

ESTUDIO DE SUELOS

CA.003.SF – MVOT TOLEDO



15 de marzo de 2024

Revisión 0



+598 99 865 073
+598 99 653 649



info@dypingenieria.com.uy
www.dypingenieria.com.uy



Los Naranjos 1594
Montevideo - Uruguay

Rev.	Modificación	Establecido	Verificado	Aprobado
0	Informe Final	Ing. Pineda 15/03/2024	Lic. Draper 15/03/2024	JP-JD 15/03/2024

ESTUDIO DE SUELOS – CA.003.SF – MVOT TOLEDO

				Contratante:	 Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
				Adjudicación:	23 de febrero de 2024
				Contacto:	Arq. Florencia Arrúa
				e-mail:	farrua@mvot.gub.uy
				Nombre del Archivo:	20240009- GEOT. MVOT CA.003.SF Toledo.R0
Lugar:	Montevideo	Revisión:	0		

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	4
2	OBJETIVO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	4
2.1	ENSAYOS DE CAMPO	4
2.2	ENSAYOS DE LABORATORIO	4
2.3	INFORME GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	4
3	LOCALIZACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL PREDIO EN ESTUDIO	5
4	GEOLOGÍA LOCAL.....	5
4.1	FORMACIÓN LIBERTAD (PLEISTOCENO)	5
4.2	FORMACIÓN MONTEVIDEO (PALEOPROTEROZOICO)	6
5	RELIEVE	7
6	ENSAYOS REALIZADOS.....	8
6.1	ENSAYOS DE CAMPO	8
6.1.1	SUELO ORGÁNICO Y RELLENO DE ORIGEN ANTRÓPICO.....	9
6.1.2	ARCILLA MARRÓN (FM. LIBERTAD).....	9
6.2	NAPA FREÁTICA.....	9
6.3	ROCA.....	10
6.4	ENSAYOS DE LABORATORIO	10
6.4.1	EXPANSIVIDAD Y PRESIÓN DE HINCHAMIENTO.....	11
6.5	RESUMEN GENERAL DE LOS ENSAYOS SPT	12
7	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	13
7.1	RESISTENCIA AL CORTE Y OTROS PARÁMETROS.....	14
7.2	TENSIONES ADMISIBLES Y COEFICIENTE DE BALASTO.....	14
i)	SUELO ORGÁNICO Y RELLENO ANTRÓPICO	14
ii)	ARCILLA MARRÓN (FM. LIBERTAD).....	14

iii)	BASAMENTO DESCOMPUESTO.....	14
7.3	BALASTO VERTICAL Y HORIZONTAL.....	15
7.4	EXCAVABILIDAD.....	15
7.5	DESMORONAMIENTOS.....	15
7.6	EMPUJE DE SUELOS PARA EXCAVACIONES DE HASTA 3M.....	16
8	RECOMENDACIÓN PARA LAS FUNDACIONES.....	16
8.1	FUNDACIÓN MEDIANTE PLATEA.....	16
8.2	FUNDACIÓN MEDIANTE BASES AISLADAS.....	17
8.3	FUNDACIÓN MEDIANTE PILOTES.....	18
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1.	Ubicación del sector en estudio.....	5
Ilustración 2.	Geología del área de estudio.....	6
Ilustración 3.	Relieve del área de estudio.....	7
Ilustración 4.	Ubicación de los cateos realizados.....	8
Ilustración 5.	Carta de Plasticidad.....	11
Ilustración 6.	Presión de Hinchamiento Probable.....	12
Ilustración 7.	Resumen Ensayo SPT.....	13
Ilustración 8.	Balasto vertical y horizontal.....	15
Ilustración 9.	Tensión admisible.....	18

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe surge a solicitud del MVOT para la construcción de núcleos habitacionales en el departamento de Canelones, localidad de Toledo, Padrones 6367, 6368 y 6369. El proyecto consta de la ejecución de 6 cateos.

2 OBJETIVO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Elaboración del Estudio Geotécnico que incluye la recopilación de información de campo, laboratorio y el análisis de estos, los cálculos planteados en las especificaciones técnicas y las recomendaciones.

El alcance de los trabajos sigue los lineamientos indicados en las especificaciones técnicas, los cuales se resumen a continuación:

2.1 ENSAYOS DE CAMPO

Ejecución de 6 perforaciones de hasta 4 metros de profundidad o hasta el rechazo para proyecto de infraestructura. En cada una de las perforaciones se ejecuta el ensayo SPT a 0.5m, 1m, 2m, 3m y 4m con su respectiva extracción de muestras, identificación, descripción visual y su registro fotográfico. Determinación de la posición del nivel freático e identificación de la potencia del suelo orgánico y los diferentes estratos.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Clasificación de las muestras más representativas, (Humedad, Límites, Granulometría, Clasificación SUCS y AASHTO).

2.3 INFORME GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Elaboración del presente informe Geológico y Geotécnico, completo con la recopilación de la información de campo y laboratorio y el análisis de estos, incluyendo los cálculos planteados en las especificaciones técnicas y las recomendaciones pertinentes que se concluyan de los análisis mencionados.

3 LOCALIZACIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL PREDIO EN ESTUDIO

El sector en estudio se encuentra en el departamento de Canelones, localidad de Toledo, Padrones 6367, 6368 y 6369.

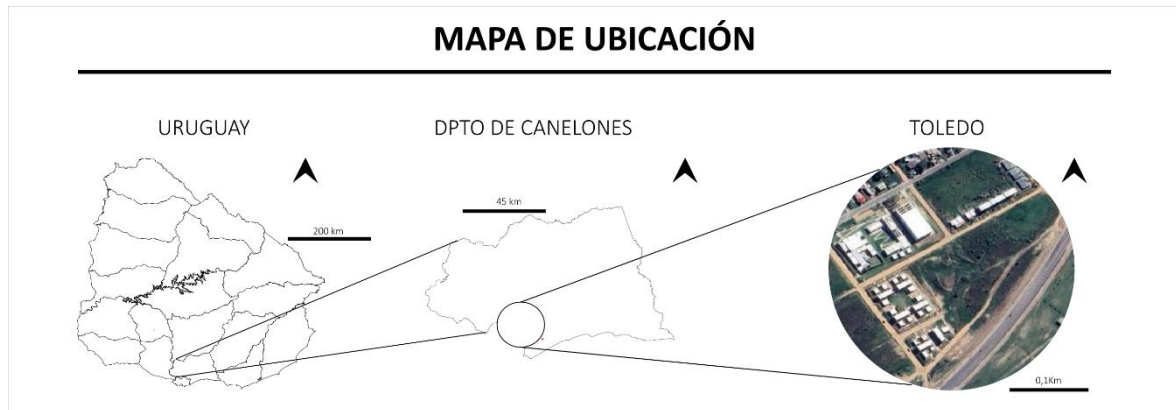


Ilustración 1. Ubicación del sector en estudio

4 GEOLOGÍA LOCAL

En el área de estudio se constató en los 6 cateos realizados presencia de sedimentos asignables a la Fm. Libertad y Ortoneisses asignables a Fm. Montevideo tal como se describe en la Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500000 de Preciozzi (1985). (ver Ilustración 2)

4.1 FORMACIÓN LIBERTAD (PLEISTOCENO)

Se describe como sedimentos arcillosos, limosos, arcillo limosos y limos arenosos, que localmente pueden contener fracciones más gruesas suspendidas en la matriz (arenas, gravillas, gravas). Se presentan con colores marrones grises o moteados con o sin carbonato de calcio. Son depósitos de origen continental de tipo semiárido y subhúmedo.

