



GeoAmbiente

servicios en geología, hidrogeología, ingeniería y medio ambiente

Proyecto: Luís A. de Herrera

Tanque de Amortiguación
Plaza Matteotti

Estudio Geotécnico

Comitente: Intendencia de Montevideo

Julio 2018

Responsables Técnicos:

Mauricio Montaña Gutiérrez

Licenciado en Geología

mmontano@geoambiente-uruguay.com

Diego Montaña García

Ingeniero Civil

diego.montano@geoambiente-uruguay.com

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	2
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	2
OBJETIVO.....	3
UBICACIÓN DE LOS SONDEOS.....	3
METODOLOGÍA	4
TRABAJO DE CAMPO.....	4
TAREAS DE LABORATORIO	6
GEOLOGÍA DEL ÁREA.....	6
FORMACIÓN LIBERTAD (PLEISTOCENO).....	6
FORMACIÓN MONTEVIDEO (PRECAMBRICO)	6
PERFIL DE SUELOS	7
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXCAVABILIDAD	8
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	9
REALIZACIÓN DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	9
BREVE DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO (SEGÚN NORMA ASTM D1586 – 84)	9
APLICABILIDAD.....	9
CORRECCIONES DEL N_{SPT}	9
CIMENTACIONES – TENSIÓN ADMISIBLE Y ASIENTOS PARA FUNDACIÓN DIRECTA	13
MARCO TEÓRICO	13
ESTIMACIÓN DE TENSIONES ADMISIBLES	13
FREATÍMETROS EN SONDEOS 3 Y 5.....	14
CONCLUSIONES:.....	16
ANEXOS.....	17
PLANILLAS DE CAMPO	18
PLANILLAS DE LABORATORIO	24

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Esquema de Ubicación del Predio de Estudio remarcado en rojo.....	3
Ilustración 2 – Esquema de Ubicación de Sondeos en el Predio de Estudio	4
Ilustración 3 - Ejecución de Ensayos SPT.....	4
Ilustración 4 - Sondeo Mediante Perforación.....	5
Ilustración 5 - Broca Cola De Pez	5
Ilustración 6 - Martillo de Fondo (DTH)	6
Ilustración 7 - Perfil Litológico Tipo.....	7
Ilustración 8 - Corrección de Valores de N Para Sondeo 01 (Izquierda) y Sondeo 02 (Derecha)	11
Ilustración 9 – Roca anfibolita alterada	12
Ilustración 10 – Esquema Freatímetro Sondeos 3.....	15
Ilustración 11 – Esquema Freatímetro Sondeos 5.....	15

DESARROLLO DEL INFORME

Objetivo

En el marco del Proyecto de ensanche de Luís A. de Herrera, se está proyectando la ejecución de un tanque de amortiguación de crecidas (TAC) a ubicar debajo de la Plaza Matteotti, en el barrio de La Blanqueada, en la intersección de dicha avenida con Francisco Simón y Mateo Vidal (ver Ilustración 1).

En este sentido se solicitó un Estudio Geotécnico a los efectos de determinar el perfil litológico existente, las tensiones admisibles para fundación directa, el relevamiento de la presencia de agua y la determinación de la excavabilidad de los distintos horizontes hasta una profundidad de 7.0m.

Para alcanzar dichos objetivos se realizaron cinco sondeos con ensayo de penetración estándar (SPT por sus siglas en inglés) cada un metro de profundidad, hasta alcanzar el rechazo, continuando dos de ellos mediante perforadora, hasta una profundidad de 7.0m.

Paralelamente, y a los efectos de determinar la presencia de agua, en los dos sondeos que se continuaron hasta los 7m, se construyeron freáticos, relevándose en forma periódica los niveles de agua durante una semana.

ILUSTRACIÓN 1 – ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PREDIO DE ESTUDIO REMARCADO EN ROJO.



Ubicación de los Sondeos

Los sondeos se ubicaron según las indicaciones del cliente en función de las interferencias existentes en la zona, debiendo, en algunas ubicaciones, efectuar la demolición del pavimento existente de hormigón, mediante martillo eléctrico.

En la Tabla 1, presentamos las coordenadas de los sondeos, mientras que en la Ilustración 2 se observa el esquema de las ubicaciones de los mismos.

TABLA 1 - COORDENADAS DE SONDEOS

ID	Latitud (S)	Longitud (W)
Sondeo 01	34°53'03,6"	56°09'02,7"
Sondeo 02	34°53'03,7"	56°09'01,9"
Sondeo 03	34°53'03,9"	56°09'01,9"
Sondeo 04	34°53'04,5"	56°09'01,8"
Sondeo 05	34°53'04,4"	56°09'01,3"

ILUSTRACIÓN 2 – ESQUEMA DE UBICACIÓN DE SONDEOS EN EL PREDIO DE ESTUDIO



Metodología

A continuación presentamos la metodología prevista para alcanzar los objetivos planteados en el presente estudio.

Trabajo de Campo

Se estudió mediante cinco sondeos con SPT (*norma ASTM D1586 – 84*) la zona de emplazamiento del tanque, entre los días 10/07/2018 y 11/07/2018, hasta alcanzar el rechazo, lo que corresponde a una tensión admisible (σ_{adm}) de al menos 5.0 kg/cm² en dicho ensayo.

ILUSTRACIÓN 3 - EJECUCIÓN DE ENSAYOS SPT



Dicha información se complementó mediante perforaciones en los sondeos 3 y 5 (seleccionados por caracterizar los dos tipos de macizos rocosos identificados), empleando una perforadora accionada por compresor de aire a los efectos de superar las profundidades de rechazo del ensayo de penetración estándar, y diferenciar los niveles alterados, fracturados y frescos del macizo rocoso y así poder inferir su excavabilidad, así como instalar los freáticos para establecer la presencia o no de agua.

ILUSTRACIÓN 4 - SONDEO MEDIANTE PERFORACIÓN



Las herramientas seleccionadas para la exploración responden al objetivo de la misma. En una primera instancia se empleó, una broca tipo cola de pez (o “manito”) que permite remover suelos duros, y rocas alteradas mediante rotación y flujo interno de aire comprimido. Esta herramienta no permite remover rocas fracturadas o sanas, por lo que se emplea para determinar espesor del estrato alterado de roca que no es penetrable mediante SPT.

ILUSTRACIÓN 5 - BROCA COLA DE PEZ



Una vez alcanzado el estrato no perforable con cola de pez, se sustituye por martillo de fondo DTH (Down The Hole) de 4” de diámetro y se emplea rotopercusión para la roca fractura y/o sana.

ILUSTRACIÓN 6 - MARTILLO DE FONDO (DTH)



El objetivo de esta etapa es determinar, dentro de los materiales no excavables fácilmente (tipo E1), que zonas corresponden a rocas alteradas (tipo E2) y cuales a rocas fracturadas y frescas (tipo E3), así como los espesores de cada estrato, de forma de completar el perfil geotécnico.

Tareas de Laboratorio

Sobre las muestras de suelo obtenidas en campo, se realizó la clasificación de los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*norma ASTM D-2487*).

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 sedimentos actuales arenosos, cubriendo sedimentos de la Formación Libertad.

Formación Libertad (Pleistoceno)

Está constituida por lodolitas masivas, con porcentajes no superiores al 1% de arena gruesa, gravilla y grava homogéneamente dispersas en la matriz. La mineralogía de estos detritos es fundamentalmente cuarzosa y feldespática. Dentro de estas litologías los términos dominantes son arcilla, limo arcilloso y limo arcillo-arenoso. La tonalidad dominante es marrón a marrón claro (pardo) y su espesor en general no supera los 10m. El carbonato de calcio puede estar presente en forma pulverulenta, en concreciones o en pequeños lentes

Formación Montevideo (Precámbrico)

El sitio de estudio se conforma por rocas de la Formación Montevideo, principalmente por anfibolitas, gneises, granitoides y pegmatitas. Las anfibolitas son rocas metamórficas con grado medio, que pueden ser de origen tanto volcánico como sedimentario, presenta niveles fracturados con poca arcilla de metro a metro y medio de espesor inmediatamente por encima de la roca sana. Es habitual encontrar filones pegmatíticos recortando la anfibolita.

En cuanto a los gneises a granitoides el espesor alterado es de alrededor de un metro conformado por roca fracturada con muy poca arcilla.

Perfil de Suelos

A partir de los sondeos realizados detectamos que el perfil es bastante homogéneo en el tramo de suelos, con alguna variante en lo que se refiere al macizo rocoso. En el esquema de la Ilustración 7 presentamos un perfil tipo, según lo mencionado, mientras que en Anexo se presenta el detalle de cada uno de los sondeos de campo realizados.

ILUSTRACIÓN 7 - PERFIL LITOLÓGICO TIPO

LONGITUD TRAMO (m)	COLUMNA	EXCAVABILIDAD	DESCRIPCIÓN
0.4 - 1.2		E1	Relleno y Hormigón
0.4 - 2.3			Limo arcilloso marrón, intercalado con arcilla marrón oscuro (Fm Libertad)
1.10 - 1.70			Arcilla marrón muy tenaz (Fm Libertad)
0.90 - 1.20		E2	Roca alterada a fracturada (anfíbolita ó granítica)
2.50 - 3.10		E3	Roca fractura a fresca (anfíbolita ó granítica)

El perfil de suelos es esquemáticamente homogéneo, con una capa de relleno y sobre los bordes de la plaza, con pavimento de hormigón de 0.2m de espesor aproximadamente.

Debajo de esta capa de relleno se observan suelos finos, arcillosos a limo-arcillosos, típicos de Formación Libertad, de relativamente tenaces a tenaces.

Por debajo de los suelos finos de Formación Libertad, a una profundidad de entre 2.8m y 4.2m, se observan los estratos alterados de Formación Montevideo, sobre los que se produce el rechazo en el ensayo SPT. En particular, para estos niveles rocosos, hemos identificado dos unidades diferentes dentro de esta formación. Por un lado observamos rocas anfibolíticas, y por otro, rocas granítico-gnéicas, lo que es analizado más adelante en el presente documento.

Los espesores de roca alterada, son del orden de un metro, por debajo del cual se observan rocas fracturadas a frescas.

Clasificación en función de la excavabilidad

A los efectos de generar información pertinente para la ejecución de la obra, se releva durante la realización de los sondeos, el grado de Excavabilidad de los materiales hallados según el criterio establecido en la Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo¹.

El grado de excavabilidad varía de E1 a E3 según el siguiente criterio:

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.

