

**ESTUDIO DE SUELOS**

**PARA OBRA DE LA**

**C.N.D.**

**CENTRO CAIF "PROVIDENCIA"**

**UBICACIÓN: ESTADOS UNIDOS 2474**

**PADRON: 408964**

**CERRO NORTE**

**MONTEVIDEO**

**FECHA: Mayo del 2019**

## **INDICE**

### **1. DATOS GENERALES**

### **2. OBJETIVO y ANTECEDENTES**

### **3. INVESTIGACIONES DE CAMPO**

#### **3.1 UBICACION DE CATEOS**

#### **3.2 DESCRIPCION DEL PERFIL y VALORES DE LOS ENSAYOS S.P.T.**

### **4. NIVEL FREATICO**

### **5. OBSERVACIONES**

### **FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO**

## 1. DATOS GENERALES

Solicitante del estudio: CND

Obra: Centro CAIF

Ubicación Obra: Calle Estados Unidos 2474  
Padrón: 408964  
Cerro Norte. Montevideo  
(ver foto google)

Fecha de trabajo de campo: 09/04/2019

Encargado del Estudio: Ing. José E. Prefumo

### FOTO GOGLE DE UBICACION DEL TERRENO



## 2. OBJETIVO Y ANTECEDENTES

El objetivo del estudio es realizar tres cateos en zona dónde se proyecta la obra, para una descripción del perfil del suelo y una medida de la resistencia del mismo, a los efectos de la definición de la tipología de cimentación más apropiada.

El terreno presenta una topografía relativamente plana, teniendo en su parte central una canaleta natural que oficia de desagüe de las pluviales

Un análisis de las características geológicas del área en estudio indica que la geología de superficie está compuesta por suelos sedimentarios pertenecientes a la denominada Formación Libertad. Esta Unidad pleistocénica, está compuesta por materiales predominantemente arcillosos y arcillo limosos, que tienen porcentajes variables de arena fina.

La capacidad resistente de los mismos es muy sensible al contenido de humedad del suelo, variando usualmente dicha capacidad, en tensiones de trabajo, entre 1.0 y 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. En caso de suelos saturados, la capacidad resistente de estos materiales puede ser bastante inferior al valor mínimo del rango antes señalado.

Los materiales de la Formación Libertad suelen ser suelos potencialmente expansivos, pudiendo, en algunos casos puntuales, llegar a ser dicho potencial muy alto.

A profundidades variables respecto de la superficie, pero no menores a los 6 metros, es esperable que se presente la roca (anfíbolita), la que suele tener en el manto superior un grado de alteración importante y de potencia también muy variable, aún en cortas distancias.

## 3. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Se realizaron tres cateos en zona dónde se proyecta la obra excavados con pala americana, hasta 6.2 m en el caso del C1 y de 5 m en los dos cateos restantes.

A diferentes niveles, se llevaron a cabo medida indirecta de la resistencia a través de ensayos de penetración Estándar (S.P.T.) en un todo de acuerdo a la Norma A.S.T.M. 1586 - 99:

