3	SP
SPT 2	2.0	Limolita Rosada	A-3	SP

## Evaluación del Potencial Expansivo

Los suelos con altos contenidos de minerales arcillosos, conocidos como suelos arcillosos o arcillas, y clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S) como CH, CL y CO, pueden presentar bajo ciertas características y circunstancias, un alto potencial expansivo y por lo tanto, generar altas presiones de hinchamiento sobre las fundaciones de las estructuras. Estas presiones son más relevantes cuando se trata de fundaciones de estructuras livianas, que por su bajo peso, pueden llegar a ser “levantadas” por éstas, generando fisuras y hasta el colapso de las estructuras en su conjunto.

Se efectuó la toma de materiales representativos en un total de 2 muestras de suelos arcillosos a partir de los SPT 1 y 2 con el objetivo de efectuar los ensayos de determinación de Límites de Atterberg para luego efectuar una primera clasificación de los materiales según su potencial expansivo.

A partir de los resultados de clasificación de laboratorio se efectúa una estimación del potencial expansivo de los suelos finos identificados en la unidad geotécnica del predio.

En la Tabla 3 presentamos el criterio empleado para una primera aproximación al potencial expansivo de los suelos arcillosos elaborada por Swelling BRE (1980).

**TABLA 3 - CRITERIOS DE EXPANSIVIDAD**

Ip (%)	Potencial de expansividad
> 35	Muy alto
22 - 35	Alto
18-22	Moderado
< 18	Bajo

Cómo puede observarse en el ítem clasificación de suelos, así como en las descripciones litológicas del Anexo, los suelos identificados corresponden a arenas, no plásticas. Por lo tanto, entendemos que no existe riesgo de que se generen presiones de hinchamiento debido a cambios volumétricos en los suelos de apoyo.

<sup>4</sup> DNER – Manual de Pavimentacao - 1996

## Recomendaciones sobre Fundaciones

En función del tipo de estructura a fundar, viviendas livianas, que transmiten bajas tensiones al terreno de apoyo, y considerando el factor económico, se analiza en primer lugar la posibilidad de efectuar fundaciones directas y superficiales. El terreno de fundación, en general, y en función de los estudios de suelos realizados, es de carácter homogéneo desde el punto de vista de su capacidad soporte con tensiones admisibles del orden de entre 1.5 y 2.0 kg/cm<sup>2</sup> para profundidades de apoyo de 1.5m y zapatas de entre 1 y 2m de ancho (B).

En función de la tipología para las viviendas y los procedimientos constructivos asociados, la solución de fundación mediante fundación directa a través de bases aisladas de hormigón armado presentan ventajas desde el punto de vista global del proyecto.

## Conclusiones:

- El subsuelo del área está constituido por arenas de dunas de edad actual.
- El perfil de suelos está compuesto de la siguiente manera:
  - 0.5m de arena con materia orgánica/ ó relleno
  - >2.5m de arena limpia, saturada, pobremente graduada
- Se registró desmoronabilidad en todos los cateos a una profundidad promedio de 0.6m.
- Se encontró agua en todos los cateos, debido a que se trata de una zona de bañado la profundidad es a nivel de suelo o superior, en el siguiente cuadro se muestran las profundidades:

TABLA 4 - NIVELES FREÁTICOS

	Profundidad de agua (m)
SPT 01	0.4
SPT 02	0.2
SPT 03	0.2

- Desde el punto de vista de las fundaciones de las estructuras se entiende viable realizar las mismas mediante bases aisladas de hormigón armado a una profundidad de entre 1.0m y 2.0m según las estimaciones presentadas.
- El terreno identificado hasta las profundidades alcanzadas, se clasifica como fácilmente excavable mediante medios mecánicos (E1), por lo que se entiende que no se prevén dificultades para la realización de las excavaciones durante la ejecución de la obra, más allá de las dificultades por desmoronamiento en caso de profundidades superiores a los 1.5m.