Según los datos relevados en campo y que se resumen en la Ilustración 7, hemos elaborado el siguiente resumen:

TABLA 2 - RESUMEN DE EXCAVABILIDAD

ID Material	Excavabilidad	Espesor Estrato (m)	Método Constructivo
Relleno	E1 (E3)	0.4 - 1.2	Habituales Movimiento de Suelos (salvo pavimento de hormigón)
Suelos finos Formación Libertad	E1	1.5 - 3.8	Habituales Movimiento de Suelos (Retroexcavadora tipo CAT320/330)
Roca Alterada	E2	0.9 - 1.2	Otros (Martillo Neumático/ Barros Expansivos/ Explosivos, etc)
Roca Fracturada ó Fresca	E3	A partir de 4m profundidad	

A partir de lo mencionado, se entiende que hasta **profundidades del orden de los 4m**, se podrá realizar la excavación para el tanque empleando procedimientos habituales para obras de movimiento de suelos, como retroexcavadoras tipo CAT 320 ó 330, a excepción de las zonas en las que se deba remover el pavimento de hormigón existente.

Por debajo de esta profundidad, en las rocas fracturadas y frescas puede ser necesario el empleo de martillos neumáticos, Barros expansivos o bien explosivos, para la remoción del macizo rocoso.

¹ Departamento de Geotécnica – Facultad de Ingeniería – UdelaR – **Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo escala 1:100.000** – Montevideo 1997 CARTA GEOTECNICA

Clasificación de Suelos (SUCS)

En Anexo se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuado sobre las muestras de suelos tomadas durante el trabajo de campo.

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 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 fundaciones².

TABLA 3 - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

ID	Profundidad (m)	Descripción	Clasificación SUCS
Sondeo 01	1.2	Arcilla limosa marrón	CL - ML
	3.5	Arcilla limosa marrón claro	CL
Sondeo 02	1.0	Arcilla limosa marrón	CL - ML
	2.0	Limo arcilloso marrón claro	ML
Sondeo 03	1.2	Arcilla limosa marrón	CL - ML
	2.0	Limo arcilloso marrón claro	ML
Sondeo 04	2.0	Limo arcilloso marrón claro	ML
	3.2	Anfibolita alterada	GM
Sondeo 05	1.4	Arcilla limosa marrón	CL
	2.0	Limo arcilloso marrón claro	ML

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} ó 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.

Aplicabilidad³

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:

² DNER – Manual de Pavimentacao - 1996

³ Devicenzi M., Frank N., - Ensayos Geotécnicos In Situ – IGEOEST – Mayo 2004

- Corrección por nivel freático
 - 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 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

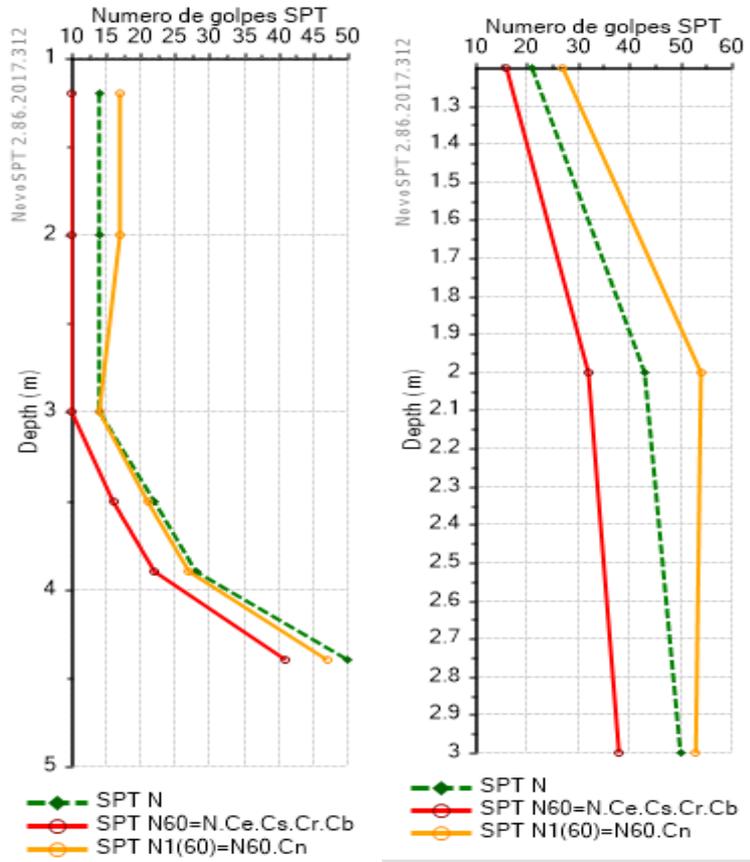
Para el presente estudio se han efectuado todas las correcciones mencionadas empleando el software NOVO SPT⁴ según lo mencionado anteriormente, obteniendo los valores de N_{60} y $N_{1(60)}$ según la siguiente ecuación:

$$C = C_e \cdot C_b \cdot C_s \cdot C_r \quad N_{60} = C \cdot N \quad N_{1(60)} = C_n \cdot N_{60}$$

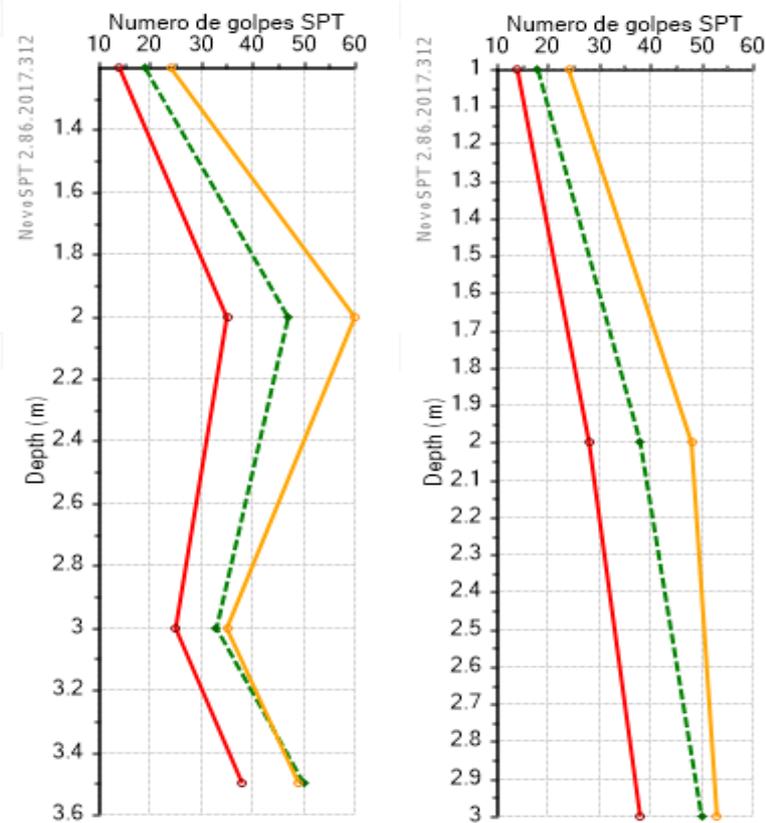
En el presente caso de estudio, se identificaron niveles estáticos por debajo de los ensayos SPT por lo que no efectúan correcciones debido a la presencia de agua. El detalle de estos datos se presenta en las Planillas de Campo en Anexo.

⁴ Novo Tech Software – NOVO SPT – Vancouver, Canada - 2017

ILUSTRACIÓN 8 - CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SONDEO 01 (IZQUIERDA) Y SONDEO 02 (DERECHA)



CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SONDEO 03 (IZQUIERDA) Y SONDEO 04 (DERECHA)



CORRECCIÓN DE VALORES DE N PARA SONDEO 05

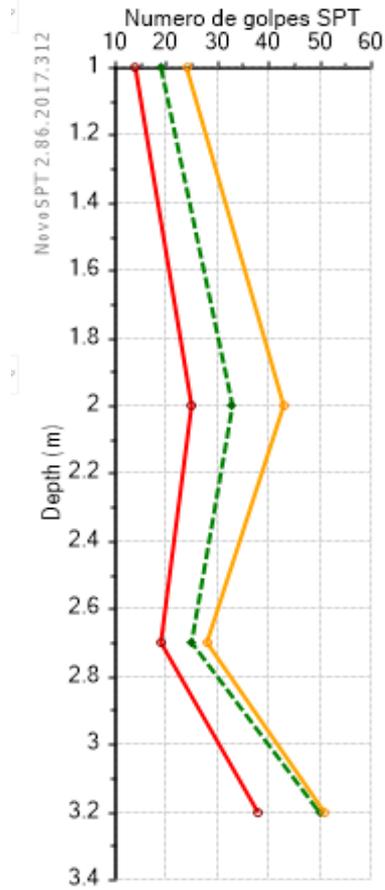


ILUSTRACIÓN 9 – ROCA ANFIBOLITA ALTERADA



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 cohesivos, adoptamos las ecuaciones correspondientes empleadas para el cálculo de las cargas admisibles para cimentaciones directas (superficiales). Para la estimación de la carga admisible se empleó el método aproximado para arcillas según la siguiente ecuación:

$$Q_{adm} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{1.33 \times N_{CORR}}{10}$$

Donde:

- Q_{adm} : Carga Admisible (kg/cm^2)
- N_{CORR} : N_{SPT} corregido

Estimación de Tensiones Admisibles

A continuación presentamos las estimaciones de tensiones admisibles en función de la profundidad y en función del tipo de suelo identificado en el perfil.

En la Tabla 4 presentamos el resumen de los valores de tensiones admisibles calculados según el fundamento teórico para suelos arcillosos en cada caso.

TABLA 4 - TENSIONES ADMISIBLES EN FUNCIÓN DE LOS VALORES DE SPT Y DE LA PROFUNDIDAD

ID	Profundidad (m)	N_{campo}	N_{corr}	Q_{adm} (kg/cm^2)
Sondeo 01	1.2	14	17	2.26
	2.0	14	17	2.26
	3.0	14	14	1.86
	3.5	22	21	2.79
	3.9	28	27	3.59
	4.4	>50	47	6.25
Sondeo 02	1.0	21	27	3.59
	2.0	43	54	7.18
	3.0	>50	53	7.05
Sondeo 03	1.0	19	24	3.19
	2.0	47	60	7.98
	3.0	33	35	4.66
	3.5	>50	49	6.50
	3.5 – 7.0	N/A	N/A	8.00
Sondeo 04	1.0	18	24	3.19
	2.0	38	48	6.38
	3.0	>50	53	7.05
Sondeo 05	1.0	19	24	3.19
	2.0	33	43	5.72
	2.7	25	28	3.72
	3.2	>50	51	6.78
	4.0 – 7.0	N/A	N/A	8.00

A continuación presentamos un resumen con las tensiones admisibles recomendadas en función de la profundidad. Efectuamos el análisis diferenciado en dos zonas, ya que en el Sondeo 01 se identificó un perfil de suelos que arroja tensiones admisibles menores que el resto.

