

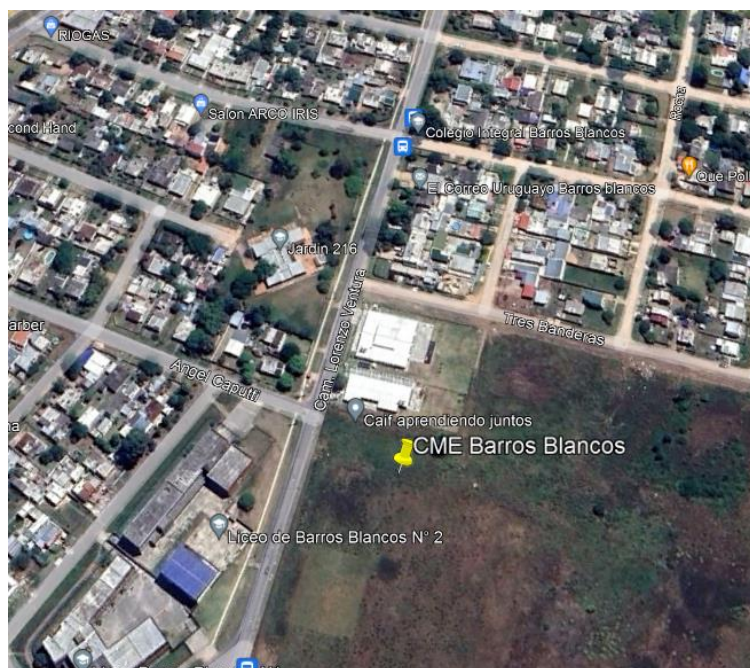
**ESTUDIO DE SUELOS
PARA PROYECTO DE
PAEMFE**

OBRA: UTU DE BARROS BLANCOS

Ubicación: Camino Lorenzo Ventura y A. Caputti

BARROS BLANCOS

DEPTO. DE CANELONES



FECHA: Agosto del 2022

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.

FOTOS DE SUELOS TIPICAS DEL PERFIL

4. RESUMEN DE ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

5. NIVEL FREATICO

6. OBSERVACIONES

PLANILLAS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO

1. DATOS GENERALES

Solicitante del estudio: PROGRAMA PAEMFE

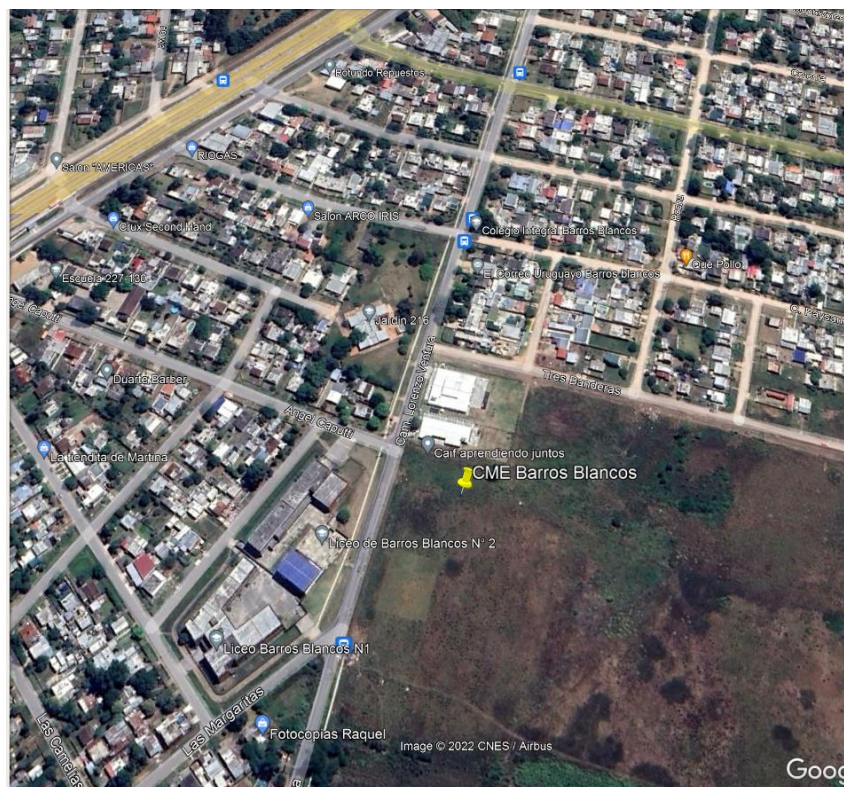
Obra: UTU – Barros Blancos. Edificio de 1 sola planta

Ubicación Obra: Camino Lorenzo Ventura y calle Angel Caputti
Barros Blancos
Departamento de Canelones

Fecha de trabajo de campo: 26/08/2022

Encargado del Estudio: Ing. José E. Prefumo
Ing. Mateo Prefumo

PLANO 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 su resistencia, a los efectos de la definición de la tipología de cimentación más apropiada.