Pesa de 63.5 kg

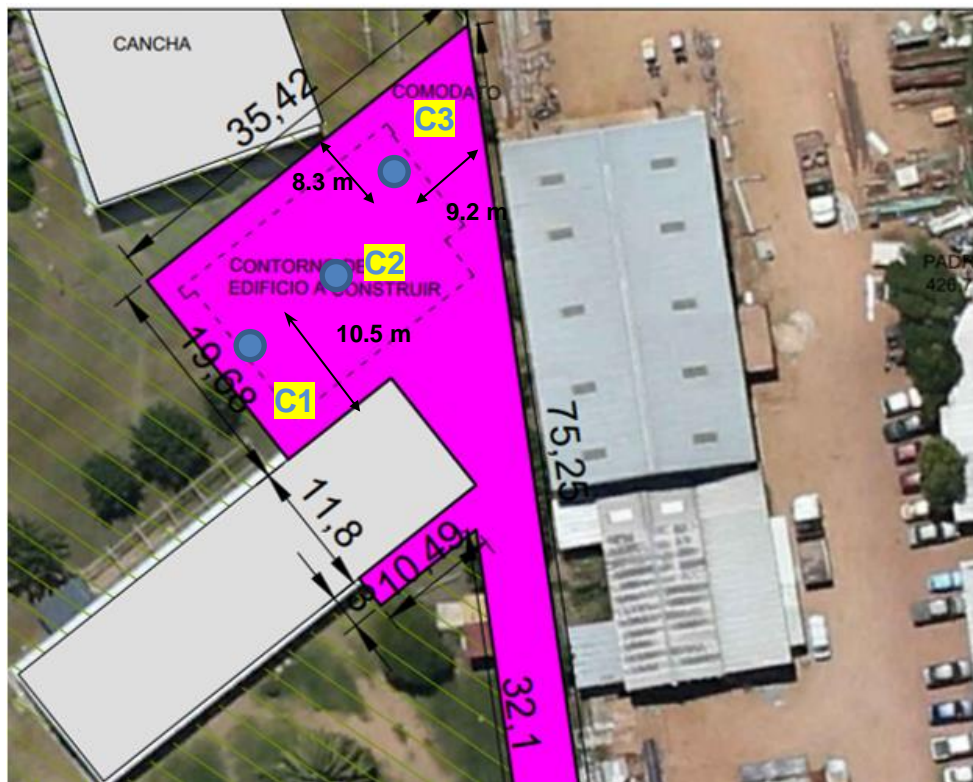
Altura de caída de 76 cm.

A las profundidades de ensayo, se aplicaron los golpes necesarios para el hincado en una longitud de 45 cm del muestraedor normalizado, denominándose "**N**" del S.P.T. a la suma del número de golpes necesarios para el hincado de los últimos 30 cm.

### 3.1 UBICACION DE CATEOS

La ubicación de los cateos puede verse en el plano y la foto google siguientes, siendo las coordenadas UTM de los cateos replanteadas en sitio mediante equipo garmin manual:

CATEO	Coordenada E	Coordenada S
1	0566882	6140288
2	0566872	6140284
3	0566888	6140295



### 3.2 PERFIL TIPICO DEL SUELO Y VALORES DE LOS ENSAYOS S.P.T.

A continuación se presenta la descripción del perfil de los cateos realizados. **Todas las cotas están referidas al nivel de la boca de cada cateo**, las que tienen niveles relativamente similares. La boca de cateos 1 y 2 se encuentran unos 20 cm por debajo de boca del cateo 3, ya que las mismas se ubican en canaleta natural de desagüe de pluviales del terreno.

	"N" DE LOS S.P.T.		
PROF (m)	1	2	3
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6	9	11	
0.7			
0.8			13
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0	12	10	11
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			
2.6			
2.7			
2.8			
2.9	N.F.E.		
3.0	10	9	10
3.1		N.F.E.	
3.2			N.F.E.
3.3			
3.4			
3.5			

	"N" DE LOS S.P.T.		
PROF (m)	1	2	3
3.6			
3.7			
3.8			
3.9		N.F.D.	
4.0	N.F.D.	8	9
4.1			
4.2			N.F.D.
4.3			
4.4			
4.5	15		
4.6			
4.7			
4.8			
4.9			
5.0			
5.1			
5.2			
5.3			
5.4			
5.5			
5.6			
5.7			
5.8	18		
5.9			
6.0			
6.1			
6.2			
4.3			
6.4			
6.5			

## REFERENCIAS



Suelo orgánico, de color negro, arcilloso y plástico.



Transición. Arcilla de color marrón oscuro.