TABLA 5 – RESUMEN TENSIONES ADMISIBLES RECOMENDADAS PARA SONDEO 01

ID	Profundidad (m)	σ_{adm} (kg/cm ²)
Resumen	1.2	2.0
	2.0	1.9
	3.0	1.9
	3.5	2.7
	4.0	3.5
	4.5	6.0
	>4.5	8.0

TABLA 6 – RESUMEN TENSIONES ADMISIBLES RECOMENDADAS PARA ÁREA DE SONDEOS 02 - 05

ID	Profundidad (m)	σ_{adm} (kg/cm ²)
Resumen	1.0	3.0
	2.0	4.0
	3.0	4.0
	3.5	6.0
	4.0 – 7.0	8.0

Freatímetros en Sondeos 3 y 5

Para la construcción de perforaciones entubadas con el fin de monitorear agua subterránea, se siguieron los lineamientos establecidos por las siguientes normas técnicas de construcción de pozos de monitoreo.

- **ASTM – D6286-98 (Reapproved 2006)** “Standard Guide for Selection of Drilling Methods for Environmental Site Characterization”
- **ASTM –D 5092-04 (Reapproved 2010)** “Standard Practice for Design and installation of Groundwater Monitoring Wells”.
- **ASTM D5521-94** “Standard Guide for Development of Ground-Water Monitoring Wells in Granular Aquifers”

Una vez concluida la perforación se procedió al entubado con tubos de PVC de 3” de diámetro y filtro ranurado hasta 2m por debajo de la superficie, terminando con tapón de fondo ciego.

En el espacio anular entre la perforación y la tubería se colocó un prefiltro de grava seleccionada (libre de láminas de mica, partículas calcáreas o ferruginosas), de tamaño aproximado 50% mayor a la ranura del filtro.

Para el Sondeo 3, en roca granítica, el nivel estático se estableció a una profundidad 5.10 m, aproximadamente en el contacto entre el nivel alterado y el fracturado/fresco (ver Ilustración 10).

Por su parte, en el Sondeo 5, en anfibolita, el nivel estático se relevó a una profundidad de 3.45 m dentro del nivel fracturado (ver Ilustración 11).

ILUSTRACIÓN 10 – ESQUEMA FREATÍMETRO SONDEOS 3

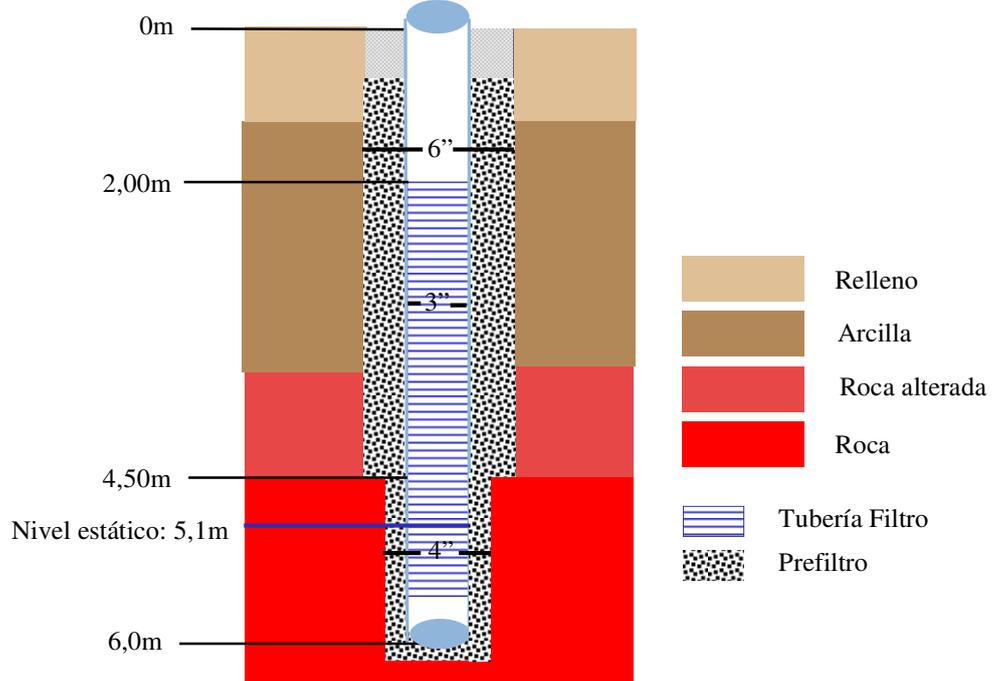
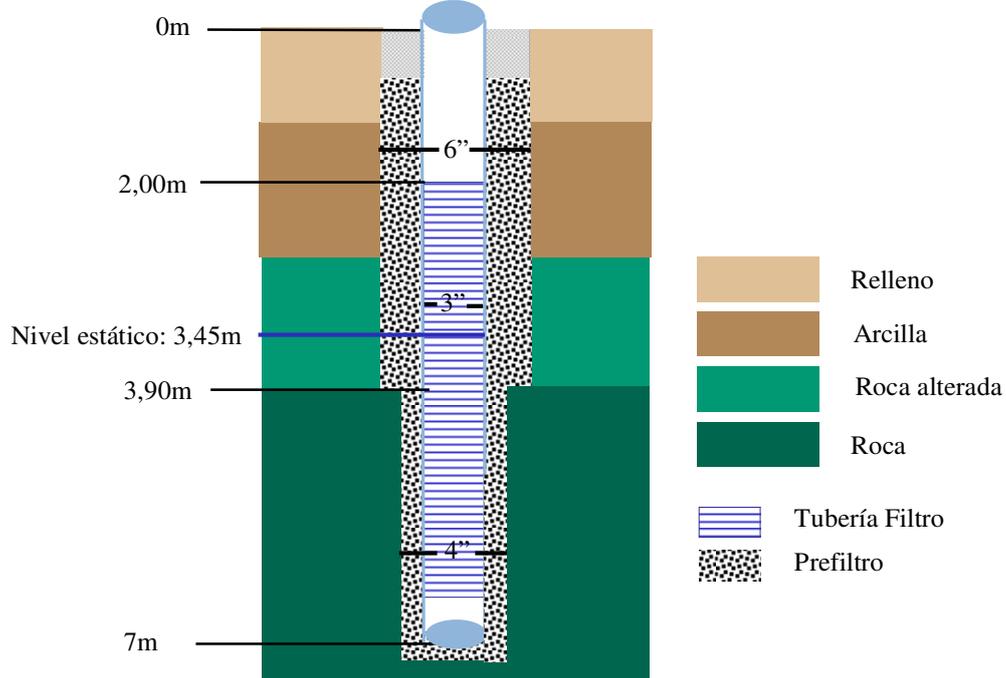


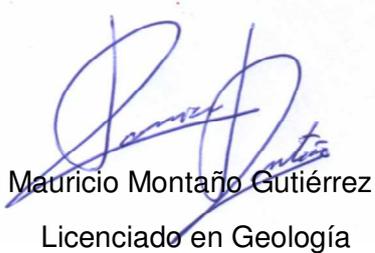
ILUSTRACIÓN 11 – ESQUEMA FREATÍMETRO SONDEOS 5



Conclusiones:

- El subsuelo del área está constituido por sedimentos limo arcillosos de la Formación Libertad cubriendo rocas de la Formación Montevideo.
- Se identificó un perfil de litológico compuesto de la siguiente forma:
 - Relleno/Hormigón de Pavimento: e= 0.4m – 1.2m (E1 - Fácilmente Excavable)
 - Suelos Finos Fm Libertad: e= 1.5m – 3.8m (E1 - Fácilmente Excavable)
 - Roca alterada (anfíbolita/ granítica): e = 0.9m – 1.2m (E2 – Excavable medios mecánicos)
 - Roca Fracturada (anfíbolita/ granítica): A partir de los 4m de profundidad aproximadamente (E3 – no excavables mediante medios mecánicos)
- Se identificaron niveles estáticos a profundidades de entre los 5.10 m y 3.45 m
- Desde el punto de vista de la excavabilidad, se entiende que se podrá efectuar la misma mediante empleo de equipos habituales en movimiento de suelos hasta una profundidad del orden de los 4m. Por debajo de esta profundidad, en las rocas fracturadas y frescas puede necesario el empleo de martillos neumáticos, barros expansivos o bien explosivos, para la remoción del macizo rocoso.
- Desde el punto de vista de la fundación del tanque de amortiguación, se entiende viable la solución de fundación directa, empleando tensiones admisibles $\sigma_{adm} = 8.0$ kg/cm² para profundidades mayores a los 4m.

Montevideo, 23 de julio de 2018


Mauricio Montañó Gutiérrez
Licenciado en Geología


Diego Montañó García
Ingeniero Civil

ANEXOS

Planillas de Campo

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS Y ROCAS						 <small>www.geoambiente-uruguay.com</small>						
PROYECTO: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera												
SONDEO NRO.: SPT1			SITUACIÓN:			COORDENADAS: 34°53'03,6" 56°09'02,7"						
FECHA: 11/07/2018			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4,6m			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	0.1				Suelo orgánico.							
0.2	0.3				Hormigón.							
0.3												
0.4	2.3				Arcilla limosa marrón oscura.		N _{SPT} = 14	22	16	6	10	CL - ML
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												
3.1												
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6												
3.7												
3.8												
3.9												
4.0												
4.1												
4.2												
4.3												
4.4												
4.5												
4.6												

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS Y ROCAS						 <small>www.geoambiente-uruguay.com</small>															
PROYECTO: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera																					
SONDEO NRO.: SPT3			SITUACIÓN:			COORDENADAS: 34°53'03,9" 56°09'01,9"															
FECHA: 16/07/2018			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 7,0m			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	0.3			E1	Balasto		N _{SPT} = 19														
0.2					Arcilla gris a marrón con escombros.																
0.3					Relleno de roca.																
0.4	0.1				Arcilla marrón con fragmentos líticos de hasta 1cm.																
0.5					Arcilla negra con escombros.																
0.6					0.3								Limo arcilloso marrón , intercalado con arcilla marrón oscuro.								
0.7																					
0.8																					
0.9	0.3													E1		N _{SPT} = 19					
1.0																					
1.1																					
1.2																					
1.3	1.7	+	34	24		10	16	ML													
1.4																					
1.5																					
1.6	1.7			E2		Limo arcilloso marrón muy tenaz.	N _{SPT} = 33														
1.7																					
1.8																					
1.9	0.9				-								34	24	10	16	ML				
2.0																					
2.1																					
2.2	1.7													E2	Roca alterada a fracturada granítica-gneísica.	N _{SPT} = 33					
2.3																					
2.4																					
2.5	0.9																				
2.6																					
2.7																					
2.8	1.7			E3		Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50														
2.9																					
3.0																					
3.1	0.9																				
3.2																					
3.3																					
3.4	1.7													E3	Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50					
3.5																					
3.6																					
3.7	0.9																				
3.8																					
3.9																					
4.0	1.7			E3		Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50														
4.1																					
4.2																					
4.3	0.9																				
4.4																					
4.5																					
4.6	1.7													E3	Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50					
4.7																					
4.8																					
4.9	0.9																				
5.0																					
5.1																					
5.2	1.7			E3		Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50														
5.3																					
5.4																					
5.5	0.9																				
5.6																					
5.7																					
5.8	1.7													E3	Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50					
5.9																					
6.0																					
6.1	0.9																				
6.2																					
6.3																					
6.4	1.7			E3		Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50														
6.5																					
6.6																					
6.7	0.9																				
6.8																					
6.9																					
7.0	1.7													E3	Roca felsica leucócrata, granítica-gneísica.	N _{SPT} = >50					
7.0																					