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/cm². 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

Por debajo de los materiales antes mencionados y a profundidades variables con respecto a la superficie, es esperable que se presente **la roca** (tipo cristalina), 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 **3 cateos**, excavados con pala americana hasta la profundidad máxima de **7 m**, sin detectarse un cambio significativo en el perfil del suelo.

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

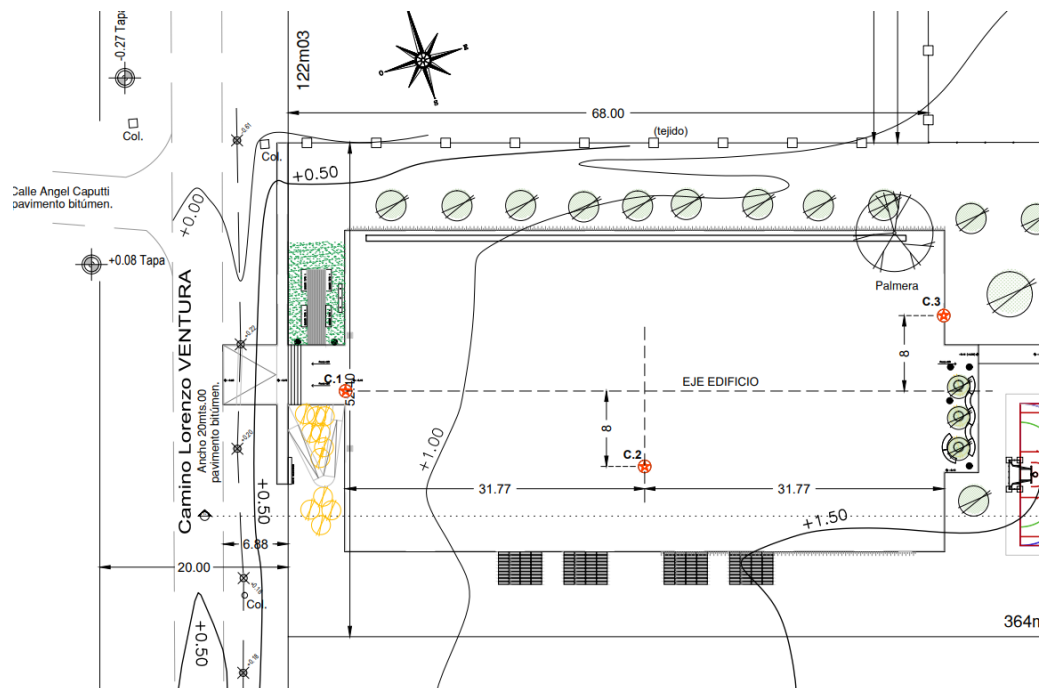
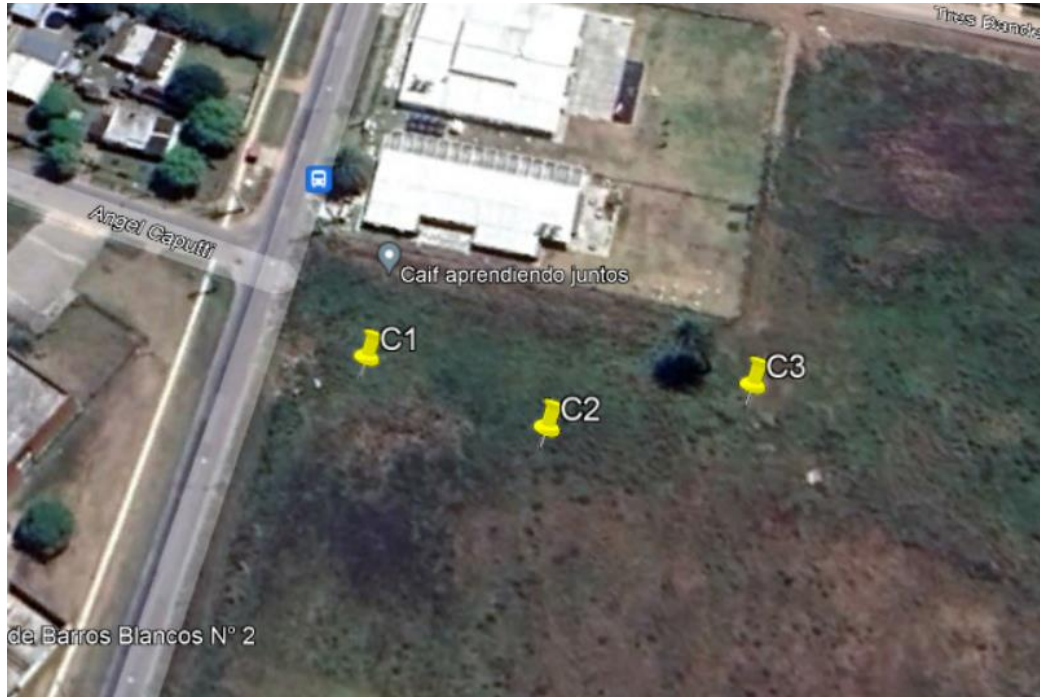
Pesa de 63.5 kg
Altura de caída de 76 cm.