Montevideo, 10 de septiembre de 2017



Mauricio Montañó Gutiérrez  
Licenciado en Geología



Diego Montañó García  
Ingeniero Civil



# ANEXO

## Análisis Estadístico de Fundación Directa<sup>2</sup>

ILUSTRACIÓN 7 - ANÁLISIS PARA SPT 01

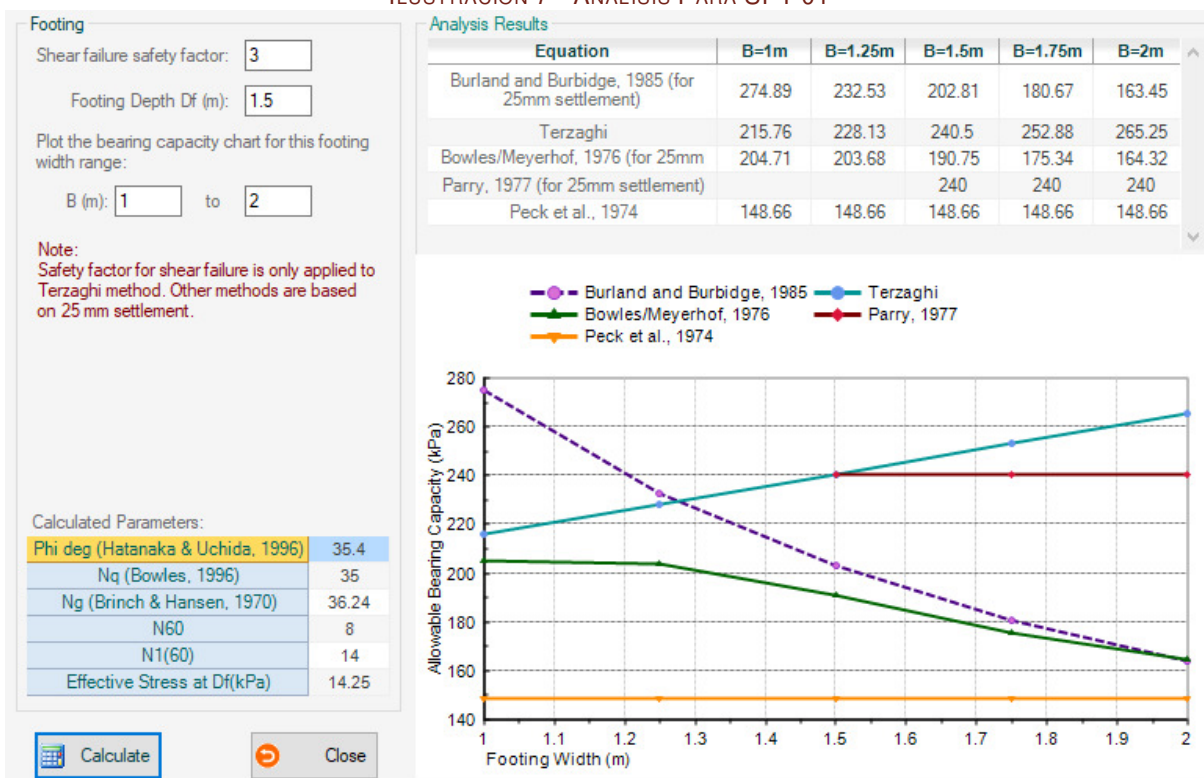


ILUSTRACIÓN 8 - ANÁLISIS PARA SPT 02

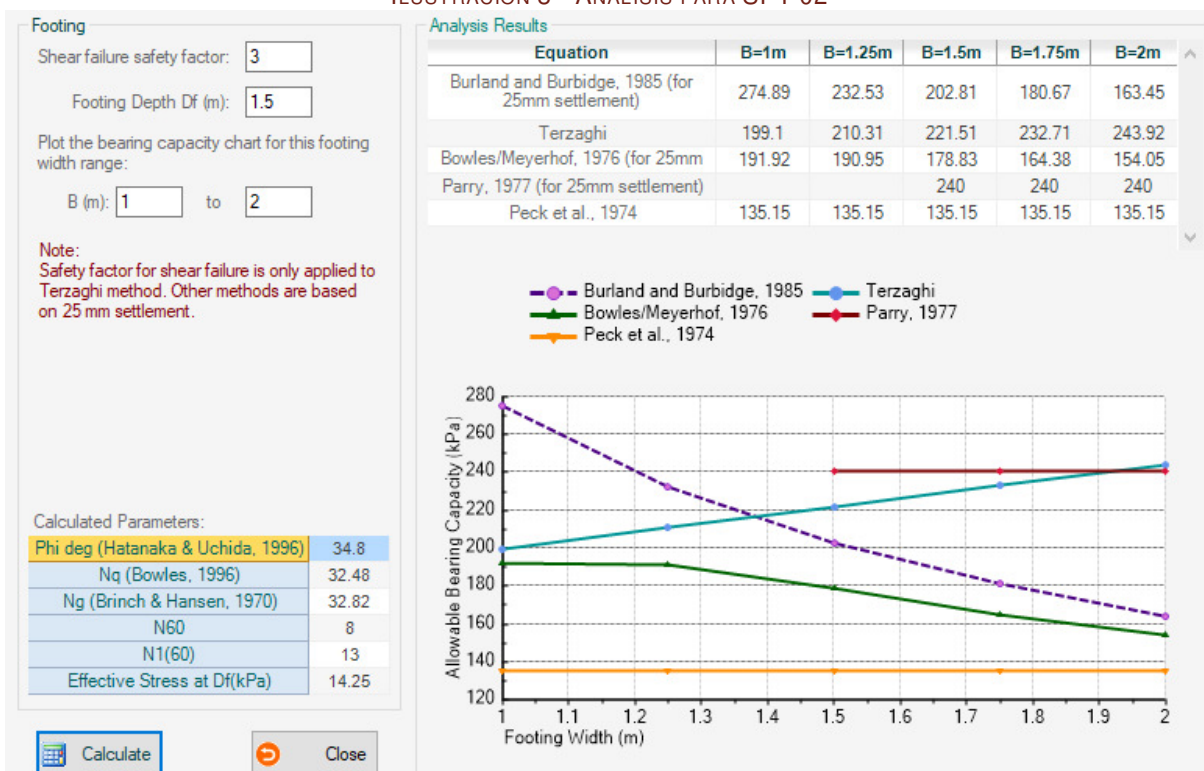
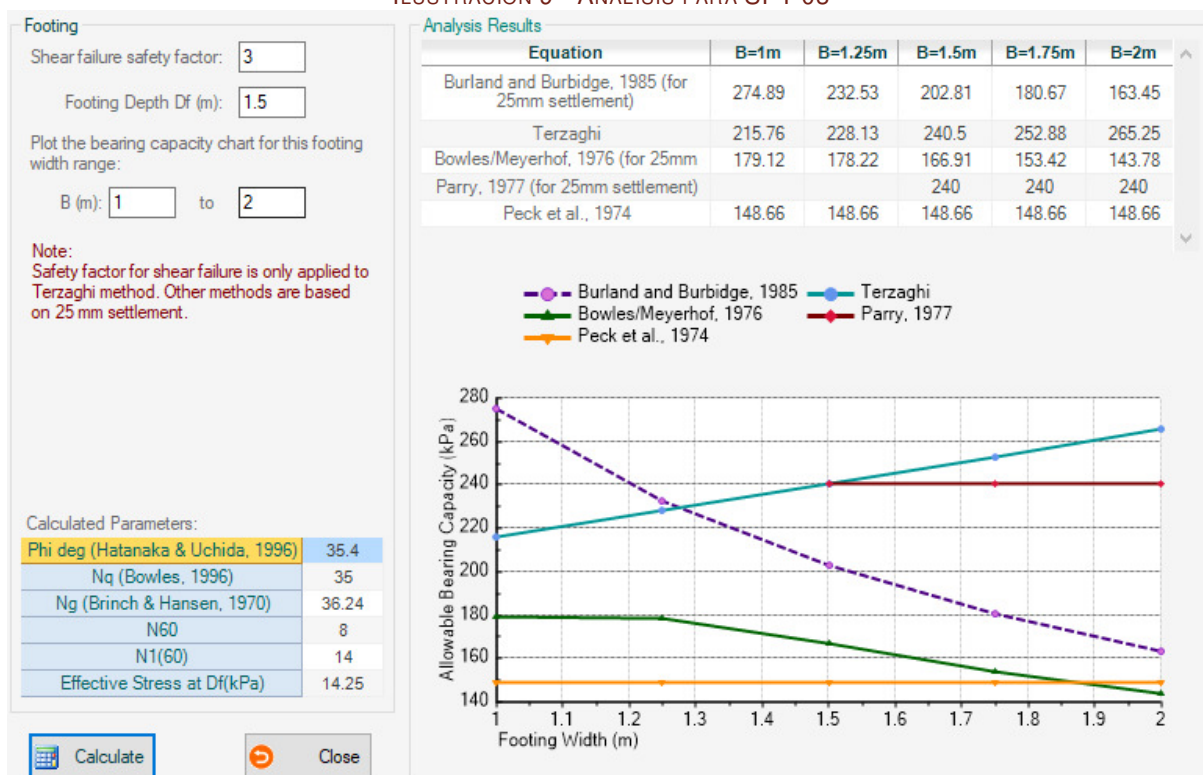