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS Y ROCAS						 <small>www.geoambiente-uruguay.com</small>						
PROYECTO: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera												
SONDEO NRO.: SPT4			SITUACIÓN:			COORDENADAS: 34°53'04,5" 56°09'01,8"						
FECHA: 10/07/2018			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3,3m			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	0.2			E1	Relleno de balasto.		N _{SPT} = 18					
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7												
0.8												
0.9												
1.0												
1.1	0.3			E1	Limolita grisácea.		N _{SPT} = 38	33	24	9	13	ML
1.2												
1.3												
1.4												
1.5												
1.6												
1.7												
1.8												
1.9												
2.0												
2.1	1.3			E1	Limo arcilloso de color marrón.		N _{SPT} = >50					
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												
2.6												
2.7												
2.8												
2.9												
3.0												
3.1												
3.2	0.2			E2	Roca, anfibolita alterada.			34	25	9	10	GM
3.3												

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS Y ROCAS						 <small>www.geoambiente-uruguay.com</small>						
PROYECTO: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera												
SONDEO NRO.: SPT5			SITUACIÓN:			COORDENADAS: 34°53'04,4" 56°09'01,3"						
FECHA: 16/07/2018			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 7,0m			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	0.6				Relleno de balasto y arcilla.							
0.2												
0.3												
0.4												
0.5												
0.6												
0.7	0.2				Suelo arcilloso.							
0.8												
0.9												
1.0	0.2				Relleno de arcilla rojiza con balasto.							
1.1												
1.2	0.2				Suelo orgánico.							
1.3												
1.4	0.4			E1	Arcill de color marrón oscuro.	+						
1.5												
1.6												
1.7	1.1				Limo arcilloso de color marrón, tenaz.	+						
1.8												
1.9												
2.0												
2.1												
2.2												
2.3												
2.4												
2.5												
2.6												
2.7												
2.8	1.2				Anfibolita alterada a fracturada, con fragmentos líticos de hasta 7cm.							
2.9												
3.0												
3.1												
3.2												
3.3												
3.4												
3.5												
3.6												
3.7												
3.8												
3.9												
4.0	3.1				Anfibolita con filones de pegmatita, tamaño de molienda de hasta 2cm.							
4.1												
4.2												
4.3												
4.4												
4.5												
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												
5.9												
6.0												
6.1												
6.2												
6.3												
6.4												
6.5												
6.6												
6.7												
6.8												
6.9												
7.0												

Planillas de Laboratorio

Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

Muestra:

IM1 (1.0 - 1.5m) - Arcilla limosa marron oscura

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Olveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	60	61	
P.S.H.+Pesaf	23.61	24.17	
P.S.S.+Pesaf	22.42	22.86	
Tara	15.17	14.76	
% de HUMEDAD	16.4	16.2	
HUMEDAD PROMEDIO	16.3		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	16		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	4		
P.S.H.+Pesaf	2113.00		
P.S.S.+Pesaf	2016.60		
Tara	1092.20		
% de HUMEDAD	10.4		
HUMEDAD PROMEDIO	10.4		
% Humedad Natural	10		

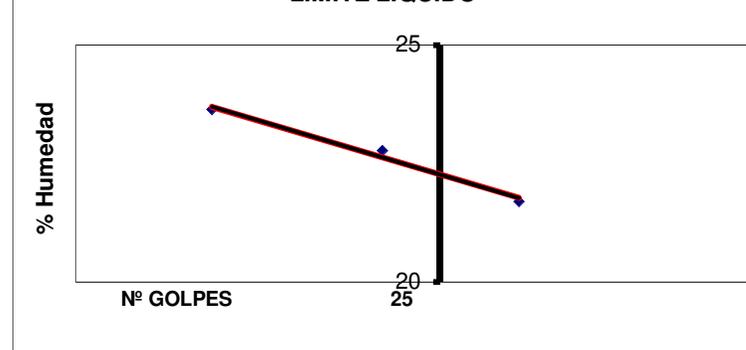
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	28	23	18	
Pesaf. Nº	57	25	29	
P.S.H.+Pesaf	29.05	25.25	29.30	
P.S.S.+Pesaf	26.47	23.41	26.52	
Tara	14.58	15.33	14.76	
% de HUMEDAD	21.7	22.8	23.6	
LÍMITE LÍQUIDO	22			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

6

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

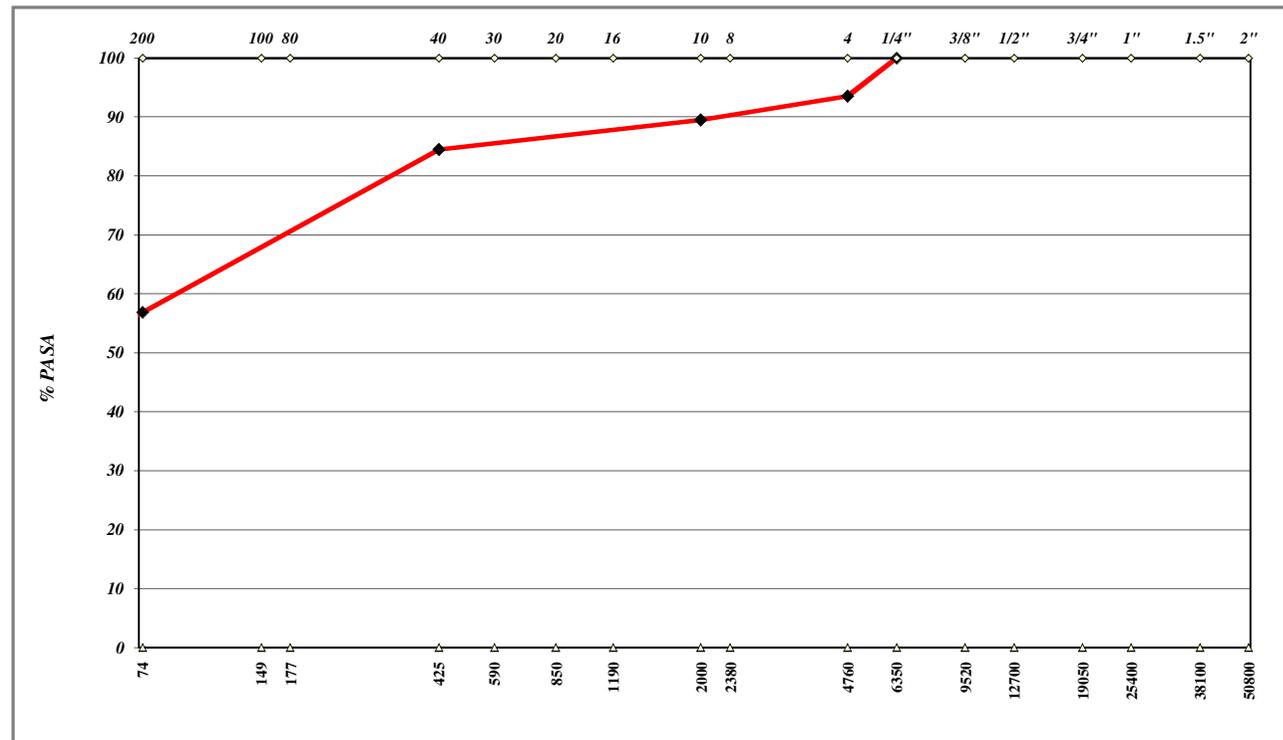
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	332.8	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	22	MATERIAL:	IM1 (1.0 - 1.5m) - Arcilla limosa marron oscura	
	IP =	6			
CLASIFICACIÓN (AASHTO):			A-4	Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):			CL-ML	Descripción:	Arcilla limosa arenosa
FECHA ENSAYO :			19/7/2018	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	21.5	94
N8	2380		
N10	2000	13.6	89
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	16.6	84
N80	177		
N100	149		
N200	74	91.7	57
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		189.4	
TOTAL		332.8	

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



OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MUESTRA:

IM1 (3.0 - 3.5m) - Arcilla limosa marron

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	65	66	
P.S.H.+Pesaf	23.15	24.23	
P.S.S.+Pesaf	21.52	22.82	
Tara	14.57	16.77	
% de HUMEDAD	23.5	23.3	
HUMEDAD PROMEDIO	23.4		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	23		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	5		
P.S.H.+Pesaf	1825.40		
P.S.S.+Pesaf	1723.90		
Tara	1090.70		
% de HUMEDAD	16.0		
HUMEDAD PROMEDIO	16.0		
% Humedad Natural	16		

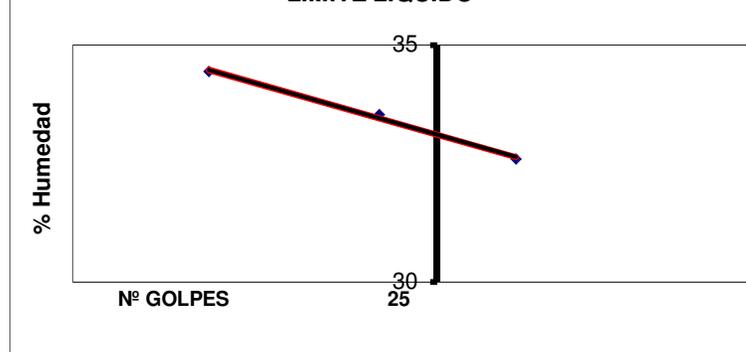
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	28	23	18	
Pesaf. Nº	62	63	64	
P.S.H.+Pesaf	24.30	25.55	28.61	
P.S.S.+Pesaf	21.95	22.85	24.88	
Tara	14.74	14.80	14.05	
% de HUMEDAD	32.6	33.5	34.4	
LÍMITE LÍQUIDO	33			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