Geomorfológicamente dicha unidad se asocia a zonas de interfluvios regionales y locales, así como zonas de ladera media. En la zona de estudio Formación Libertad, ocupa por lo general las zonas de laderas medias e interfluvios, tapizando en discordancia y parcialmente las unidades geológicas más antiguas.

Dicha unidad genera relieves suavemente ondulados de lomadas planoconvexas, valles amplios planos y laderas planas con pendientes muy suaves a suaves del orden del 3%.

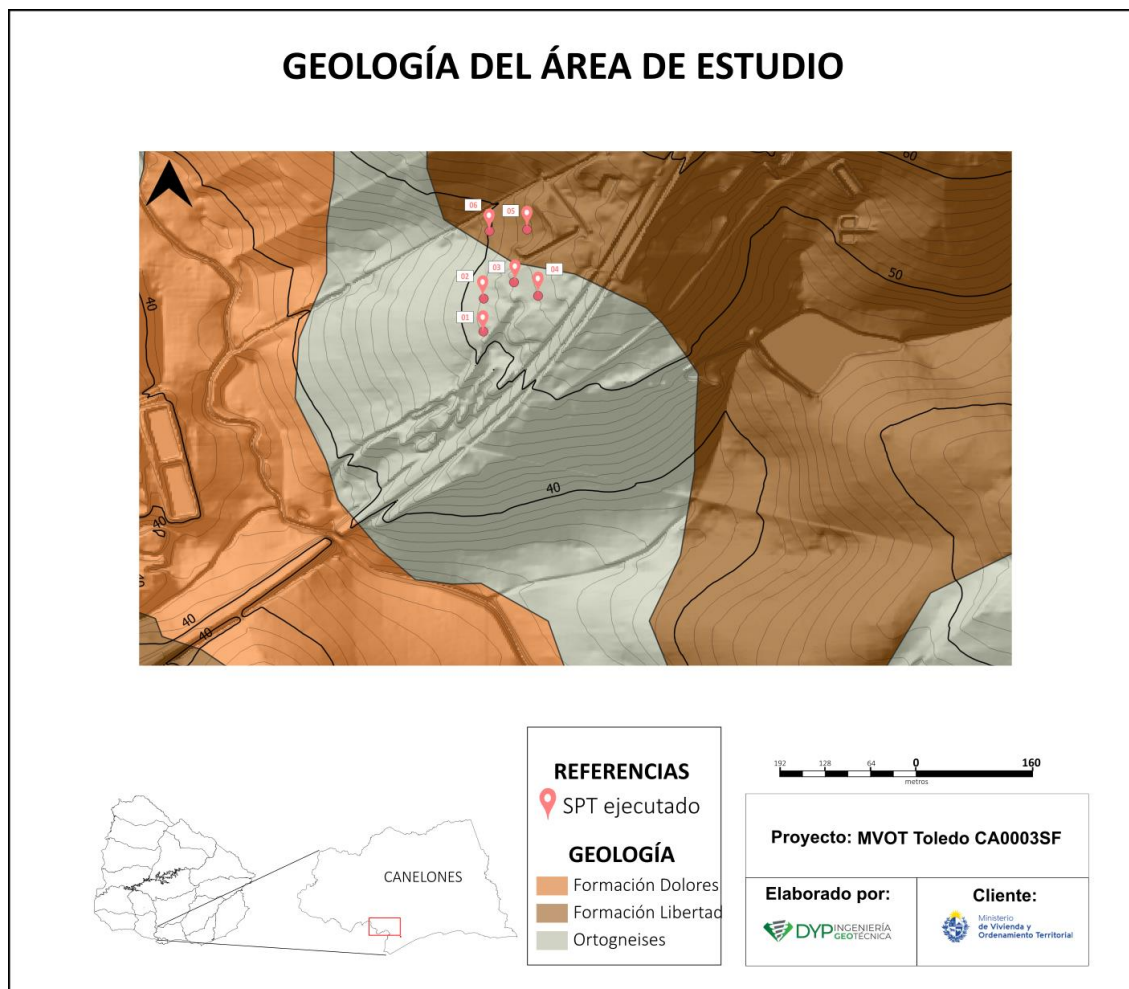


Ilustración 2. Geología del área de estudio

4.2 FORMACIÓN MONTEVIDEO (PALEOPROTEROZOICO)

Esta Formación fue definida por Bossi et al (1975) según Oyhançabal et al. (2003) dicha formación se extiende por los departamentos de Montevideo, San José y Canelones. La misma se compone de orto y paraanfibolitas, micaesquistos, paraneises y ortoneises que se desarrollan como una faja con dirección general E-W y vergencia hacia el N. Esta formación está intruida por los granitos de la Suite Granítica Mosquitos, Granitos deformados de Punta Espinillo y el Granito de La Paz.

Según Spoturno et al. (2004), en el área de estudio en dicha Formación se identificó la unidad correspondiente a los Ortoneises de Punta Carretas.

Los Ortoneises se manifiestan de forma importante en los alrededores del área de estudio, teniendo una continuidad en el Este-Noreste de Pando.

Litológicamente, corresponden a rocas de grano fino a medio de color gris, tenaces, la textura es granolepidoblástica. Se componen mineralógicamente por oligoclasa, cuarzo, biotita, epidoto. Son frecuentes en esta litología la presencia de xenolitos de paraneises, micaesquistos y anfibolitas de la Formación Montevideo.

En general las rocas de Formación Montevideo poseen una foliación de N230, 15NW y están afectadas por un fuerte fracturamiento NS y EW subverticales.