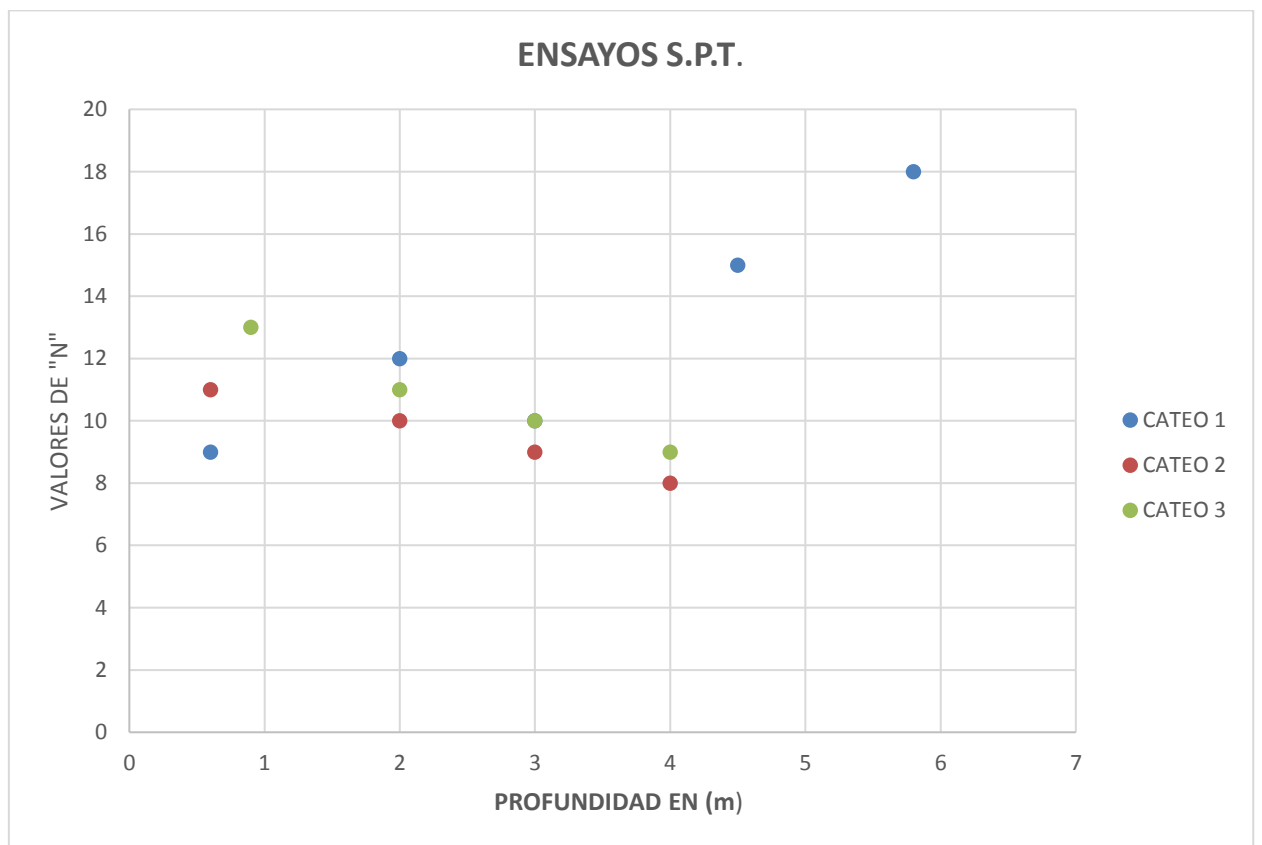
Arcilla color marrón claro. Plástica. Niveles con carbonatos en la matriz arcillosa. Suelos típicos de Form. Libertad. Consistencia medianamente blanda.



Idem anterior, pero de aspecto más limosa y algo más compacta.