10

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

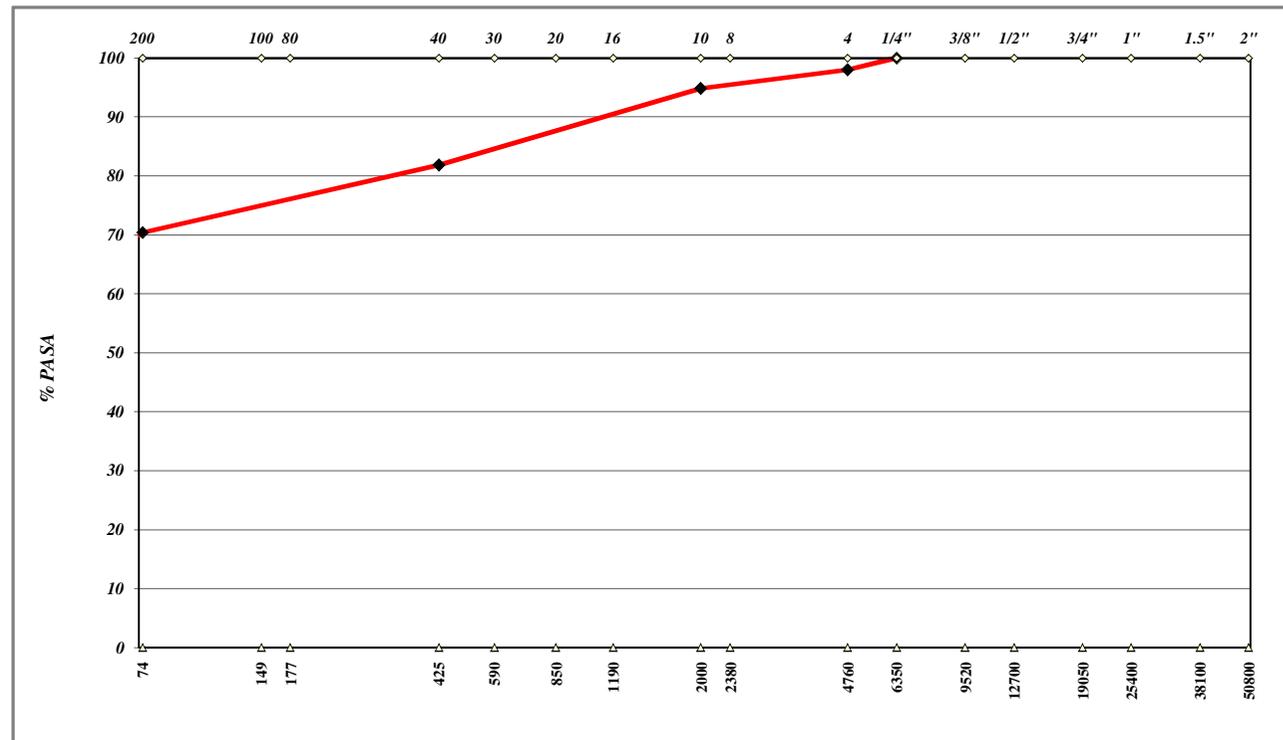
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	311.5	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	33	MUESTRA:	IM1 (3.0 - 3.5m) - Arcilla limosa marron
	IP =	10		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4		Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	CL		Descripción:	Arcilla media plasticidad arenosa
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	6.3	98
N8	2380		
N10	2000	9.6	95
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	40.5	82
N80	177		
N100	149		
N200	74	35.7	70
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		219.4	
TOTAL		311.5	

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



Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MUESTRA:

IM2 (1.0-1.5m) - Suelo limo arcilloso marron oscuro

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Olveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	55	56	
P.S.H.+Pesaf	23.40	22.65	
P.S.S.+Pesaf	22.38	21.47	
Tara	17.09	15.42	
% de HUMEDAD	19.3	19.5	
HUMEDAD PROMEDIO	19.4		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	19		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	3		
P.S.H.+Pesaf	2031.10		
P.S.S.+Pesaf	1932.60		
Tara	1102.40		
% de HUMEDAD	11.9		
HUMEDAD PROMEDIO	11.9		
% Humedad Natural	12		

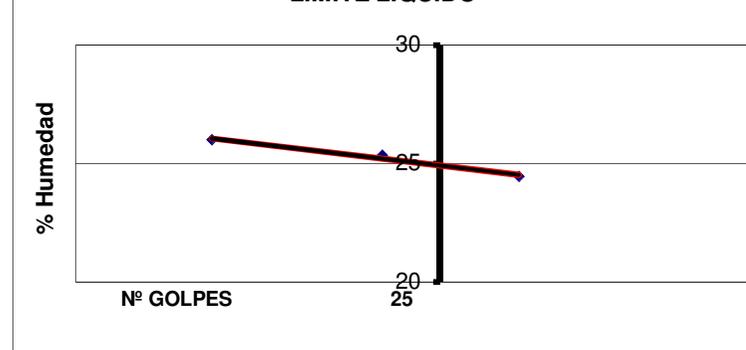
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	28	23	18	
Pesaf. Nº	52	53	54	
P.S.H.+Pesaf	27.06	26.24	30.26	
P.S.S.+Pesaf	24.72	23.69	27.39	
Tara	15.15	13.63	16.35	
% de HUMEDAD	24.5	25.3	26.0	
LÍMITE LÍQUIDO	25			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

6

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

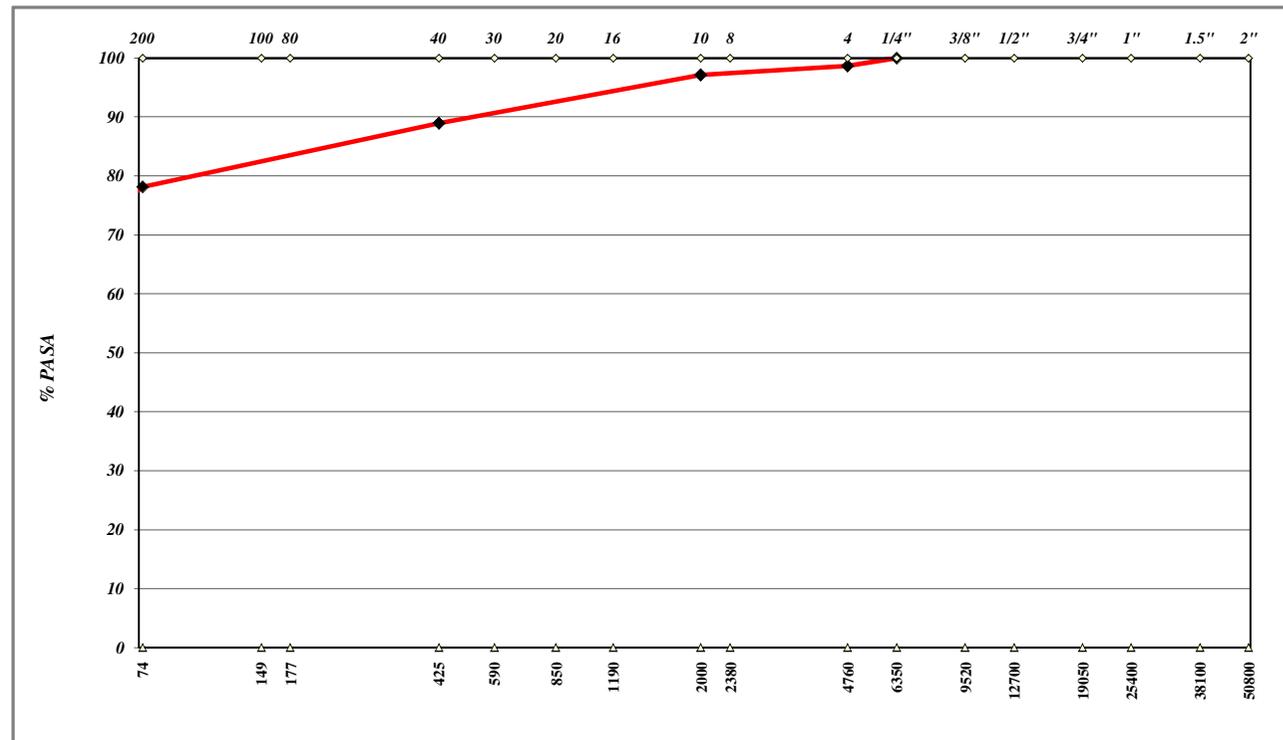
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	340.9	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	25	MUESTRA:	IM2 (1.0-1.5m) - Suelo limo arcilloso marron oscuro	
	IP =	6			
CLASIFICACIÓN (AASHTO):			A-4	Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):			CL-ML	Descripción:	Arcilla limosa con arena
FECHA ENSAYO :			19/7/2018	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	4.6	99
N8	2380		
N10	2000	5.3	97
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	27.7	89
N80	177		
N100	149		
N200	74	36.8	78
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		266.5	
TOTAL		340.9	

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



Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MATERIAL:

IM2 (2.0-2.5m) - Arcilla limosa marrón claro

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	75	76	
P.S.H.+Pesaf	26.10	27.85	
P.S.S.+Pesaf	24.16	25.39	
Tara	16.37	15.56	
% de HUMEDAD	24.9	25.0	
HUMEDAD PROMEDIO	25.0		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	25		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	7		
P.S.H.+Pesaf	2431.50		
P.S.S.+Pesaf	2269.80		
Tara	1102.50		
% de HUMEDAD	13.9		
HUMEDAD PROMEDIO	13.9		
% Humedad Natural	14		

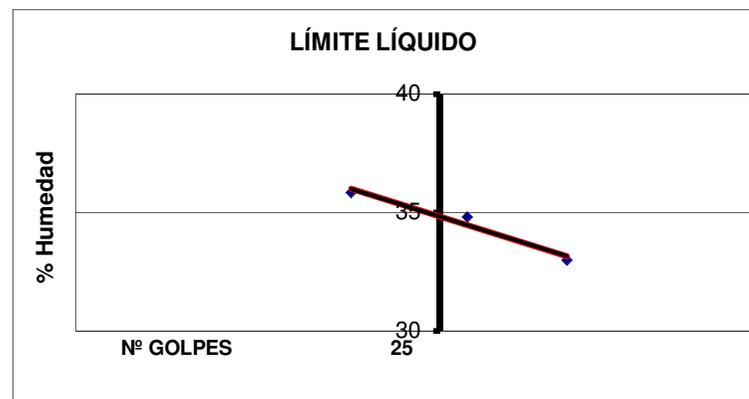
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	30	26	22	
Pesaf. Nº	72	73	74	
P.S.H.+Pesaf	29.68	23.68	25.46	
P.S.S.+Pesaf	26.00	21.48	22.70	
Tara	14.84	15.16	15.00	
% de HUMEDAD	33.0	34.8	35.8	
LÍMITE LÍQUIDO	35			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