5 RELIEVE

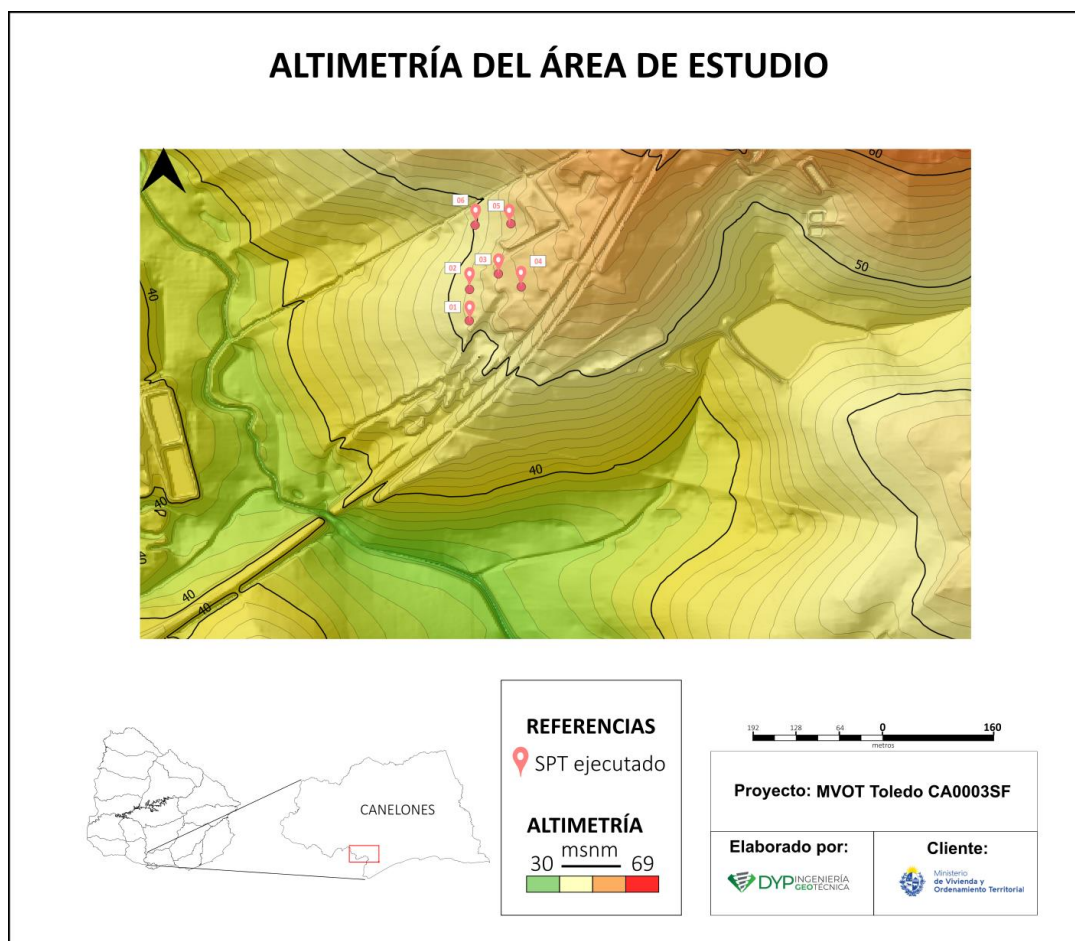


Ilustración 3. Relieve del área de estudio.

El relieve del área de estudio se ve representado por el mapa altimétrico realizado a partir de datos obtenidos del modelo digital de terreno de IDEUY. Cabe destacar que el terreno en estudio sufrió modificaciones del relieve para la ejecutar las viviendas aledañas. (ver la Ilustración 3)

6 ENSAYOS REALIZADOS

En este capítulo se resume los ensayos de campo y laboratorio realizados y el análisis de estos.

6.1 ENSAYOS DE CAMPO



Ilustración 4. Ubicación de los cateos realizados.

En total se ejecutaron 6 cateos en los cuales se realizó el Ensayo de Penetración Estándar o SPT por sus siglas en inglés, normalizado según ASTM D-1586, a una

profundidad variable en todos los cateos debido al rechazo. La descripción de este ensayo se encuentra en el ANEXO I, la identificación grafica de los estratos identificados en campo en el ANEXO II, y el registro de perforación de estos en el ANEXO III, en cuanto a la ubicación aproximada de estos, se presenta en la Ilustración 4.

6.1.1 SUELO ORGÁNICO Y RELLENO DE ORIGEN ANTRÓPICO

Suelo observado con una potencia variable, que alcanza en algunos casos 70cm (no se descartan potencias mayores), este estrato está compuesto mayoritariamente por arcillas de moderada plasticidad y alguna arena y fragmentos colgados en la matriz. En este perfil se ejecutó el ensayo SPT arrojando un N_{campo} oscilante entre 8 y 16 golpes. Dada su composición se entiende que este estrato está en continua descomposición por lo que se espera que con el paso del tiempo continúe disminuyendo sus características geomecánicas.

6.1.2 ARCILLA MARRÓN (FM. LIBERTAD)

Arcilla marrón muy plástica, con una potencia variable, alcanzando 3,0m en los cateos ejecutados. En este estrato se ejecutó el ensayo SPT teniendo un N_{campo} oscilante entre 12 y 29 golpes. Este estrato presenta moderada resistencia, sin embargo, dada su matriz arcillosa y su elevada plasticidad, se pueden generar afectaciones importantes a las estructuras proyectadas producto de movimientos diferenciales, asentamientos y demás. Este estrato es competente para uso geotécnico.

6.2 NAPA FREÁTICA

No se encontró agua, sin embargo, se aclara que los regímenes de agua subsuperficial son dinámicos por lo que dependiendo de la época y el régimen de lluvias puede encontrarse más superficial, inclusive a nivel de excavaciones para fundaciones.

6.3 ROCA

Se obtuvo rechazo en el ensayo SPT por el encuentro con el basamento descompuesto a una profundidad variable entre 1,7m y 3,1m.

6.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se ejecutaron ensayos de tipo clasificación completa (humedad, granulometría, límites y clasificación SUCS y Aashto) a todas las muestras de cada uno de los estratos identificados en campo, el resumen de los resultados obtenidos se presenta en la Tabla 1.

Cateo	Muestra	Prof. (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	Pasa 200 (%)	MO (%)
Relleno de Origen Antrópico y Suelo Orgánico									
03	1	0,5	45	21	24	CL	A - 7 - 6	88	-
06	1	0,5	40	23	17	CL	A - 6	54	-
Arcilla Marrón (Fm. Libertad)									
01	3	2,0	42	18	24	CL	A - 7 - 6	89	-
01	4	3,0	37	17	20	CL	A - 6	83	-
02	2	1,0	46	22	25	CL	A - 7 - 6	87	-
02	3	2,0	46	21	24	CL	A - 7 - 6	85	-
03	2	1,0	47	19	28	CL	A - 7 - 6	91	-
04	2	1,0	52	24	28	CH	A - 7 - 6	92	-
04	4	3,0	49	21	28	CL	A - 7 - 6	92	-
05	2	1,0	54	21	33	CH	A - 7 - 6	89	-
05	3	2,0	54	21	32	CH	A - 7 - 6	88	-
06	2	1,0	34	21	13	CL	A - 6	86	-

Tabla 1. Resumen de Laboratorio

De la Ilustración 5 se puede observar como la mayoría de los materiales finos o cohesivos se presentan como CL (Arcilla de baja plasticidad), con valores cercanos a la alta plasticidad, 3 de las muestras se presentaron como CH (Arcillas de alta plasticidad).