**N.F.D.** Nivel al que se determina el agua libre durante la ejecución de cada cateo.

**N.F.E.** Nivel al que se mide el agua libre al finalizar el trabajo.





## FOTOS DE SUELOS TIPICOS DEL PERFIL

**SUELO ORGANICO, ARCILLOSO, DE COLOR NEGRO. PLASTICO.**



**TRANSICION. ARCILLA DE COLOR MARRON OSCURO. PLASTICA.**





**ARCILLA DE COLOR MARRON Y MARRON GRISACEA. NIVELES CON ALGUNOS CARBONATOS EN FORMA AISLADA. A PARTIR DE 5 m, DE ASPECTO MAS LIMOSA Y ALGO MAS COMPACTA**



#### 4. NIVEL FREATICO

En 3.2 se indica con **N.F.D.**, el nivel al que se presenta el agua libre en cada cateo durante la ejecución del mismo y con **N.F.E.**, el nivel al que se mide el agua (siempre respecto a boca de cateos) al finalizar el trabajo.

La profundidad mínima a la que se determinó el agua libre (**N.F.D.**) fue a **3.9 m**, subiendo este nivel hasta estabilizarse a **2.9 m (N.F.E.)**, siempre medido con respecto a la boca de cada cateo.

Cabe señalar que los niveles de agua pueden variar según estaciones del año, volumen de precipitaciones registradas en días previos, etc., motivo por el cual, durante la construcción de los cimientos, el nivel del agua libre puede variar sensiblemente con respecto al detectado en ocasión del presente trabajo, ya sea como consecuencia de un incremento del nivel de la napa, o debido a infiltraciones superficiales a través de fisuras de la arcilla.

Por otra parte, se debe mencionar el hecho de que el estudio fue realizado luego de un período relativamente prolongado sin lluvias importantes, lo que acentúa aún más el hecho antes manifestado.

#### 5. OBSERVACIONES

El perfil del suelo, **referido a la boca de cada cateo**, así como los valores “**N**” de los **ensayos S.P.T.** (suma del número de golpes necesarios para el hincado de los últimos 30 cm del muestraedor normalizado) se presenta en 3.2.

El **perfil es muy similar para los tres cateos**, tanto en lo que tiene que ver con su variación en planta, como con la profundidad.

El mismo está compuesto en el manto superior por un suelo orgánico, de color negro, arcilloso, plástico, cuya potencia en cateos 1 y 2 (situados en canaleta de desagüe) es de 20 cm, siendo de 40 cm en el caso del cateo 3.

Inmediatamente por debajo se presenta una “transición” arcillosa de color marrón oscuro que tiene unos 40 cm de espesor y que se continúa por una arcilla de color marrón claro, típica de suelos pertenecientes a la denominada Formación Libertad, la que en los niveles superiores presenta cierto grado edafización, de allí su coloración más oscura.

El perfil permanece sin cambios significativos hasta la profundidad máxima estudiada de 6.2 m, salvo por un aspecto menos plástico del suelo (arcilla limosa) por debajo de aprox. 5 m, la que se presenta en forma algo más compacta.

La consistencia de esta arcilla de color marrón claro puede catalogarse como de “medianamente blanda”, aunque la misma puede verse afectada por cambios en el contenido de humedad del suelo que hagan que sea aún más blanda.

En **3.2 y gráfico siguiente** pueden verse los valores de “**N**” obtenidos en los ensayos S.P.T. realizados en los distintos cateos y a diferentes profundidades.

Los valores de “**N**” en los ensayos S.P.T. realizados en los primeros **4 m**, variaron de un **mínimo de 8 a un máximo de 13**, correspondiendo los menores valores a la zona donde se presenta el agua libre (aprox. a 4 m).

Según la recomendación de K. Terzaghi en “Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica” y posteriormente adoptada por varios autores, proponen la siguiente tabla de relacionamiento de los valores de los ensayos S.P.T. y la compacidad de la arena:

Valor de “N”	Compacidad de la arena
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Medianamente densa
30-50	Densa
Más de 50	Muy densa

Para suelos arcillosos, K. Terzaghi propone obtener la resistencia a la compresión simple en  $\text{kg/cm}^2$  con un coeficiente de seguridad de 3, dividiendo el valor “N” del ensayo S.P.T. entre 8.