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 forma aproximada en el plano y foto Google siguientes, siendo las coordenadas UTM:

CATEO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
1	0591348	6153441
2	0591376	6153428
3	0591409	6153435



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 los cateos, las que tienen niveles algo diferentes, según curvas de nivel del terreno.

	REFERENCIAS				REFERENCIAS		
PROF (m)	C1	C2	C3	PROF (m)	C1	C2	C3
0.1				3.6			
0.2				3.7		N.F.E.	
0.3				3.8			
0.4				3.9			
0.5				4.0			
0.6				4.1			
0.7				4.2			N.F.E.
0.8				4.3			
0.9				4.4			
1.0				4.5	14	16	21
1.1				4.6			
1.2				4.7	N.F.D.		
1.3				4.8			
1.4				4.9			
1.5	9			5.0			
1.6				5.1		N.F.D.	
1.7				5.2			
1.8				5.3			
1.9				5.4			
2.0		10	9	5.5			18
2.1				5.6			N.F.D.
2.2				5.7			
2.3				5.8			
2.4				5.9			
2.5				6.0			
2.6				6.1			
2.7				6.2			
2.8				6.3			
2.9				6.4			
3.0	17	15	16	6.5	16	18	17
3.1				6.6			
3.2				6.7			
3.3	N.F.E.			6.8			
3.4				6.9			
3.5				7.0			

REFERENCIAS



Suelo orgánico arcilloso, de color negro.



Transición. Arcilla de color marrón oscuro.



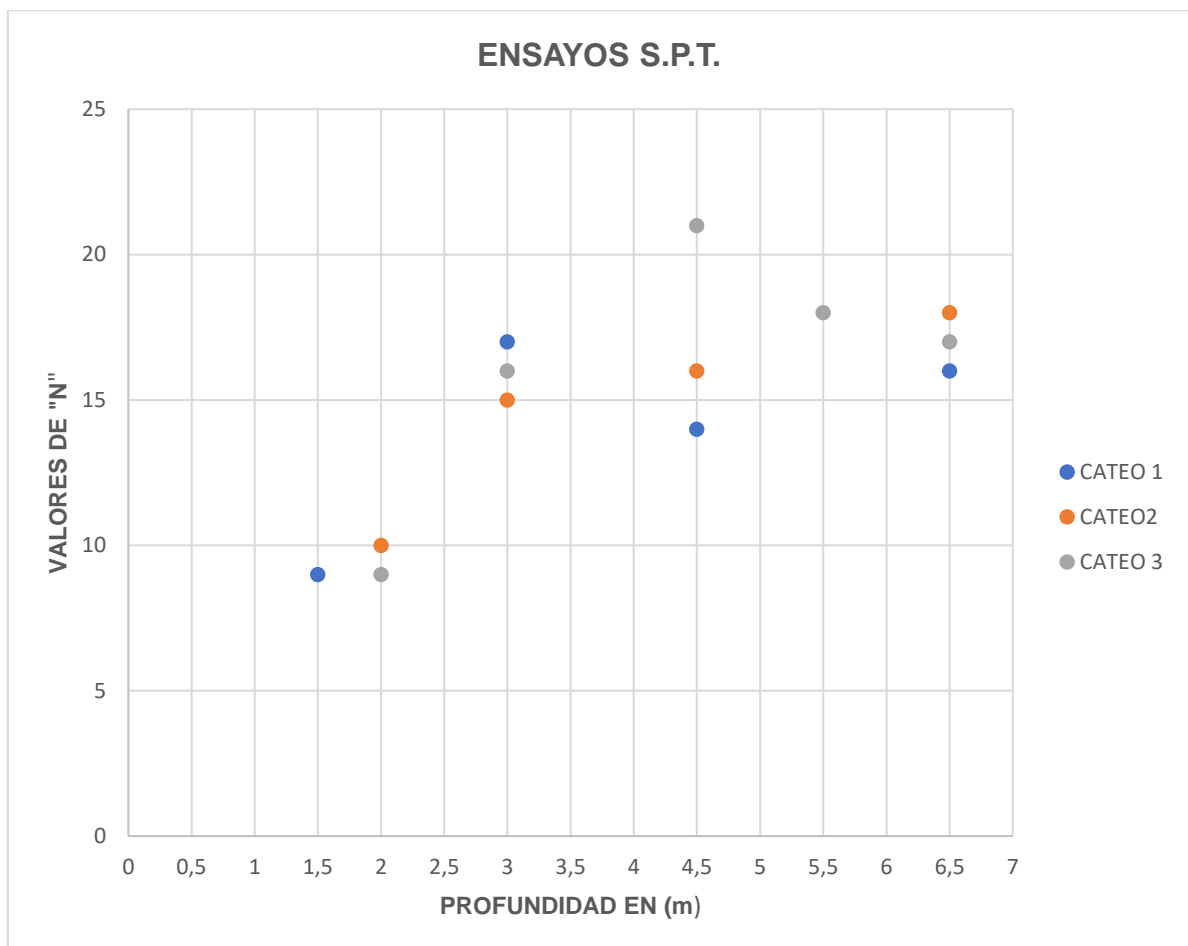
Arcilla de color marrón claro, típica de suelos de la denominada Form. Libertad.
Contiene carbonatos en forma aislada. Consistencia blanda a medianamente blanda.