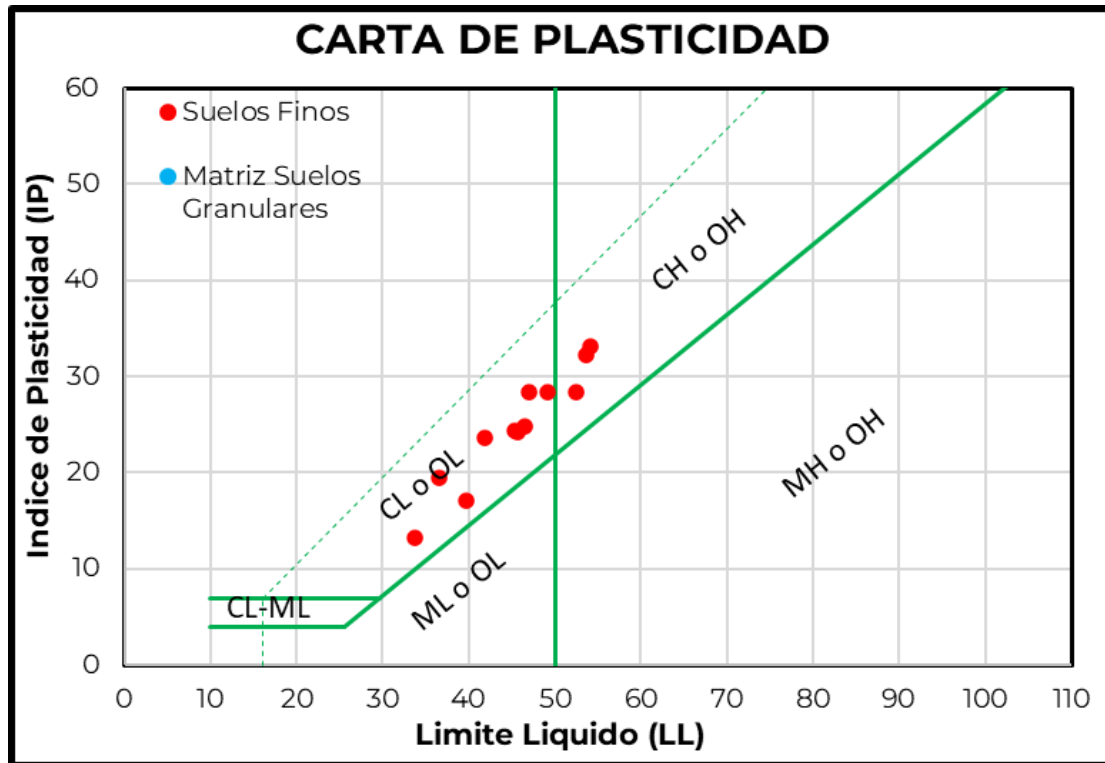


Ilustración 5. Carta de Plasticidad.

6.4.1 EXPANSIVIDAD Y PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

De acuerdo con los criterios de expansividad y presión de hinchamiento probable recopilados por R. Ortiz, 1975 y presentados en la Tabla 2, se tiene que:

CRITERIO DE EXPANSIVIDAD	I.P. (%)	W.L. (%)	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO PROBABLE (kg/cm ²)
BAJA	< 18	< 30	< 0.3
MEDIA	15 – 28	30 – 40	0.3 – 1.2
ALTA	25 – 40	40 – 60	1.2 – 3.0
MUY ALTA	> 35	> 60	> 3.0

Tabla 2. Expansividad y Presión de Hinchamiento Probable por R. Ortiz, 1975.

Se presenta una uniformidad importante en los resultados de laboratorio, teniendo Índices de Plasticidad promedio de 25 (expansividad Media a Alta) y una presión de hinchamiento probable cercana a los **1.00kg/cm²** (ver Ilustración 6).

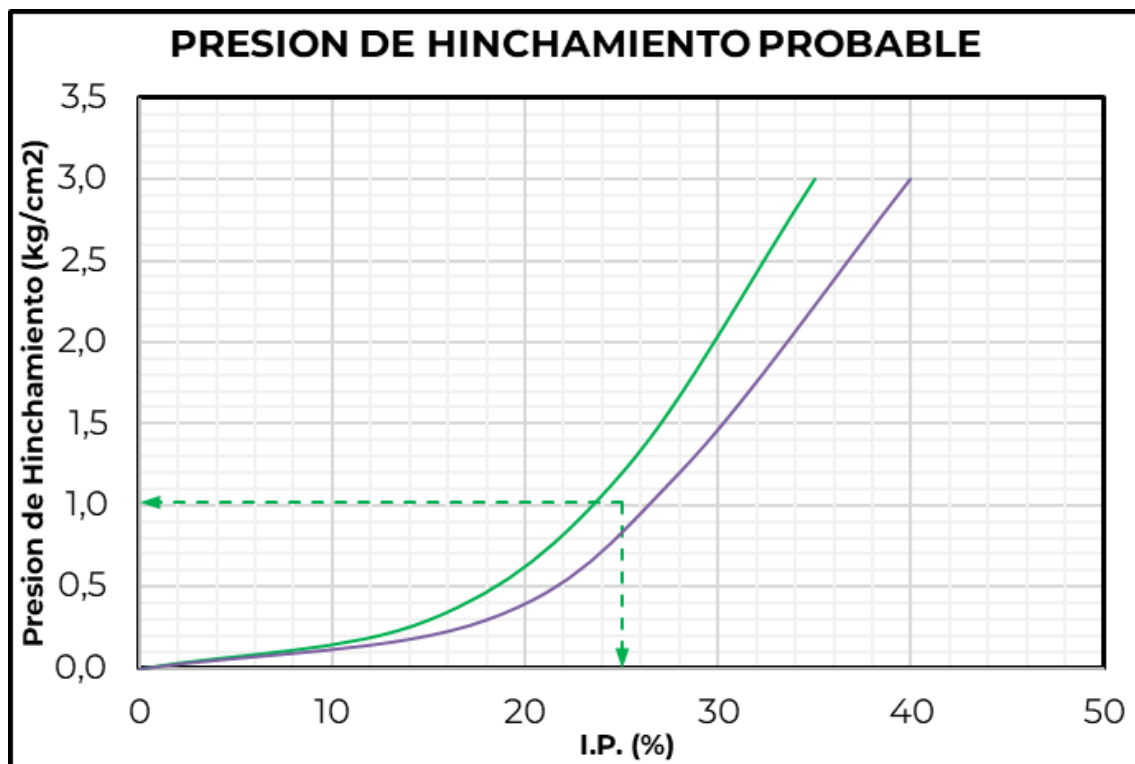


Ilustración 6. Presión de Hinchamiento Probable.

Con los anteriores resultados, es de esperarse que se presenten afectaciones a las estructuras, las recomendaciones a seguir se presentan en los siguientes capítulos.

6.5 RESUMEN GENERAL DE LOS ENSAYOS SPT

En la Ilustración 7, se presenta el resumen visual de los ensayos de campo ejecutados, de estos se puede observar un comportamiento aleatorio y/o heterogéneo.

Así mismo se aclara que el número de golpes per-se no es un indicativo de resistencia, para esto es necesario determinar el tipo de material ensayado.