ILUSTRACIÓN 9 - ANÁLISIS PARA SPT 03





## Registro fotográfico del terreno

















## Ensayos SPT – Planillas de Campo

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS						 GeoAmbiente srl www.geoambiente-uruguay.com														
PROYECTO: CAIF PINAR NORTE																				
SONDEO NRO.: SPT1			SITUACIÓN:			COORDENADAS: 34°47'31.1" 55°55'18.2"														
FECHA: 05/09/17			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0 m			COTA DE BOCA DE POZO: N/A														
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREATICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S								
								LL (%)	LP (%)	IP										
0.1	0.5	<u>Agua:</u>			Relleno de balasto con arena media	M1	N <sub>SPT</sub> = 11 (3-6-5)	ND	NP	-	24%	SP								
0.2																				
0.3																				
0.4																				
0.5																				
0.6	2.5												Arena media a fina, cuarzosa de color gris. (a los 0.70 m de profundidad desmorona)		N <sub>SPT</sub> = 11 (3-5-6)					
0.7																				
0.8																				
0.9																				
1.0																				
1.1																				
1.2																				
1.3																				
1.4																				
1.5																				
1.6																				
1.7																				
1.8																				
1.9																				
2.0																				
2.1																				
2.2																				
2.3																				
2.4																				
2.5																				
2.6																				
2.7																				
2.8																				
2.9																				
3.0																				

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS						<div>GeoAmbiente srl</div> <div>www.geoambiente-uruguay.com</div>						
PROYECTO: CAIF PINAR NORTE												
SONDEO NRO.: SPT2			SITUACIÓN:			COORDENADAS: 34°47'32.6" 55°55'17.1"						
FECHA: 05/09/17			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,0 m			COTA DE BOCA DE POZO: N/A						
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREATICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S
0.1	0.3	Agua: —		E1	Arena media a fina, con arcilla negra - marrón y materia orgánica	M1	N <sub>SPT</sub> = 9 (3-4-5)	ND	NP	-	24	SP
0.2												
0.3												
0.4	2.7			E1	Arena fina a media, cuarzosa de color gris. (a los 0.5 m desmorona)		N <sub>SPT</sub> = 10 (3-5-5)					
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1.0												
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												
1.8												
1.9												
2.0												
2.1												
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												
2.6												
2.7												
2.8												
2.9												
3.0												

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS							 <b>GeoAmbiente srl</b> www.geoambiente-uruguay.com					
PROYECTO: CAIF PINAR NORTE												
SONDEO NRO.: SPT3			SITUACIÓN:				COORDENADAS: 34°47'32.4" 55°55'18.5"					
FECHA: 05/09/17			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3, 0 m			COTA DE BOCA DE POZO: N/A						
PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	Nº GOLPES SPT	LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD (%)	CLASIFICACIÓN U.S.C.S
								LL (%)	LP (%)	IP		
0.1	0.5	Agua: 		E1	Arena media a fina con arcilla color marrón oscuro y materia orgánica		N <sub>SPT</sub> = 8 (2-3-5)					
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6	2.5			E1	Arena media a fina cuarzosa, de color gris (a los 0.5 m desmorona)		N <sub>SPT</sub> = 11 (3-5-6)					
0.7												
0.8												
0.9												
1.0												
1.1												
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												
1.8												
1.9												
2.0												
2.1												
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												
2.6												
2.7												
2.8												
2.9												
3.0												



## Ensayos de Laboratorio - Planillas

## Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

**OBRA:**

Pinar 1 (1,5-2,0m)