10

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

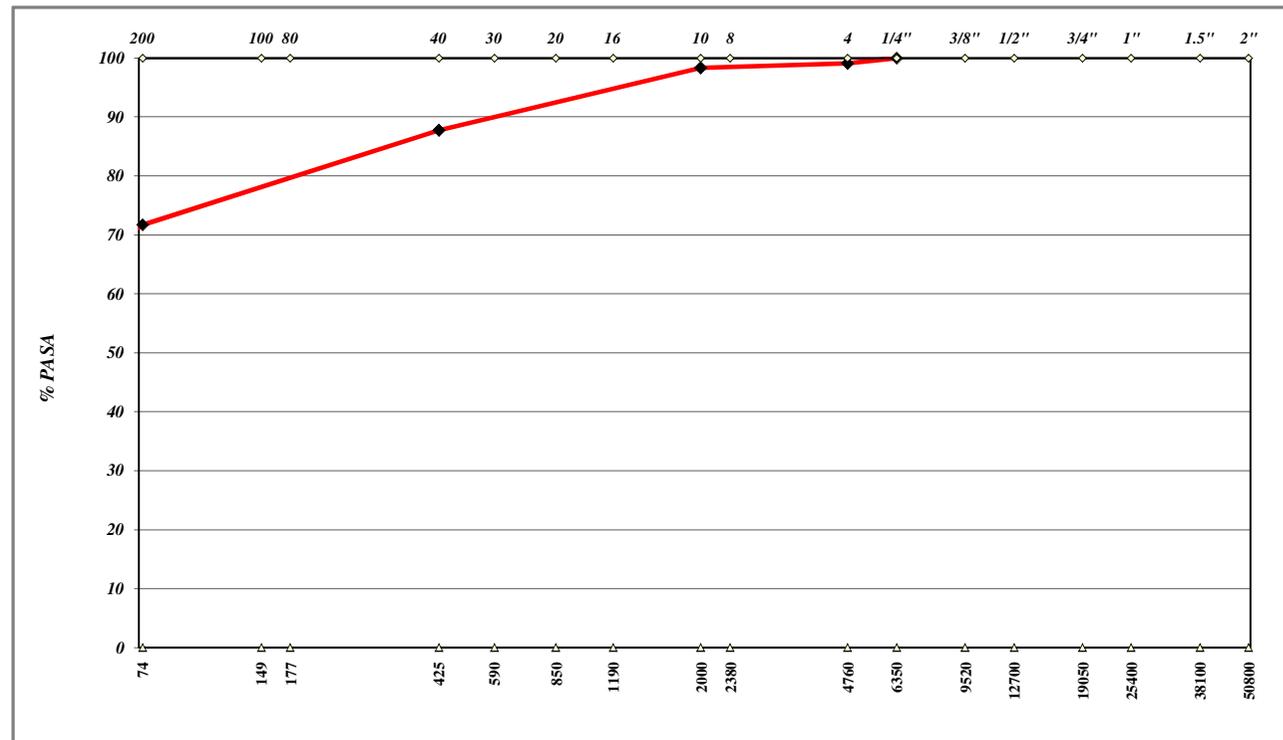
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	364.4	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	35	MATERIAL:	IM2 (2.0-2.5m) - Arcilla limosa marrón claro
	IP =	10		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4		Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	ML		Descripción:	limo baja plasticidad con arena
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	3.4	99
N8	2380		
N10	2000	2.7	98
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	38.5	88
N80	177		
N100	149		
N200	74	58.5	72
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		261.3	
TOTAL			
		364.4	

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



OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MATERIAL:

IM3 (1.0-1.5m) - Suelo limo arcilloso marron

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Olveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	25	81	
P.S.H.+Pesaf	24.98	24.88	
P.S.S.+Pesaf	23.14	23.21	
Tara	13.71	14.57	
% de HUMEDAD	19.5	19.3	
HUMEDAD PROMEDIO	19.4		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	19		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	8		
P.S.H.+Pesaf	1782.50		
P.S.S.+Pesaf	1710.50		
Tara	1091.70		
% de HUMEDAD	11.6		
HUMEDAD PROMEDIO	11.6		
% Humedad Natural	12		

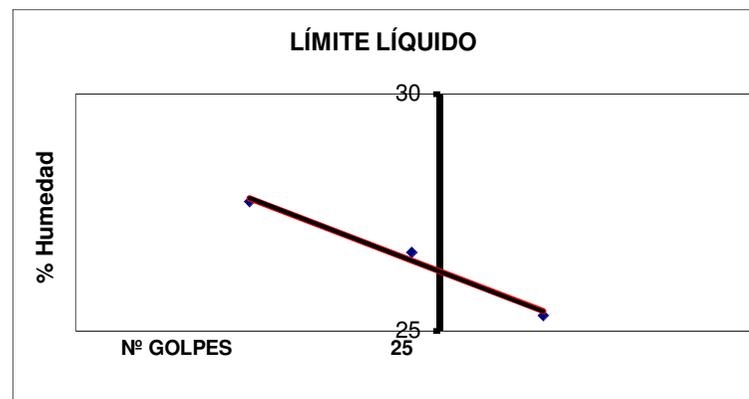
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	29	24	19	
Pesaf. Nº	77	78	79	
P.S.H.+Pesaf	24.58	29.46	27.25	
P.S.S.+Pesaf	22.61	26.45	24.63	
Tara	14.83	15.16	15.18	
% de HUMEDAD	25.3	26.7	27.7	
LÍMITE LÍQUIDO	26			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

7

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

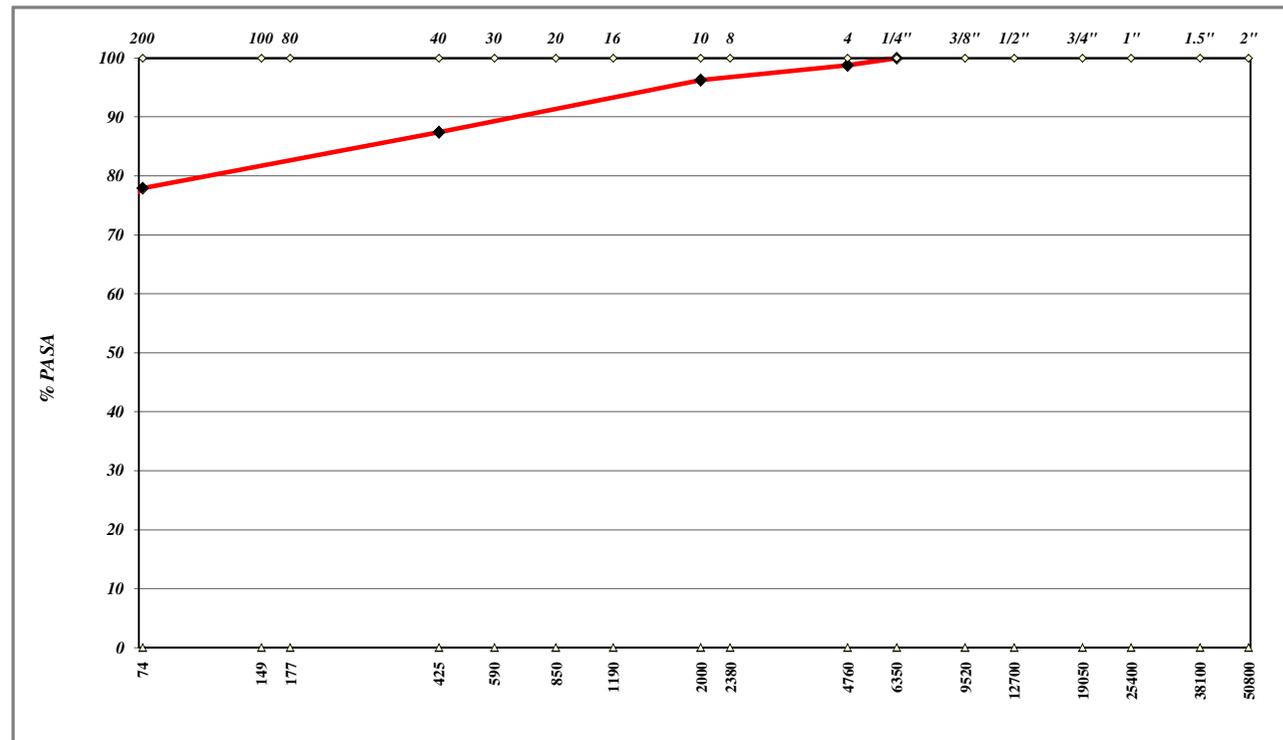
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	312.2	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	26	MATERIAL:	IM3 (1.0-1.5m) - Suelo limo arcilloso marron
	IP =	7		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4		Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	CL-ML		Descripción:	Arcilla limosa con arena
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	3.9	99
N8	2380		
N10	2000	7.7	96
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	27.8	87
N80	177		
N100	149		
N200	74	29.6	78
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		243.2	
TOTAL		312.2	

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



OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MATERIAL:

IM3 (2.0-2.5m) - Arcilla marron

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	85	86	
P.S.H.+Pesaf	28.67	26.97	
P.S.S.+Pesaf	26.63	25.14	
Tara	18.22	17.60	
% de HUMEDAD	24.3	24.3	
HUMEDAD PROMEDIO	24.3		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	24		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	11		
P.S.H.+Pesaf	1628.60		
P.S.S.+Pesaf	1556.00		
Tara	1105.30		
% de HUMEDAD	16.1		
HUMEDAD PROMEDIO	16.1		
% Humedad Natural	16		

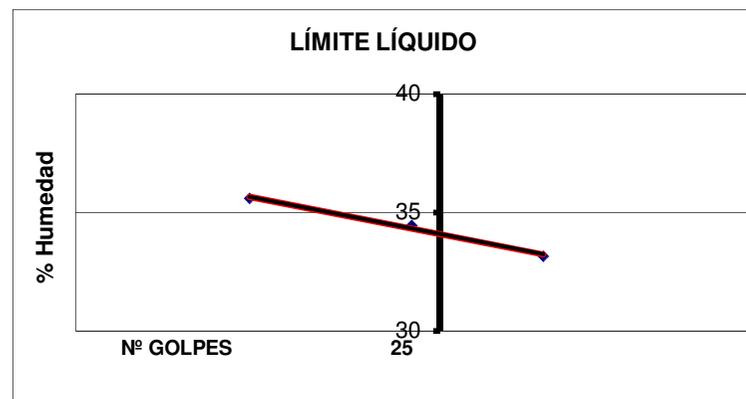
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	29	24	19	
Pesaf. Nº	82	83	84	
P.S.H.+Pesaf	27.44	22.28	26.59	
P.S.S.+Pesaf	24.33	20.46	23.56	
Tara	14.95	15.18	15.05	
% de HUMEDAD	33.2	34.5	35.6	
LÍMITE LÍQUIDO	34			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