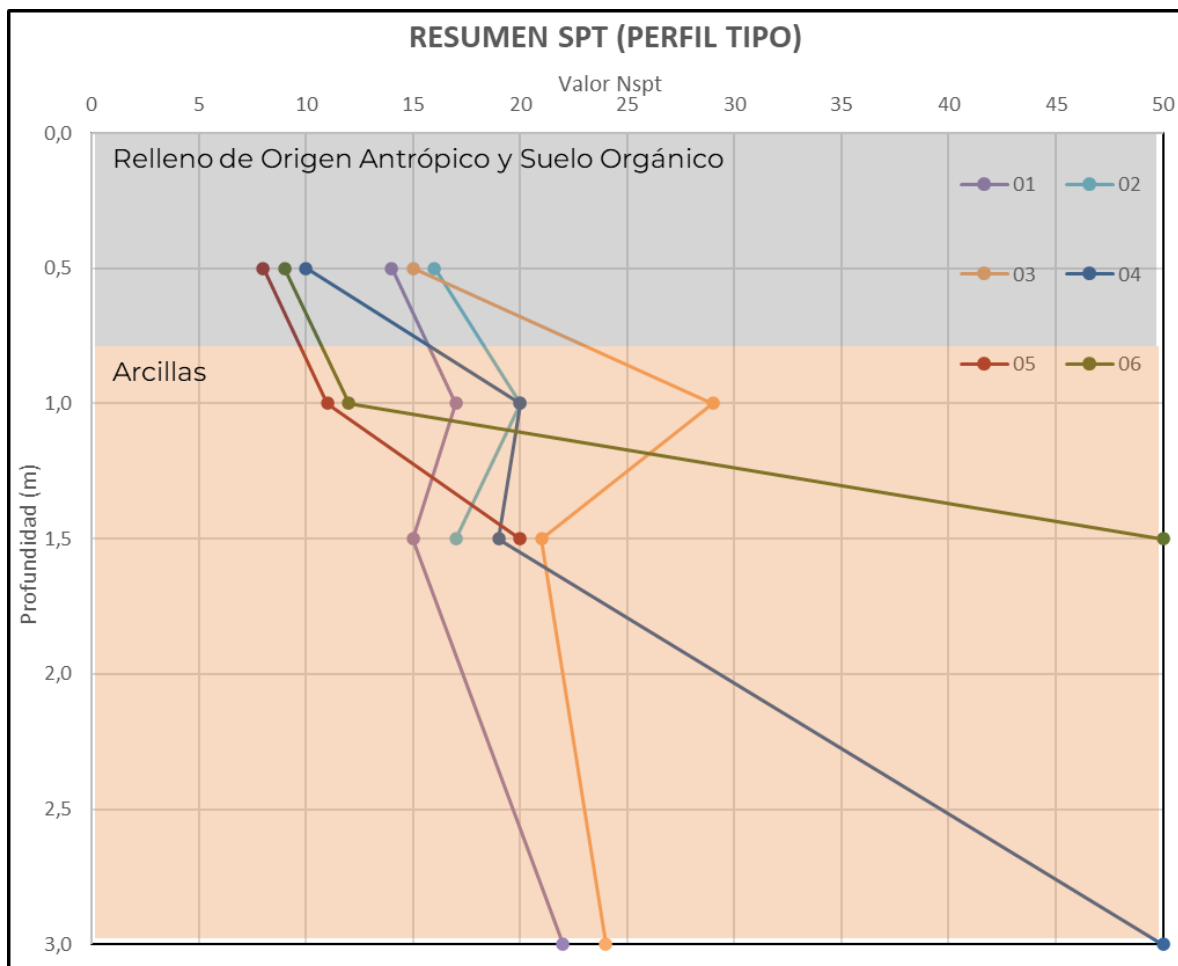


Ilustración 7. Resumen Ensayo SPT.

7 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Luego de realizado el análisis de los ensayos de campo y laboratorio, se puede evidenciar tres estratos marcados, el primero un suelo orgánico y relleno antrópico que tiene una potencia variable, alcanzando en algunos sectores 80cm, (no se descartan potencias mayores) luego un estrato de arcilla marrón con algunas concreciones de carbonato de calcio y alguna arena colgada en la matriz con una potencia variable que puede alcanzar 3m o más, esta arcilla es asignable a la Formación Libertad, finalmente se observó en el rechazo arenas y fragmentos de roca.

7.1 RESISTENCIA AL CORTE Y OTROS PARÁMETROS

A continuación, se presenta los parámetros asignados a cada estrato de acuerdo con el ensayo de penetración estándar SPT y la revisión de los ensayos de laboratorio:

Estrato	N60	C (kpa)	Phi (grados)	PU (kg/cm ³)
Suelo Orgánico	5	30	0	1,60
Arcilla Marrón	12	65	0	1,70
Basamento Descompuesto	R	0	30	1,80

Tabla 3. Resumen de los parámetros de resistencia al corte seleccionados.

7.2 TENSIONES ADMISIBLES Y COEFICIENTE DE BALASTO

Para el cálculo de las tensiones admisibles se utilizaron diversos autores, y un Factor de Seguridad de 3, obteniendo que:

i) SUELO ORGÁNICO Y RELLENO ANTRÓPICO

Numéricamente hablando, este horizonte presenta una Tensión Admisible de **0,4 kg/cm²**, sin embargo, dada su naturaleza, no es competente para su uso ya que con el paso del tiempo tiende a descomponerse, disminuyendo sus capacidades.

ii) ARCILLA MARRÓN (FM. LIBERTAD)

De acuerdo con los cálculos realizados, este estrato tiene una tensión admisible de **1,3 kg/cm²**, siempre aumentando con la profundidad. Este estrato es competente para uso geotécnico siempre y cuando no este contaminado con contenido orgánico del estrato superior.

iii) BASAMENTO DESCOMPUESTO

De acuerdo con los cálculos realizados, este estrato tiene una tensión admisible de **4.2 kg/cm²**, siempre aumentando con la profundidad. Este estrato es competente para uso geotécnico.

7.3 BALASTO VERTICAL Y HORIZONTAL

En cuanto al coeficiente de Balasto vertical k_v y horizontal k_h , se realizó un análisis conservador a partir de los datos del ensayo SPT y correlaciones empíricas existentes en el medio. Los resultados de estos se presentan en la Ilustración 8.