**MATERIAL:**

Arena Fina

**FECHA ENSAYO :**

7/9/2017

**OPERADOR :**

C. Oliveira

### LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			
HUMEDAD PROMEDIO			
LÍMITE DE PLASTICIDAD	N/P		

### HUMEDAD NATURAL

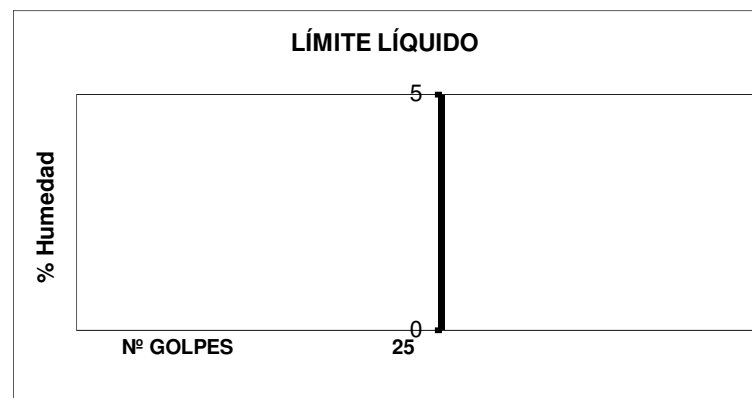
Pesaf. Nº	1		
P.S.H.+Pesaf	2019.70		
P.S.S.+Pesaf	1842.50		
Tara	1098.50		
% de HUMEDAD	23.8		
HUMEDAD PROMEDIO	23.8		
% Humedad Natural	24		

### LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES			
Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			
LÍMITE LÍQUIDO	No determinable		
	NO interviene en Gráfico		

**ÍNDICE de PLASTICIDAD**

### LÍMITE LÍQUIDO



## ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

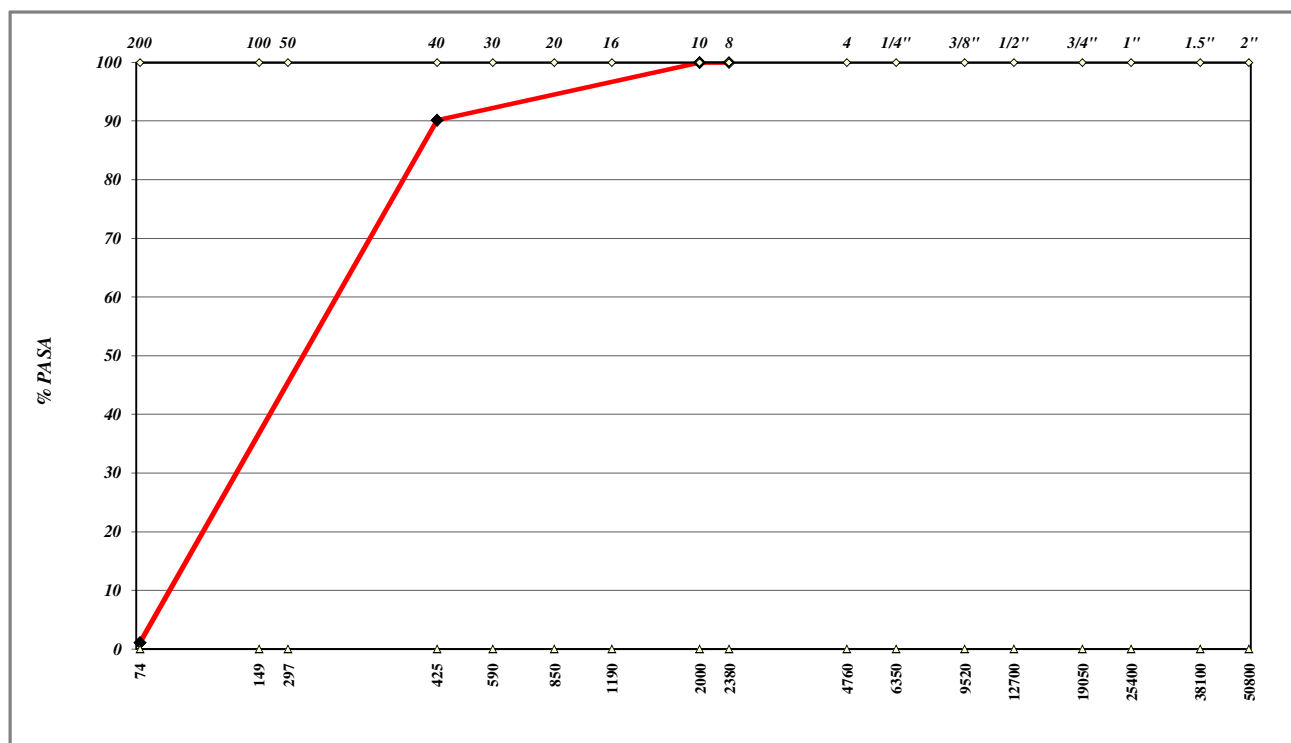
<b>OBRA:</b>	Pinar 1 (1,5-2,0m)
--------------	--------------------