10

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

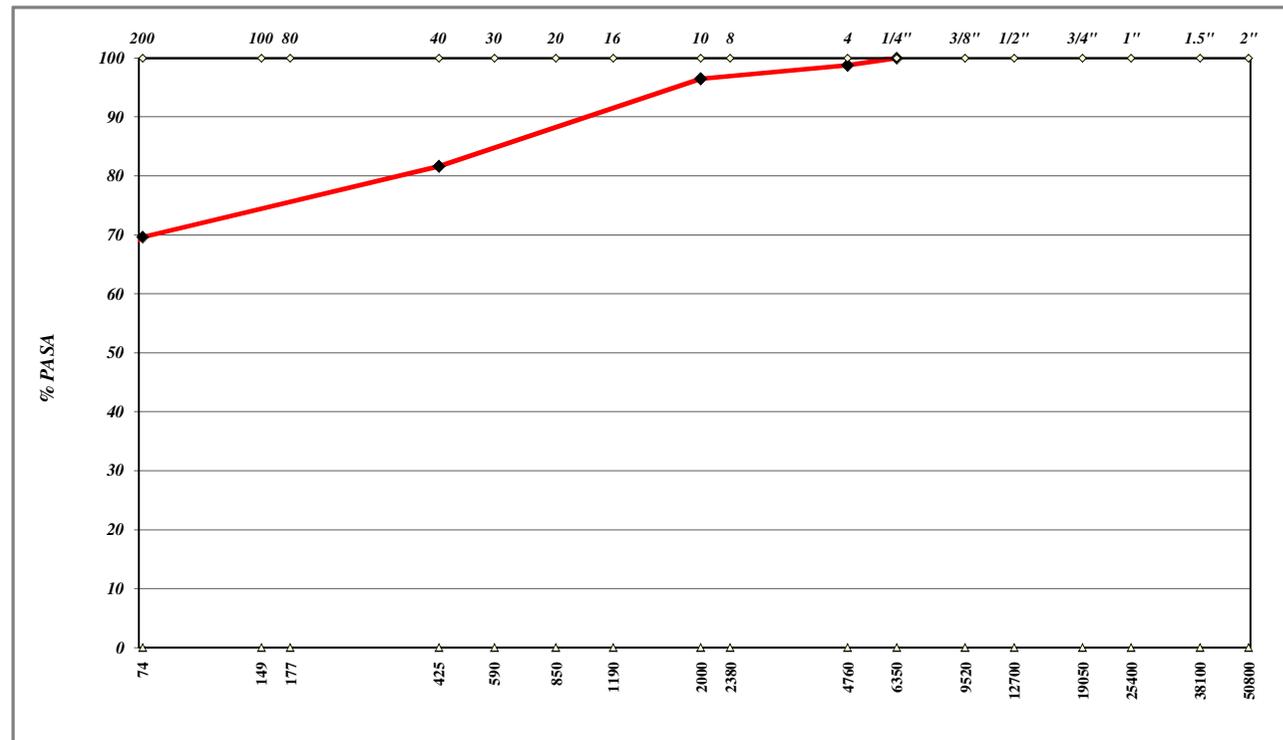
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	215.4	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	34	MATERIAL:	IM3 (2.0-2.5m) - Arcilla marron
	IP =	10		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4		Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	ML		Descripción:	Limo baja plasticidad arenoso
FECHA ENSAYO :	19/7/2018	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	2.6	99
N8	2380		
N10	2000	4.9	97
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	32.1	82
N80	177		
N100	149		
N200	74	25.9	70
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		149.9	
TOTAL			
		215.4	

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



Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MATERIAL:

IM4 (2.0-2.5m) - Arcilla limosa marron

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	70	71	
P.S.H.+Pesaf	23.96	21.89	
P.S.S.+Pesaf	22.61	20.54	
Tara	16.88	14.83	
% de HUMEDAD	23.6	23.6	
HUMEDAD PROMEDIO	23.6		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	24		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	6		
P.S.H.+Pesaf	1952.50		
P.S.S.+Pesaf	1853.50		
Tara	1098.70		
% de HUMEDAD	13.1		
HUMEDAD PROMEDIO	13.1		
% Humedad Natural	13		

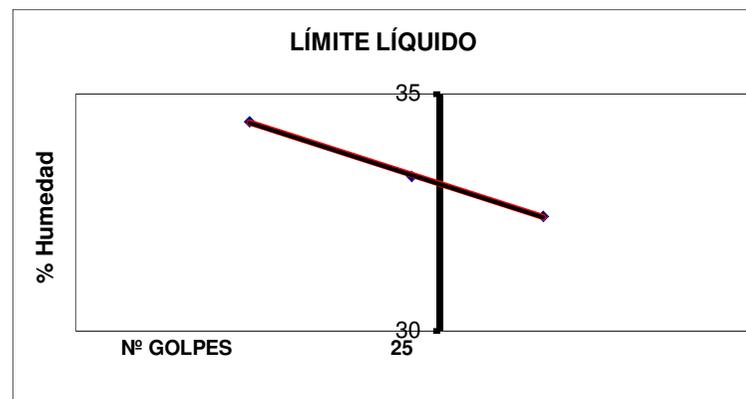
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	29	24	19	
Pesaf. Nº	67	68	69	
P.S.H.+Pesaf	26.05	29.81	31.06	
P.S.S.+Pesaf	23.32	26.78	27.35	
Tara	14.90	17.67	16.57	
% de HUMEDAD	32.4	33.3	34.4	
LÍMITE LÍQUIDO	33			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

9

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

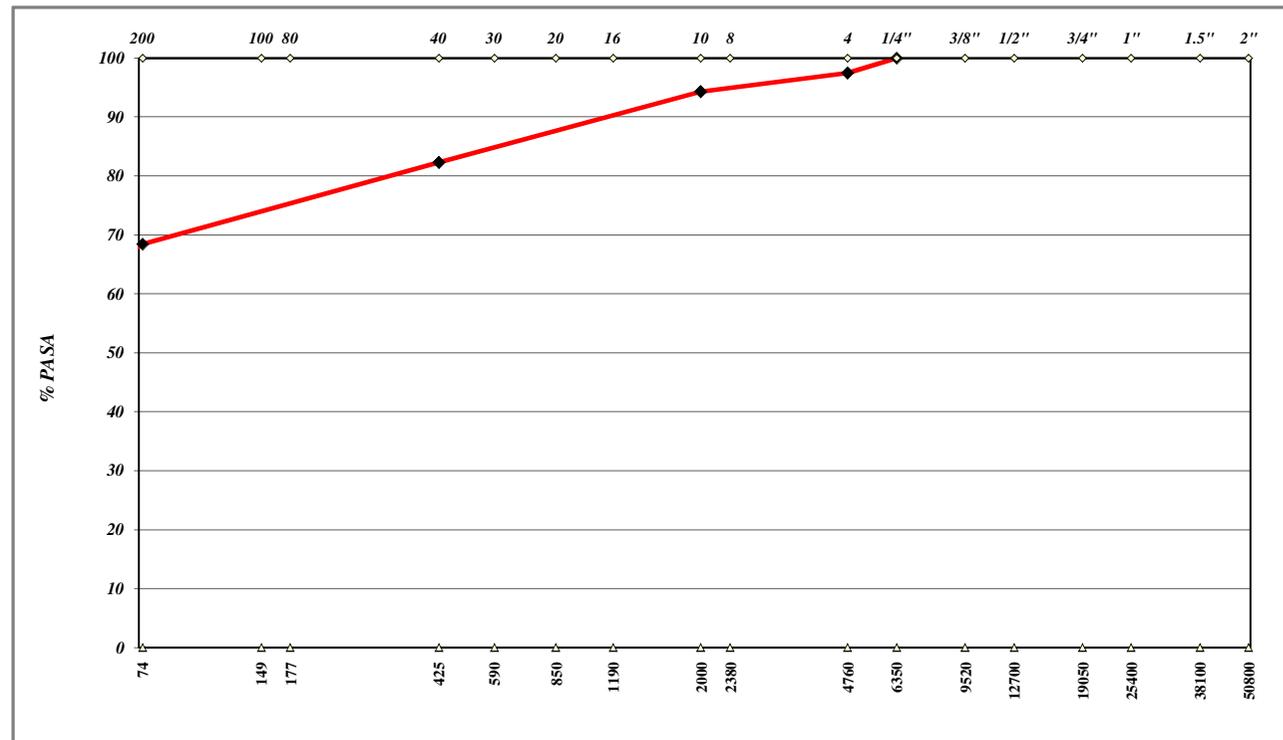
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	335.4	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	33	MATERIAL:	IM4 (2.0-2.5m) - Arcilla limosa marron
	IP =	9		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4		Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	ML		Descripción:	Limo baja plasticidad arenoso
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	8.4	97
N8	2380		
N10	2000	10.6	94
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	40.4	82
N80	177		
N100	149		
N200	74	46.6	68
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		229.4	
TOTAL			
		335.4	

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



Determinación de Límites de Consistencia - ASTM D 4318

OBRA:	Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera
--------------	---

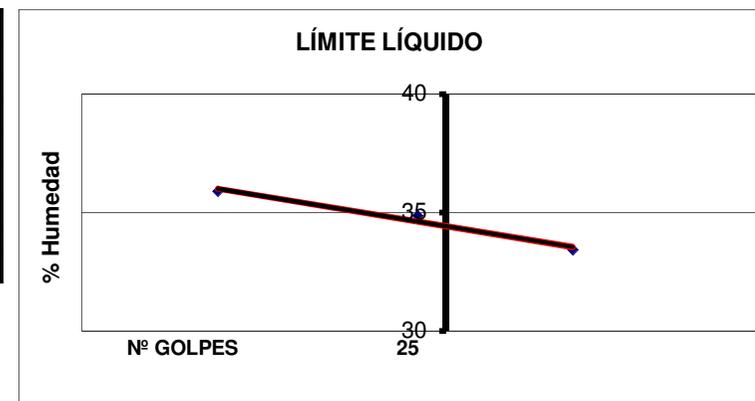
MATERIAL:	IM4 (3.0-3.5m) - Suelo granular alterado anfibolita
FECHA ENSAYO :	19/7/2018
OPERADOR :	C. Olveira

LÍMITE PLÁSTICO			
Pesaf. Nº	90	91	
P.S.H.+Pesaf	22.63	21.56	
P.S.S.+Pesaf	21.47	20.48	
Tara	16.73	16.26	
% de HUMEDAD	24.5	25.6	
HUMEDAD PROMEDIO	25.0		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	25		

HUMEDAD NATURAL			
Pesaf. Nº	103		
P.S.H.+Pesaf	1007.20		
P.S.S.+Pesaf	979.80		
Tara	695.30		
% de HUMEDAD	9.6		
HUMEDAD PROMEDIO	9.6		
% Humedad Natural	10		

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº de GOLPES	30	24	18	
Pesaf. Nº	87	88	89	
P.S.H.+Pesaf	28.09	28.71	29.83	
P.S.S.+Pesaf	25.29	26.13	26.43	
Tara	16.91	18.73	16.96	
% de HUMEDAD	33.4	34.9	35.9	
LÍMITE LÍQUIDO	34			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD	9
------------------------------	----------