Es usual en nuestro país extrapolar el uso de la relación antes mencionada para suelos granulares.

La interpretación de los resultados de los ensayos S.P.T debe hacerse con precaución en suelos cohesivos, tanto por la forma dinámica de aplicación de las cargas en el ensayo, así como por no permitir la disipación de presiones de poros en el caso de suelos saturados.

De acuerdo a lo antes expresado, se puede asumir una **tensión admisible de punta** para el suelo de color marrón claro, del orden de  **$1.0 \text{ kg/cm}^2$** .

Dadas las características del perfil del suelo, las alternativas de fundación son las que se manifiestan a continuación, sin que el orden implique necesariamente una preferencia, dado que su elección queda supeditada a aspectos económicos, etc.

Una opción es la **fundación de gran superficie, tipo “platea”**, de rigidez importante. Se deberá proceder al retiro del suelo orgánico, así como de la “transición” de color marrón oscura y apoyar la platea sobre un relleno a ser diseñado (material, potencia, poder soporte y grado de compactación), el que contemple un potencial expansivo importante.

Una forma de uniformizar la resistencia del suelo y a su vez de actuar sobre una eventual expansión del mismo, puede ser la colocación como “base” del relleno y sobre la arcilla marrón, de un material granular de mayor tamaño (tipo descarte de cantera y/o similar) de unos 30 cm de potencia.

A los efectos de obtener una adecuada transición de rigideces entre el hormigón y el relleno “estructural”, se aconseja que los últimos 15 cm sean de una “tosca cementada” bien compactada.

Se deberá controlar en sitio el grado de humedad y de compactación del material de relleno. La ventaja de esta solución es que, de alguna manera, queda resuelto el tema de los “contrapisos” y/o losa de piso.

**Otra opción de fundación es el pilotaje.** Si bien el perfil es cohesivo en toda su extensión (paredes estables sólo en el corto plazo), la presencia de **agua puede comprometer la viabilidad del uso del pilote perforado “clásico”** (el que de todos modos requerirá de bombeo del agua, etc.), por lo que seguramente sea necesario recurrir al uso de pilotes del **tipo “hélice continua”**. La elección del sistema queda al mejor entender de la empresa encargada del pilotaje, la que se aconseja realice previamente alguna perforación adicional para verificación de las características del perfil descritas en este informe.

Una ventaja de esta solución de fundación es su rapidez constructiva. Dadas las construcciones existentes, **el empleo de esta solución queda condicionada al acceso de la maquinaria al sitio objeto del proyecto.**

Otra opción de cimentación es la fundación **directa en forma aislada sobre la arcilla marrón**, a profundidades no menores a **1.8 m** (para evitar la fundación en la zona más expuesta a variaciones en el contenido de humedad del suelo) y a una **tensión de cálculo, de 1.0 kg/cm<sup>2</sup>**. Se recomienda realizar previamente un hormigón de limpieza de unos 10 cm de espesor.

Dado el efecto muy perjudicial que tiene el agua sobre estos suelos arcillosos, es de fundamental importancia **evitar la infiltración de agua de lluvia durante el proceso constructivo de los cimientos** (rápido hormigonado y tapado de los pozos, etc.).

Si bien la última solución de fundación propuesta es factible, variaciones en el contenido de humedad del suelo, etc., pueden provocar diferencias en la capacidad resistente del suelo y sobretodo en su capacidad de deformación, lo que puede hacerla riesgosa de algún tipo de asentamiento diferencial, motivo por el que, a juicio del suscrito, **es la opción “menos preferible”**. Por otra parte, los tiempos constructivos de esta solución son los mayores.