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	302	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL = IP =	No determinable	MATERIAL:	Arena Fina
CLASIFICACIÓN (AASHTO):		A-3	Descripción:	Arena fina
CLASIFICACIÓN (SUCS):		SP	Descripción:	Arena mal graduada
FECHA ENSAYO :		7/9/2017	OPERADOR :	C. Oliveira

TAMIZ		Retenido gr.	Pasa %
Nominal	Micrones		
2	50800		100
1 1/2	38100		100
1	25400		100
3/4	19050		100
1/2	12700		100
3/8	9520		100
1/4	6350		100
N4	4760		100
N8	2380		100
N10	2000	0.2	100
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	29.5	90
N80	177		
N100	149		
N200	74	268.9	1
pasa .....(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		3.4	
TOTAL		302	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) =	SERIE INCOMPLETA
---------------------------------	------------------



## Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

**OBRA:**

Pinar 2(0,5-1,0m)

**MATERIAL:**

Arena Fina

**FECHA ENSAYO :**

7/9/2017

**OPERADOR :**

C. Oliveira

### LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			
HUMEDAD PROMEDIO			
LÍMITE DE PLASTICIDAD	N/P		

### HUMEDAD NATURAL

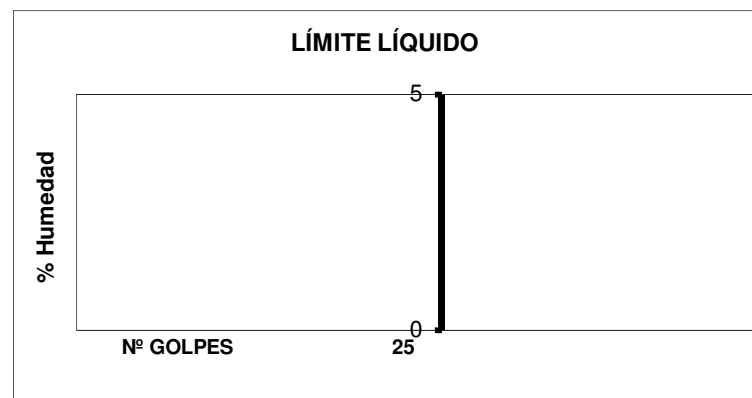
Pesaf. Nº	2		
P.S.H.+Pesaf	1996.50		
P.S.S.+Pesaf	1821.10		
Tara	1090.80		
% de HUMEDAD	24.0		
HUMEDAD PROMEDIO	24.0		
% Humedad Natural	24		

### LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES			
Pesaf. Nº			
P.S.H.+Pesaf			
P.S.S.+Pesaf			
Tara			
% de HUMEDAD			
LÍMITE LÍQUIDO	No determinable		
	NO interviene en Gráfico		

**ÍNDICE de PLASTICIDAD**

### LÍMITE LÍQUIDO



## ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

<b>OBRA:</b>	Pinar 2(0,5-1,0m)
--------------	-------------------

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	319.1	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL = IP =	No determinable	MATERIAL:	Arena Fina
CLASIFICACIÓN (AASHTO):		A-3	Descripción:	Arena fina
CLASIFICACIÓN (SUCS):		SP	Descripción:	Arena mal graduada
FECHA ENSAYO :		7/9/2017	OPERADOR :	C. Olveira

TAMIZ		Retenido gr.	Pasa %
Nominal	Micrones		
2	50800		100
1 1/2	38100		100
1	25400		100
3/4	19050		100
1/2	12700		100
3/8	9520		100
1/4	6350		100
N4	4760		100
N8	2380		100
N10	2000	0.5	100
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	60.1	81
N80	177		
N100	149		
N200	74	246.8	4
pasa .....(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		11.7	
TOTAL		319.1	

MÓDULO DE FINURA (UY-A 15-89) =	SERIE INCOMPLETA
---------------------------------	------------------