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

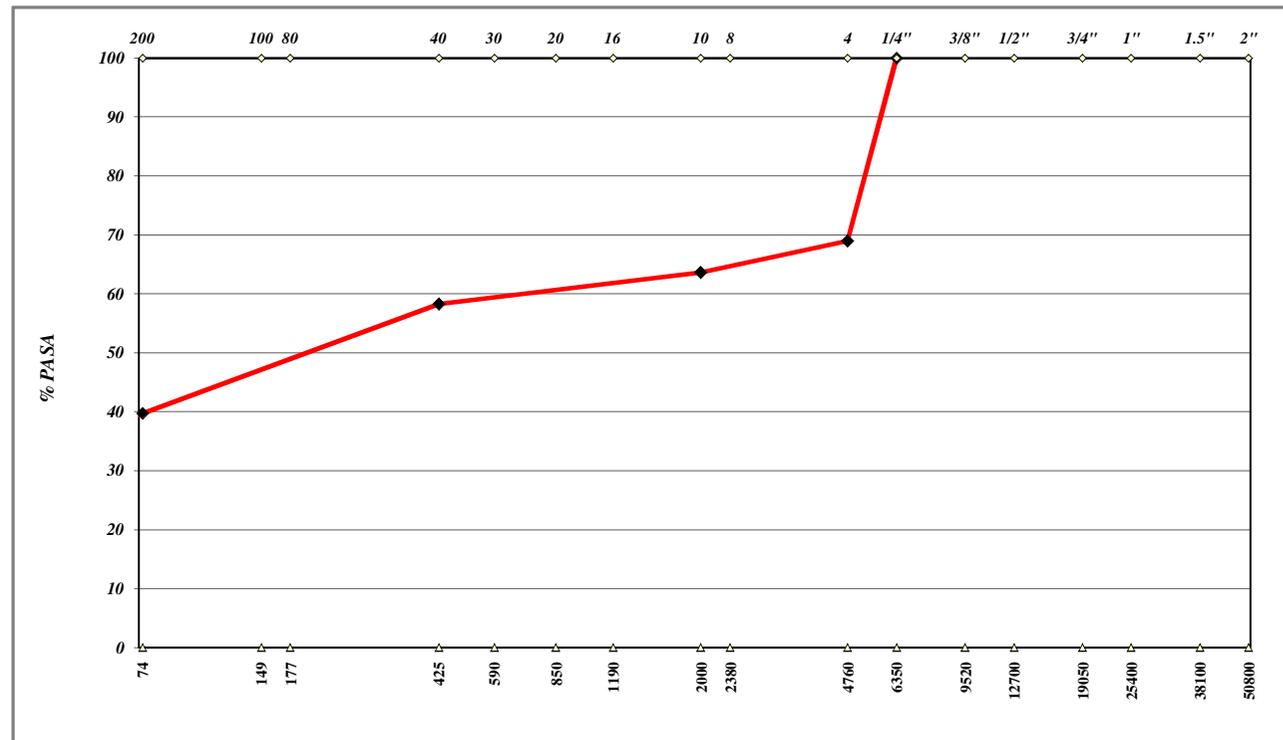
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	262	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	34	MATERIAL:	IM4 (3.0-3.5m) - Suelo granular alterado anfibolita
	IP =	9		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-4		Descripción:	Suelo limoso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	GM		Descripción:	Grava limosa con arena
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	81.2	69
N8	2380		
N10	2000	14.0	64
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	14.2	58
N80	177		
N100	149		
N200	74	48.4	40
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		104.2	
TOTAL		262	

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



OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MATERIAL:

IM5 (1.2-1.6m) - Arcilla marron oscura

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Oliveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	45	46	
P.S.H.+Pesaf	31.90	21.61	
P.S.S.+Pesaf	29.64	20.01	
Tara	20.14	13.29	
% de HUMEDAD	23.8	23.8	
HUMEDAD PROMEDIO	23.8		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	24		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	1		
P.S.H.+Pesaf	1979.40		
P.S.S.+Pesaf	1849.40		
Tara	1078.20		
% de HUMEDAD	16.9		
HUMEDAD PROMEDIO	16.9		
% Humedad Natural	17		

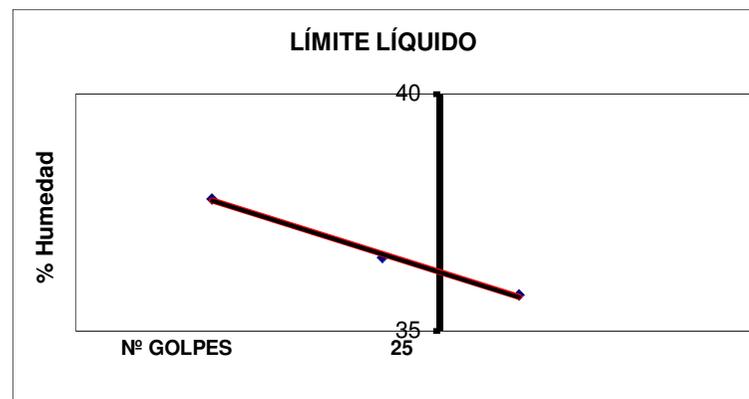
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	28	23	18	
Pesaf. Nº	42	43	44	
P.S.H.+Pesaf	44.93	32.21	30.51	
P.S.S.+Pesaf	41.34	29.03	27.54	
Tara	31.30	20.33	19.68	
% de HUMEDAD	35.8	36.6	37.8	
LÍMITE LÍQUIDO	36			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

12

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

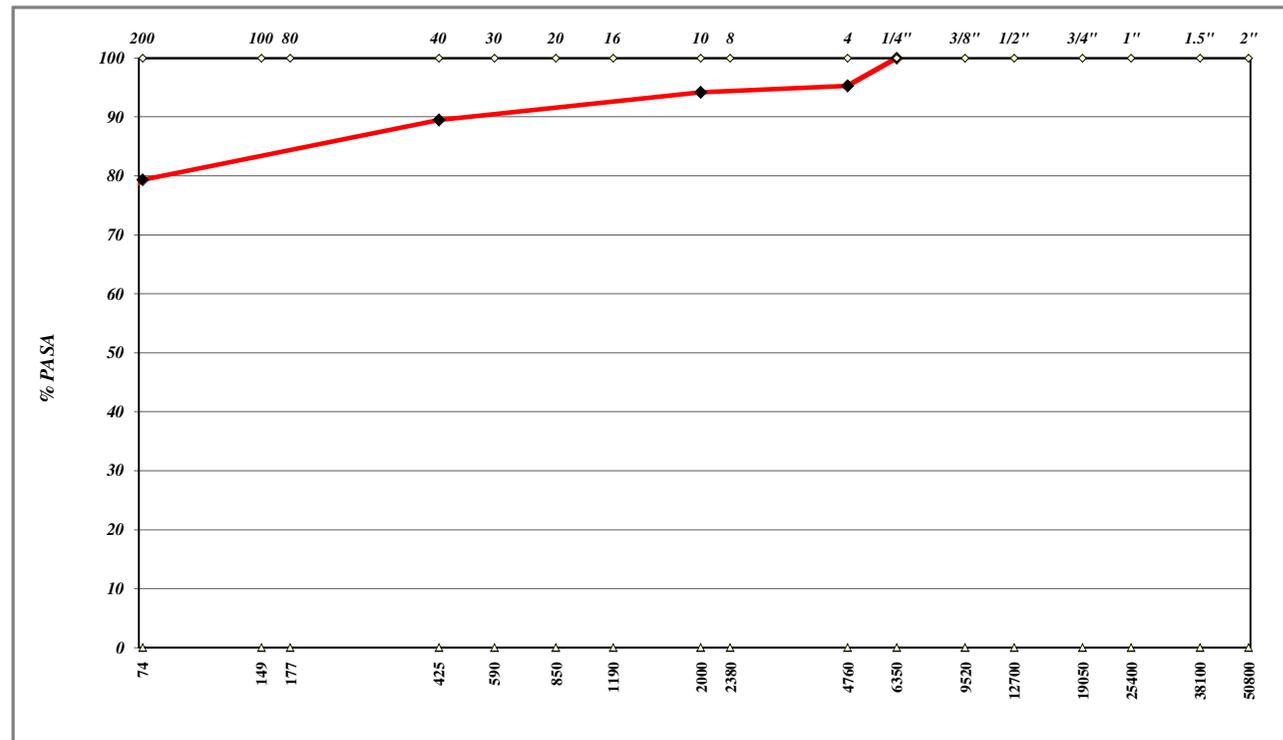
OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	320.4	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	36	MATERIAL:	IM5 (1.2-1.6m) - Arcilla marron oscura
	IP =	12		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-6		Descripción:	Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	CL		Descripción:	Arcilla media plasticidad con arena
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	15.0	95
N8	2380		
N10	2000	3.7	94
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	15.1	89
N80	177		
N100	149		
N200	74	32.3	79
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		254.3	
TOTAL		320.4	

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



OBRA:

Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

MATERIAL:

IM5 (2.0-2.5m) - Arcilla limosa marron

FECHA ENSAYO :

19/7/2018

OPERADOR :

C. Olveira

LÍMITE PLÁSTICO

Pesaf. Nº	50	51	
P.S.H.+Pesaf	24.08	22.93	
P.S.S.+Pesaf	21.79	21.16	
Tara	13.27	14.61	
% de HUMEDAD	26.9	27.0	
HUMEDAD PROMEDIO	27.0		
LÍMITE DE PLASTICIDAD	27		

HUMEDAD NATURAL

Pesaf. Nº	2		
P.S.H.+Pesaf	2562.90		
P.S.S.+Pesaf	2344.10		
Tara	1086.70		
% de HUMEDAD	17.4		
HUMEDAD PROMEDIO	17.4		
% Humedad Natural	17		

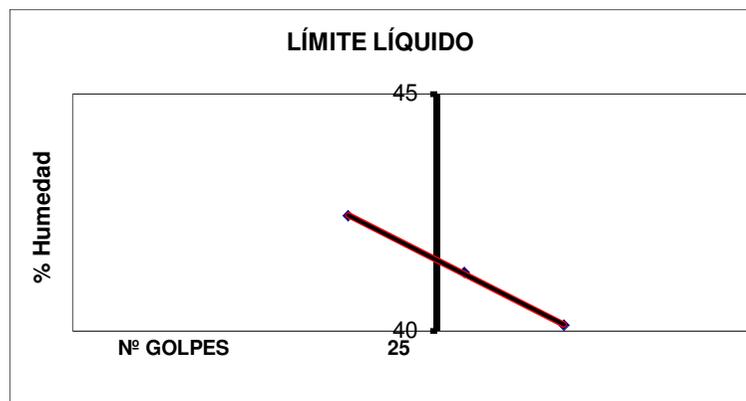
LÍMITE LÍQUIDO

Nº de GOLPES	30	26	22	
Pesaf. Nº	47	48	49	
P.S.H.+Pesaf	29.55	42.03	27.36	
P.S.S.+Pesaf	24.76	39.09	22.82	
Tara	12.82	31.96	12.12	
% de HUMEDAD	40.1	41.2	42.4	
LÍMITE LÍQUIDO	41			NO interviene en Gráfico

ÍNDICE de PLASTICIDAD

14

LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYO DE TAMIZADO - ASTM D 422

OBRA: Intendencia de Montevideo - Tanque Amortiguación - Luis A. de Herrera

GRANULOMETRÍA			
VÍA SECA	peso (gr.)		
VÍA HÚMEDA	peso (gr.)	354.9	

LÍMITES DE ATTERBERG	LL =	41	MATERIAL:	IM5 (2.0-2.5m) - Arcilla limosa marron
	IP =	14		
CLASIFICACIÓN (AASHTO):	A-7-6		Descripción:	Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN (SUCS):	ML		Descripción:	Limo baja plasticidad con arena
FECHA ENSAYO :	19/7/2018		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	45.3	87
N8	2380		
N10	2000	11.3	84
N16	1190		
N20	850		
N30	590		
N40	425	16.0	80
N80	177		
N100	149		
N200	74	29.7	71
pasa(vía seca)..			
pasa (vía Húmeda)		252.6	
TOTAL		354.9	

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