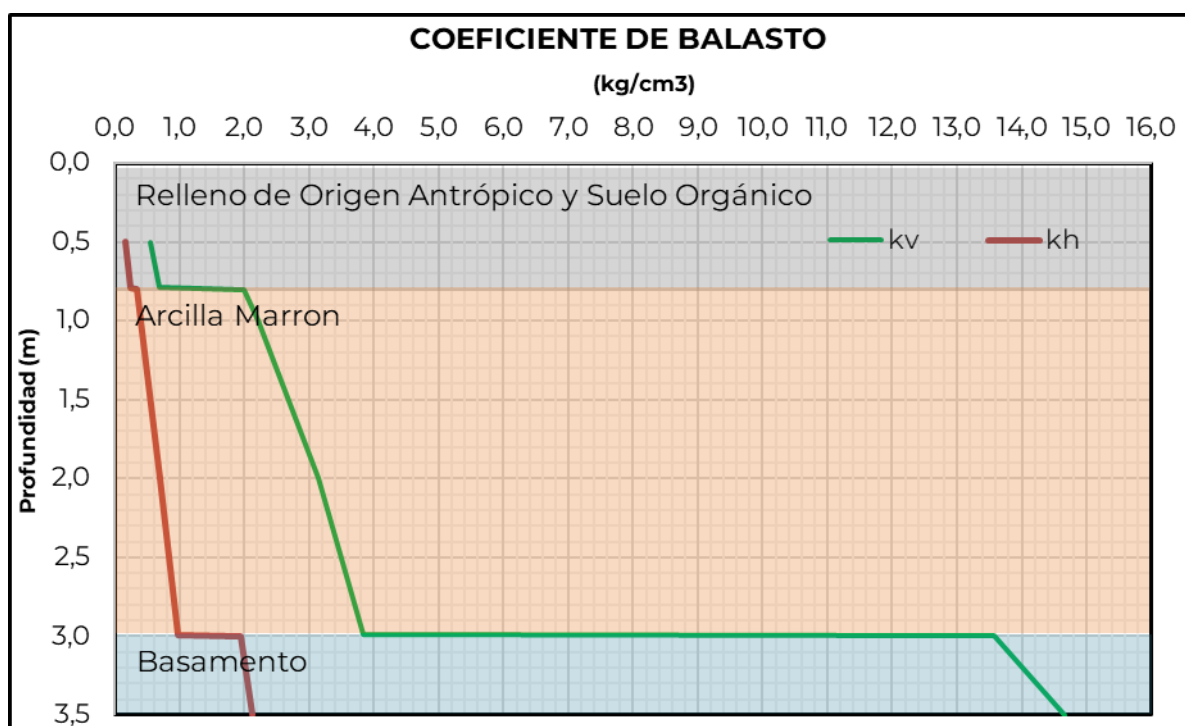


Ilustración 8. Balasto vertical y horizontal

7.4 EXCAVABILIDAD

De acuerdo con la información obtenida de los cateos y calicatas realizados y el relevamiento geológico local, se puede estimar que las excavaciones de baja profundidad se pueden ejecutar a pico y pala, continuando luego con retroexcavadora, no se considera necesario la utilización de martillo neumático o explosivos en excavaciones hasta el basamento.

7.5 DESMORONAMIENTOS

Los suelos presentes en el sector no se presumen propensos a desmoronamientos (no hubo evidencias de caídas importantes de sedimentos al fondo del pozo en los ensayos SPT), sin embargo, es recomendable siempre ejecutar las excavaciones teniendo en cuenta el empuje de los suelos y las

buenas prácticas constructivas como la ejecución de taludes tendidos, el entibado y la protección contra los efectos adversos del agua y condiciones atmosféricas desfavorables.

7.6 EMPUJE DE SUELOS PARA EXCAVACIONES DE HASTA 3M

Teniendo en cuenta los parámetros obtenidos de los materiales presentes en el subsuelo, se tiene que hasta 1,5m de profundidad se ejerce una presión de **8kN/m²** y en excavaciones a 3m, se ejerce una presión de **16kN/m²**.

8 RECOMENDACIÓN PARA LAS FUNDACIONES

A continuación, se presentan diferentes recomendaciones y alternativas para la fundación de la vivienda de acuerdo con el análisis realizado en los capítulos precedentes.

8.1 FUNDACIÓN MEDIANTE PLATEA

Dadas las características del perfil evaluado, la instalación de plateas puede ser una alternativa no recomendable por la potencia del suelo orgánico y/o relleno de origen antrópico en las zonas donde la misma alcanza 80cm o más, sin embargo, se dejan algunas recomendaciones a tener en cuenta si se decide continuar con esta alternativa.

Para este tipo de fundación se recomienda el reemplazo del estrato orgánico y relleno de origen antrópico, debido a que la potencia de este estrato es variable, la definición de su restitución se deberá dar en campo mediante identificación visual y ensayos laboratorio que el proyectista considere pertinente.

Luego de retirado el material existente, se deberá instalar un relleno con un material no plástico (máximo con una expansión menor al 1% e IP menor a 5%), terraplenado en capas de no más de 20cm, siendo la última capa de mejores características (CBR >60% o más), compactado al 98% del PUSM. El espesor mínimo de este relleno deberá ser evaluado por el proyectista.

Finalizando se recomienda la instalación de una capa de tosca cementada con un espesor de 20cm.

Este relleno debe abarcar la totalidad del área de la construcción proyectada y sobre salir al menos 100cm desde el borde de la vereda.

Posteriormente, se recomienda la ejecución de una Platea, la cual debería ser rígida pensando en posibles movimientos del suelo.

Con la restitución indicada y las características del material bajo esta, se puede estimar una tensión admisible bajo la platea de **1,0kg/cm²**.

Se reitera que en esta solución el proyectista deberá evaluar la información suministrada en este informe y proceder con la definición del reemplazo del material o la alternativa de fundación más viable.

8.2 FUNDACIÓN MEDIANTE BASES AISLADAS

Una alternativa viable es la fundación mediante bases aisladas, recomendando siempre instalarlas por debajo del suelo orgánico y el relleno de origen antrópico, en esta solución se debe prestar especial cuidado en el material bajo la fundación, ya que ubicar bases aisladas de una misma construcción en diferentes materiales (arcillas y basamento), puede provocar asentamientos diferenciales.

En caso de fundar sobre la arcilla marrón, se deberá realizar bajo las bases aisladas un reemplazo de 20cm por un material de iguales características que el indicado en el capítulo anterior (CBR >60%), así mismo se deberá instalar una capa de hormigón de limpieza en el fondo luego del reemplazo y en las paredes para evitar la contaminación del hormigón de las bases, en caso de fundar en las arenas, se deberá re-compactar el fondo de la excavación y continuar con un hormigón de limpieza en idénticas condiciones a las mencionadas previamente.

A esta profundidad, (siempre por debajo del suelo orgánico), se podrá tomar una tensión admisible de acuerdo con lo sugerido en la Ilustración 9.

En cuanto a las vigas de amarre, estas deberán estar descalzadas para evitar afectaciones por posibles movimientos del suelo. Así mismo la losa deberá ser rígida y armada pensando en mitigar la afectación de la expansión y contracción de los suelos bajo ella.

Se aclara que el perfil informado en la Ilustración 7, Ilustración 8 y la Ilustración 9 (rango de colores) es de carácter típico y/o informativo, los perfiles ajustados de acuerdo con la información obtenida en los ensayos SPT se encuentra en el ANEXO III.