Idem anterior, de color marrón a gris, con tonalidades verdosas en algunos casos.
Abundante presencia de carbonatos. Algo más compacta que el suelo suprayacente.

N.F.D. Nivel al que se presenta el agua libre durante la ejecución de los cateos.

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



FOTOS DE SUELOS TIPICOS DEL PERFIL

SUELO ORGÁNICO



ARCILLA DE COLOR MARRÓN OSCURA. TIPO "TRANSICIÓN"



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CLARO. PRESENCIA VARIABLE DE CONCRECIONES CALCÁREAS.



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CLARO CON TONALIDADES VERDE Y ROJO.



4. RESUMEN DE ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

CATEO	Tipo de material	PROF (m)	% PASANTES				Lím. Liq	Lím. Plast	Ind. Plás.	CLASIF AASHTO	CLASIF SUCS
			4	10	40	200					
1	Arcilla marrón con carbonatos	1.0	99.1	98.6	96.4	92.1	67	24	43	A-7-6	CH
2	Arcilla marrón con carbonatos	1.5	99.9	99.0	96.4	92.3	59	26	37	A-7-6	CH
3	Transición. Arcilla marrón oscura	1.0	99.9	99.2	97.1	92.8	65	27	38	A-7-6	CH
3	Arcilla marrón oscura	2.5	99.8	99.3	97.5	94.1	62	26	36	A-7-6	CH

Un análisis de los resultados de los ensayos de clasificación de suelos muestra que el **perfil del manto arcilloso de los primeros 3 m** está compuesto por suelos finos (**% que pasa el tamiz 200 mayor al 90 %**) y con plasticidades **altas a muy altas (IP detectado variable entre 36 y 43)**

En todos los casos ensayados, se clasifican como del tipo **CH según S.U.C.S.** y del tipo **A-7-6 según la clasificación A.A.S.H.T.O.**

El **potencial expansivo** asociado a un perfil de esas características puede catalogarse como de grado **“alto” a “muy alto”**.

5. NIVEL FREÁTICO

En 3.2 se indica con **N.F.D.** el nivel al que se mide el agua libre durante la realización de cada pozo y con **N.F.E.** el nivel al que se mide el agua al finalizar el trabajo.

El nivel mínimo al que se midió el agua al finalizar el trabajo (**N.F.E.**) fue en el **cateo 1** a **3.3 m** de la boca del pozo.

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, **en ocasión de la construcción de los cimientos, el nivel al que se presenta el agua puede variar con respecto a la situación determinada en el presente trabajo**, ya sea como consecuencia de infiltraciones de agua superficial, así como por aumentos en el nivel de la napa.

6. 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 mismo está compuesto en el manto superior por **un suelo orgánico, arcilloso, de color negro, de potencia variable (de 50 cm en el C1 a 80 cm en el C3).**

Inmediatamente por debajo se presenta, luego de una transición arcillosa de color marrón oscuro de unos 40 cm de espesor, **una arcilla de color marrón clara**, plástica, típica de suelos pertenecientes a la denominada formación Libertad.