**Cualquiera sea la opción de fundación, se deberá definir un adecuado nivel de piso terminado para el proyecto y prever un correcto escurrimiento de las pluviales.**

Si bien no se han hecho ensayos para determinar el potencial expansivo del suelo, las características plásticas del mismo hacen que deba considerarse, en principio, como de grado “alto”, motivo por el que hay que proceder al descalce de las vigas de fundación (salvo obviamente en la opción de platea) y considerar los recaudos del caso frente a esta problemática en la construcción de contrapisos y/o losa de piso (apoyo sobre relleno de material granular a ser diseñado e inerte a la expansión, adecuado drenaje de pluviales, construcción de veredas perimetrales, etc.).

Dado lo puntual del estudio realizado, si durante la construcción de los cimientos surgiera alguna discordancia con lo expresado en este informe (suelos de características más bandas, etc.), se solicitará el asesoramiento correspondiente.

  
ING. JOSE E. PREFUMO



## VISTA GENERAL DEL TERRENO Y METODOLOGIA DE EXCAVACION

DE DIRECCION NOR ESTE A SUR OESTE (PARTE SUR DEL TERRENO)



DE DIRECCION NOR ESTE A SUR OESTE (PARTE NORTE DEL TERRENO)



## FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO

### CATEO 1

#### ENSAYO S.P.T. a 2.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRON. PLASTICA. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE BLANDA



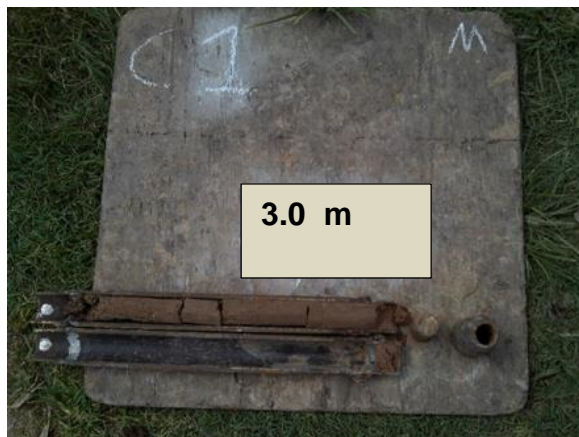


## CATEO 1

### ENSAYO S.P.T. a 3.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRON. PLASTICA. CONTIENE ALGUN CARBONATO



## CATEO 1

### ENSAYO S.P.T. a 5.8 m



**ARCILLA LIMOSA DE COLOR MARRON CLARO. MEDIANAMENTE A BASTANTE COMPACTA**





## CATEO 2

### ENSAYO S.P.T. a 0.6 m



ARCILLA DE TRANSICION Y LUEGO DE COLOR MARRON. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE BLANDA

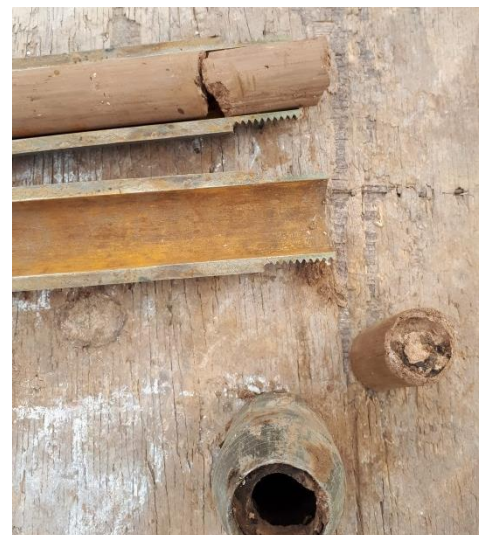


## CATEO 2

### ENSAYO S.P.T. a 2.0 m



**ARCILLA DE COLOR MARRON CLARO. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE BLANDA**





### **CATEO 3**

#### **ENSAYO S.P.T. a 0.9 m**



**TRANSICION Y LUEGO ARCILLA DE COLOR MARRON. PLASTICA. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE BLANDA**



### CATEO 3

#### ENSAYO S.P.T. a 2.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRON CON ALGUN CARBONATO. CONSISTENCIA MEDIANAMENTE BLANDA