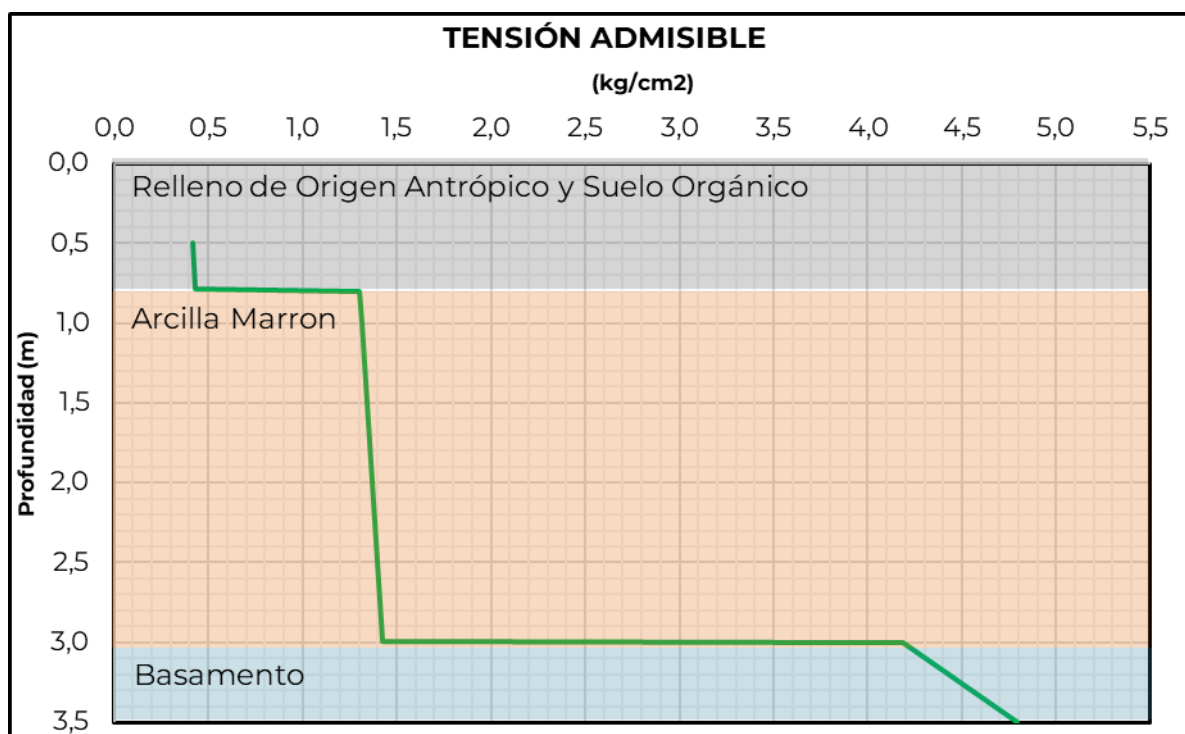


Ilustración 9. Tensión admisible

8.3 FUNDACIÓN MEDIANTE PILOTES

Una alternativa viable para trasladar esfuerzos a mayores profundidades es la profundización con fundación indirecta de tipo pilotes, en este caso es importante vincular la experiencia de la empresa pilotera para ejecutar el hincado o pre-barrenado de los pilotes y el cálculo de las cargas admisibles en cada uno de ellos.

Cálculos conservadores para una fundación en el basamento luego de 3m de profundidad, indican que la tensión admisible por punta alcanza **4.5 kg/cm²** y por fuste **0.2 kg/cm²**,

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se deben ejecutar canales, colectoras y alcantarillas suficientes para dirigir las aguas superficiales y disminuir la infiltración de estas al suelo.
- Se recomienda la siembra o instalación de césped en las zonas circundantes a las construcciones.
- Se deben construir veredas perimetrales para mitigar la directa infiltración de agua bajo las fundaciones, vigas y plateas, esto con miras no solo a evitar la afectación de estas sino para evitar socavaciones por flujos de agua.
- Se deben retirar todos los troncos, raíces y similares de las zonas donde se realizará la construcción de las estructuras.
- Se deben retirar todos los horizontes vegetales, orgánicos y de escombros bajo las fundaciones de las estructuras.
- Todas las excavaciones se deben ejecutar teniendo en cuenta la previsión climática, esto para evitar que durante las mismas se presenten lluvias e infiltración de agua en estratos inferiores en donde se esperan mejores comportamientos. Así mismo, se recomienda no realizar grandes excavaciones que abarquen más de la capacidad de construcción de las fundaciones, con esto se evita tener fondos de excavaciones abiertos por largos periodos de tiempo.
- Algunos puntos clave de este estudio se listan a continuación
 - El perfil estratigráfico presenta un potencial expansivo moderado a alto por lo que se esperan algunas afectaciones a las estructuras, en este punto es importante seguir las recomendaciones de este informe y las del proyectista con mira a disminuir estas afectaciones.
 - No se encontró agua, sin embargo, se aclara que los regímenes de agua subsuperficial son dinámicos por lo que dependiendo de la época y el régimen de lluvias puede encontrarse más superficial, inclusive a nivel de excavaciones para fundaciones.
 - Se obtuvo el rechazo en el ensayo SPT por el encuentro con el basamento a una profundidad variable entre 1.7 y 3.1m.

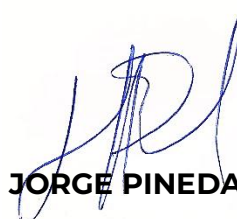
- Las excavaciones de baja profundidad se pueden ejecutar a pico y pala, continuando luego con retroexcavadora, no se considera necesario la utilización de martillo neumático o explosivos hasta el encuentro con el basamento.
- Los suelos presentes en el sector no se presumen propensos a desmoronamientos a baja profundidad, de todas formas, se deben ejecutar las excavaciones teniendo en cuenta el empuje de los suelos y las buenas prácticas constructivas como la ejecución de taludes tendidos, el entibado y la protección contra los efectos adversos del agua y condiciones atmosféricas desfavorables.



JAVIER DRAPER

Lic. En Geología

Director



JORGE PINEDA

Ing. Civil – Geotecnista

Director

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE SPT

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

ASTM D-1586

El ensayo de penetración estándar (SPT, por sus siglas en inglés) es una técnica utilizada para medir la resistencia del suelo a través de la inserción de un tomamuestras en forma de tubo partido denominado Split Spoon o Cuchara Partida con medidas normalizadas, unida a un tren de varillas mediante el golpeo en la cabeza de ellas con una masa de 63.5kg cayendo desde una altura de 76cm, el esquema del ensayo se presenta en la Ilustración 1, en cuanto al tomamuestras, este se presenta en la Ilustración 2.



Ilustración 1. Esquema típico del SPT

Para llevar a cabo este ensayo, primero se realiza un agujero en el suelo utilizando una perforadora, ampliador o sacamuestras de mayor diámetro, de manera que se pueda insertar el tomamuestras en el terreno sin tocar las paredes.

La inserción del tomamuestras se realiza mediante el golpeo y estos se contabilizan en tres tramos de 15 cm de avance cada uno, denominándose valor N_{campo} a la suma de los valores del segundo y tercer tramo. Este ensayo es uno de los más antiguos en geotecnia, y su uso universal y durante décadas, en todo tipo de terrenos, ha permitido establecer numerosas correlaciones con otros



parámetros geotécnicos, así como la difusión de fórmulas empíricas para cálculos directos de capacidad portante y asentamientos, entre otros.



Ilustración 2. Tomamuestras - Cuchara Partida - Split Spoon

La información recopilada durante el ensayo se utiliza para determinar las características del suelo, como su densidad, la presencia de capas de suelo más resistentes y la presencia de agua en el terreno. Además, se utiliza para determinar la capacidad de carga del suelo y para diseñar cimientos y estructuras, .