A diferentes niveles se presentan carbonatos en la matriz arcillosa, en algunos casos en forma de concreciones calcáreas aisladas.

Los resultados de los **ensayos de clasificación** de suelos a muestras representativas de los 3 primeros m del perfil, marcan que el mismo está compuesto por suelos finos (**% que pasa el tamiz 200 mayor al 90 %**) y con plasticidades **altas a muy altas (IP detectado variable entre 36 y 43)**. El **potencial expansivo** asociado a un perfil de esas características puede catalogarse como de grado “**alto**” a “**muy alto**”.

A partir de profundidades del orden de los 3 m, la arcilla es de color marrón a gris, contiene abundantes carbonatos y tiene una consistencia algo más compacta que la de los niveles suprayacentes. El perfil no presenta cambios significativos (salvo por la presencia de agua) hasta los 7 m estudiados.

En los **ensayos S.P.T.** realizados sobre la arcilla a profundidades del orden de los **2 m**, se obtuvieron valores de “**N**” **variables entre 9 y 10**.

En cambio, en los **ensayos S.P.T.** realizados **a partir de 3 m y hasta 6.5 m**, se obtuvieron valores de “**N**” variables de un **mínimo de 14 a un máximo de 21, siendo el “N” promedio de 16 a 17**. **No es factible determinar un nivel único de mayor resistencia del suelo**, obedeciendo los valores más altos del ensayo S.P.T. a la presencia de concreciones calcáreas que llevan a un aumento puntual en la resistencia del suelo.

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

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.

En acuerdo a lo antes expresado, se puede asumir, para la **arcilla marrón** situada hasta los **3 m**, una **tensión admisible de punta**, del orden de **1.0 kg/cm²** y para el perfil **situados por debajo de la profundidad antes mencionada**, una **tensión admisible del orden de 1.5 kg/cm²**.

La tipología de fundación depende del nivel y distribución de cargas del proyecto, siendo las mismas:

La **alternativa recomendada es el pilotaje**. Si bien el perfil es cohesivo en toda su longitud, la presencia de agua compromete la viabilidad del pilote de tipo perforado (aún con las precauciones del caso) debiendo tener que recurrirse, seguramente, al pilote de tipo **“hélice continua”**. Se aconseja que la empresa encargada del pilotaje realice, previamente a la construcción de los pilotes, alguna perforación adicional y eventualmente a mayor profundidad, para verificar nivel del agua, dureza del suelo, etc., para el empleo de sus propias fórmulas de diseño.

Esta solución tiene la ventaja, además de su seguridad técnica (tener presente el alto potencial expansivo del suelo), la de su velocidad constructiva.

Otra opción puede ser la **fundación de gran superficie, del tipo “platea”**, de rigidez importante, aunque el alto potencial expansivo del suelo hace que **sea necesario considerar todos los recaudos del caso frente a esta problemática que estime necesario el proyectista**. Se deberá proceder como mínimo al retiro del suelo orgánico y apoyar la platea sobre un **relleno a ser diseñado** (material, potencia, poder soporte y grado de compactación), **el que contemple un potencial expansivo del suelo de las características antes mencionadas**. La tensión admisible sobre el suelo no deberá superar **1.0 kg/cm²**. Sin perjuicio del diseño del relleno por parte del proyectista, se recomienda colocar en la base del mismo, una capa de unos 30 cm de espesor de material de mayor tamaño (tipo “descarte de cantera”, no confundir con “destape de cantera”), es decir clastos de roca entre 5 y 15 cm. El relleno de la base propiamente dicha no debería ser menor a 45 cm (3 capas de 15 cm cada una), de un material de poder soporte no menor a 60 y compactado como mínimo al 95 % del P.U.S.M. del Proctor AASHTO T 180. A los efectos de lograr una adecuada transición de rigidez entre el hormigón y el relleno, se recomienda que los últimos 15 cm sean de una “tosca cemento”.

Otra alternativa es la fundación **directa en forma aislada sobre la arcilla**, a profundidades del orden de **2.0 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/cm² o a una profundidad de 3.0 m y a una tensión de cálculo de 1.5 kg/cm²**. 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 **alternativa de platea** con la consideración de las precauciones del caso, así como la de **bases aisladas** no son de descartar, el **alto potencial expansivo del suelo** con napa freática relativamente próxima superficie y variable, pueden provocar alteración en su capacidad resistente 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 preferible la opción de pilotaje**.

Cualquiera sea la opción de fundación, se deberá definir un adecuado nivel de piso terminado para las viviendas (nivelación del terreno) y prever un correcto escurrimiento de las pluviales.

El perfil es netamente arcilloso y de **alto potencial expansivo (ver resultados de ensayos)**, motivo por el que se debe proceder **al descalce de las vigas de fundación** (salvo obviamente en la opción de platea) y **considerar los recaudos del caso frente 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, siendo las recomendaciones para el mismo similares al de la fundación mediante platea).

A continuación, se enumeran una serie de medidas constructivas, de carácter general, en prevención del fenómeno de la expansión:

Diseñar y ejecutar los desagües de los pluviales a fin de evitar el estancamiento del agua e infiltración hacia los estratos expansivos bajo las edificaciones.

Construir veredas perimetrales para impermeabilizar un área mayor a la cubierta y además lograr que el agua de lluvia que baja por las paredes no se infiltre en la cimentación.

En caso de platea y ante la eventualidad de precipitaciones importantes durante la etapa de construcción, asegurar la impermeabilidad en la base del material granular, entre otras medidas como pueden ser la ejecución de una tosca cementada y/o el uso de membranas plásticas y/o asfálticas.

Prever y ejecutar adecuadamente las instalaciones sanitarias, a fin de evitar roturas y/o pérdidas que aumente la humedad del subsuelo.

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. JOSÉ E. PREFUMO

PLANILLAS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Material : Arcilla marrón con carbonatos
Profundidad: 1.0 m

CATEO

1

GRANULOMETRIA

DETERMINACIÓN	Nº	1	2
PESO MUESTRA		501,50 gr	
TAMIZ	ABERTURA (Micras)	RETENIDO (g)	PASA (%)
#2 1/2"	63000		
#2"	50000		
#1 1/2"	37500		
#1"	25000		
#3/4"	19000		
#1/2"	12500	0,0	100,0
#3/8"	3500	3,3	93,2
#1/4"	6300	3,3	93,2
#4	4750	4,5	93,1
#8	2360		
#10	2000	7,0	98,6
#16	1180		
#20	850		
#30	600		
#40	425	18,0	96,4
#50	300	22,1	95,6
#80	188		
#100	150	30,7	93,3
#200	75	39,4	92,1

LIMITE LIQUIDO

S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Número de golpes	Límite Líquido
32,20	26,00	16,70	25	67

LIMITE PLASTICO

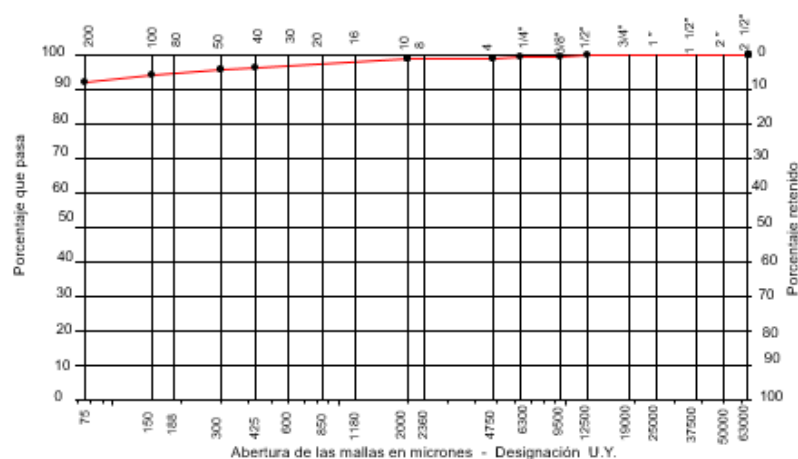
S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Humedad (%)	Límite Plástico
51,80	47,60	23,80	23,60	24

INDICE PLASTICO: 43

CLASIFICACION:

A.A.S.H.T.O.	A-7-6
Sist. Unificado	CH

INDICE DE GRUPO: 45



ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Material : Arcilla marrón con carbonatos
Profundidad: 1.5 m

CATEO

2

GRANULOMETRIA

DETERMINACIÓN	Nº	1	2
PESO MUESTRA		502,30 gr	gr
TAMIZ	ABERTURA (Micras)	RETENIDO (g)	PASA (%)
#2 1/2"	63000		
#2"	50000		
#1 1/2"	37500		
#1"	25000		
#3/4"	19000		
#1/2"	12500	0,0	100,0
#3/8"	3500	0,0	100,0
#1/4"	6300	0,0	100,0
#4	4750	0,3	33,3
#8	2360		
#10	2000	5,1	33,0
#16	1180		
#20	850		
#30	600		
#40	425	18,0	96,4
#50	300	21,3	95,6
#80	188		
#100	150	30,8	93,3
#200	75	38,5	92,3

LÍMITE LÍQUIDO

S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Número de golpes	Límite Líquido
33,30	27,50	16,70	25	53

LÍMITE PLÁSTICO

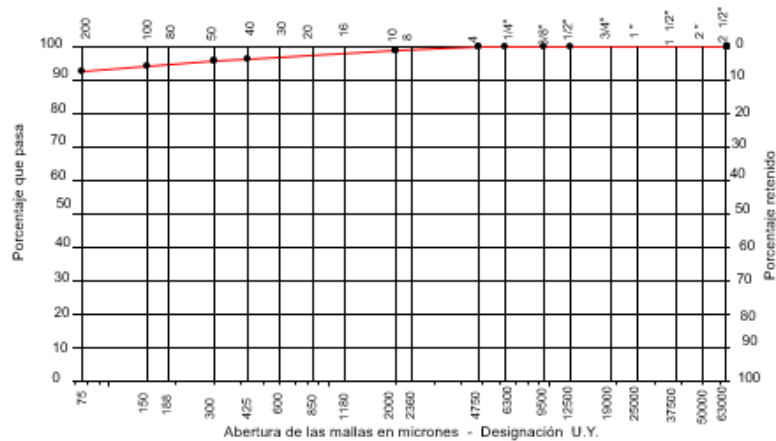
S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Humedad (%)	Límite Plástico
48,30	45,60	33,10	21,60	22

ÍNDICE PLÁSTICO: 37

CLASIFICACION:

A.A.S.H.T.O.	A-7-6
Sist. Unificado	CH

ÍNDICE DE GRUPO: 38



ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Material : Transición. Arcilla marrón oscura
Profundidad: 1.0 m

CATEO

3

GRANULOMETRIA

DETERMINACIÓN	Nº	1		2	
PESO MUESTRA		502,60 gr		gr	
TAMIZ	ABERTURA (Micras)	RETENIDO (g)	PASA (%)	RETENIDO (g)	PASA (%)
#2 1/2"	63000				
#2"	50000				
#1 1/2"	37500				
#1"	25000				
#3/4"	19000				
#1/2"	12500	0,0	100,0		
#3/8"	3500	0,0	100,0		
#1/4"	6300	0,0	100,0		
#4	4750	0,6	99,9		
#8	2360				
#10	2000	3,8	99,2		
#16	1180				
#20	850				
#30	600				
#40	425	14,6	97,1		
#50	300	20,4	95,9		
#80	188				
#100	150	23,9	94,1		
#200	75	36,1	92,8		

LÍMITE LÍQUIDO

S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Número de golpes	Límite Líquido
33,50	26,90	16,80	24	65

LÍMITE PLÁSTICO

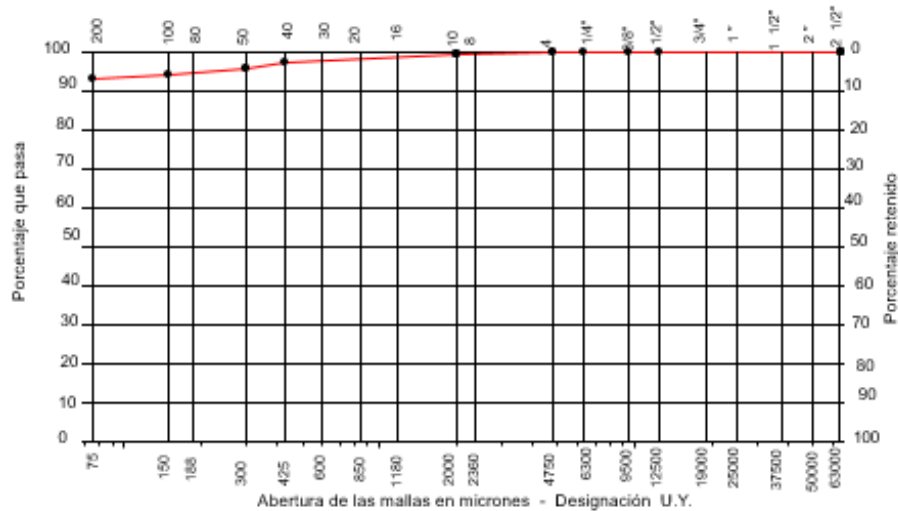
S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Humedad (%)	Límite Plástico
51,40	45,80	25,10	27,05	27

ÍNDICE PLÁSTICO: 38

CLASIFICACIÓN:

A.A.S.H.T.O.	A-7-6
Sist. Unificado	CH

ÍNDICE DE GRUPO: 41



ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Material : Arcilla marrón oscura
Profundidad: 2.5 m

CATEO

3

GRANULOMETRIA

DETERMINACIÓN	Nº	1		2	
PESO MUESTRA		503,50 gr		gr	
TAMIZ	ABERTURA (Micras)	RETENIDO (g)	PASA (%)	RETENIDO (g)	PASA (%)
#2 1/2"	63000				
#2"	50000				
#1 1/2"	37500				
#1"	25000				
#3/4"	19000				
#1/2"	12500	0,0	100,0		
#3/8"	9500	0,0	100,0		
#1/4"	6300	0,0	100,0		
#4	4750	1,1	99,8		
#8	2360				
#10	2000	3,5	99,3		
#16	1180				
#20	850				
#30	600				
#40	425	12,4	97,5		
#50	300	16,1	96,8		
#80	188				
#100	150	24,2	95,2		
#200	75	29,5	94,1		

LIMITE LIQUIDO

S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Número de golpes	Límite Líquido
31,50	25,90	16,60	30	62

LIMITE PLASTICO

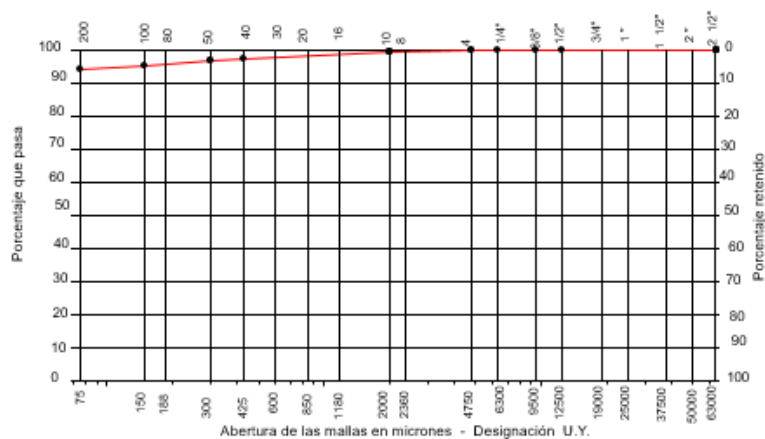
S. Húmedo + Tara (g)	S. Seco + Tara (g)	Tara (g)	Humedad (%)	Límite Plástico
41,90	33,20	23,00	26,47	26

INDICE PLASTICO: 36

CLASIFICACION:

A.A.S.H.T.O.	A-7-6
Sist. Unificado	CH

INDICE DE GRUPO: 39



VISTA GENERAL DEL TERRENO Y METODOLOGIA DE EXCAVACION

EXCAVACIÓN CON PALA AMERICANA EN CATEO 1



EXCAVACIÓN CON PALA AMERICANA EN CATEO 2



EXCAVACIÓN CON PALA AMERICANA EN CATEO 1



VISTAS DEL TERRENO DESDE CATEO 2 HACIA CATEO 3



VISTA DEL TERRENO DESE CATEO 1 HACIA CALLE



FOTOS SELECCIONADAS DEL TRABAJO REALIZADO

CATEO 1

ENSAYO S.P.T. a 1.5 m



ARCILLA COLOR MARRÓN CLARO. PRESENCIA DE CARBONATOS EN FORMA AISLADA EN LA MATRIZ ARCILLOSA.



CATEO 1

ENSAYO S.P.T. a 3.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CON TONALIDAD GRISASEA. PRESENCIA DE CABONATOS EN LA MATRIZ ARCILLOSA



CATEO 1
ENSAYO S.P.T. a 4.5 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CLARO.



CATEO 1
ENSAYO S.P.T. a 6.5 m



ARCILLA DE COLOR MARRON GRISACEA A GRIS. PRESENCIA DE OXIDO DE MANGANESO



CATEO 2
ENSAYO S.P.T. a 2.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CLARO.



CATEO 2
ENSAYO S.P.T. a 3.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN GRISACEO.



CATEO 2
ENSAYO S.P.T. a 4.5 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CLARO CON TONALIDADES VERDOSAS.



CATEO 2
ENSAYO S.P.T. a 6.5 m



ARCILLA DE COLOR GRIS. MEDIANAMENTE COMPACTA



CATEO 3
ENSAYO S.P.T. a 2.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN CLARO. PLASTICA



CATEO 3
ENSAYO S.P.T. a 3.0 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN GRISACEA. PLASTICA



CATEO 3

ENSAYO S.P.T. a 5.5 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN GRISACEA Y GRIS. CONTIENE CARBONATOS



CATEO 3
ENSAYO S.P.T. a 6.5 m



ARCILLA DE COLOR MARRÓN GRISACEA Y GRIS. MEDIANAMENTE COMPACTA