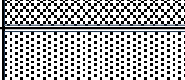
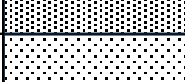
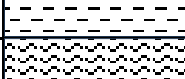
En resumen, el ensayo de penetración estándar (SPT) es una técnica para medir la resistencia del suelo mediante la inserción de un tomamuestras estandarizado en el terreno y registrando el número de golpes necesarios para penetrar una distancia de 45cm en el suelo. Esta información se utiliza para determinar las características del suelo y su capacidad de carga para diseñar las cimentaciones de las estructuras proyectadas.

ANEXO 2

SIMBOLOGÍA S.U.C.S.



SIMBOLOGÍA S.U.C.S.

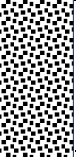
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRAFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVAS Y SUELOS GRAVOSOS	GW		Grava bien gradada
		GP		Grava mal gradada
		GM		Grava limosa
		GC		Grava arcillosa
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		Arena bien gradada
		SP		Arena mal gradada
		SM		Arena limosa
		SC		Arena arcillosa
SUELOS COHESIVOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50%)	ML		Limo inorgánico de baja plasticidad
		CL		Arcilla inorgánica de baja plasticidad
		OL		Limo o arcilla orgánica de baja plasticidad
	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50%)	MH		Limo inorgánico de alta plasticidad
		CH		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
		OH		Limo o arcilla orgánica de alta plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICO		Pt		Turba y otros suelos altamente orgánicos
RELLENO DE ORIGEN ANTRÓPICO		RLL		Con o sin contenido orgánico

Los colores de los gráficos dependerán de las muestras obtenidas en campo, en caso de muestras con dos o mas clasificaciones se graficaran con la clasificación o descripción predominante.

ANEXO 3

PLANILLAS DE PERFORACIÓN

[illegible]

 DYP INGENIERÍA GEOTÉCNICA				PERFORACIÓN SPT (ASTM D1586)					CÓDIGO/VERSIÓN: F001-01/0923		ELAB/APRO: JP-JD	
				Cliente:  Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial								
FECHA			CLIENTE: MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU									
4	3	2024	PROYECTO: CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO									
EQUIPO:			LOCALIZACIÓN: Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones									
DYP02			CATEO: 2		PROFUNDIDAD: 2,44 m		PERFORISTA: Andres		HOJA: 1 de 1			
PROF.	NO.	S.P.T.	VALOR N Campo	RECUP. (cm)	PERFIL ESTRATIG.	LL (%)	IP (%)	P200 (%)	S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA		
0,05	1	6	16	23						Relleno de origen antrópico		
-		8										
0,50		8										
0,55	2	8	20	40		46	25	87	CL	Hacia lel tope relleno de origen antrópico, hacia la base arcilla limosa color marrón la cual se aprecia plástica al tacto, humedad moderada		
-		10										
1,00		10										
1,55	3	4	17	45		46	24	85	CL	Arcillas limosas color marrón con una leve presencia de arena fina en la matriz		
-		7										
2,00		10										
2,55										Rechazo a 2,44m		
-												
3,00												
3,55	5											
-												
4,00												

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

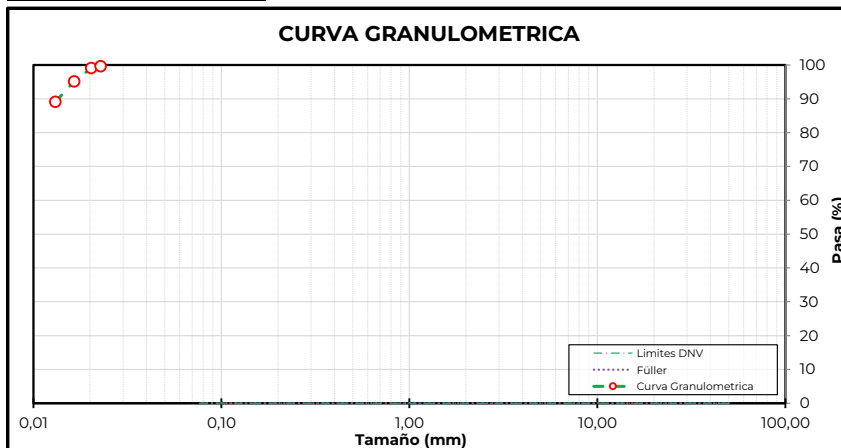
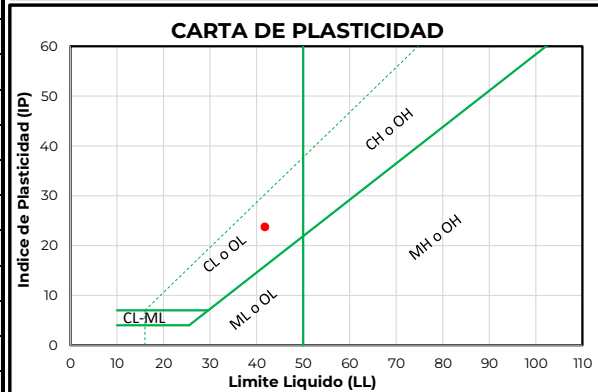
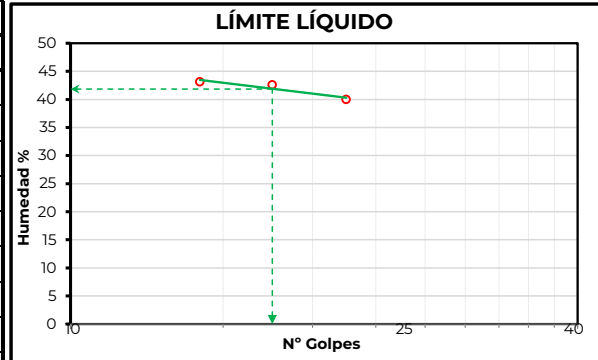
ANEXO 4

PLANILLAS DE LABORATORIO

FECHA			CLIENTE:
4	3	2024	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU
CATEO:			PROYECTO:
1			CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO
MUESTRA:			LOCALIZACIÓN:
3			Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
PROF:			OBSERVACIONES
2,0 m			

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		35	25	18	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	55	63	50	49	73		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	41,53	41,03	37,72	32,40	32,22	316,20	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	38,38	38,00	35,05	31,99	31,76	265,20	
P3 (g):	Peso Recipiente	30,50	30,88	28,86	29,75	29,20		
Pw (g):	Peso del Agua	3,15	3,03	2,67	0,41	0,46	51,00	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	7,88	7,12	6,19	2,24	2,56	265,20	
W (%):	Contenido de agua	39,97	42,56	43,13	18,30	17,97	19,23	

TAMIZADO			Peso inicial 250,19 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	1,00	0,4%	0,4%	99,6%
8	2,36			0,4%	99,6%
10	2,00	1,40	0,6%	1,0%	99,0%
12	1,68			1,0%	99,0%
16	1,19			1,0%	99,0%
30	0,60			1,0%	99,0%
40	0,425	9,90	4,0%	4,9%	95,1%
60	0,25			4,9%	95,1%
80	0,18			4,9%	95,1%
100	0,15			4,9%	95,1%
200	0,075	14,90	6,0%	10,9%	89,1%
Pasa 200		222,99	89,1%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		27,20			

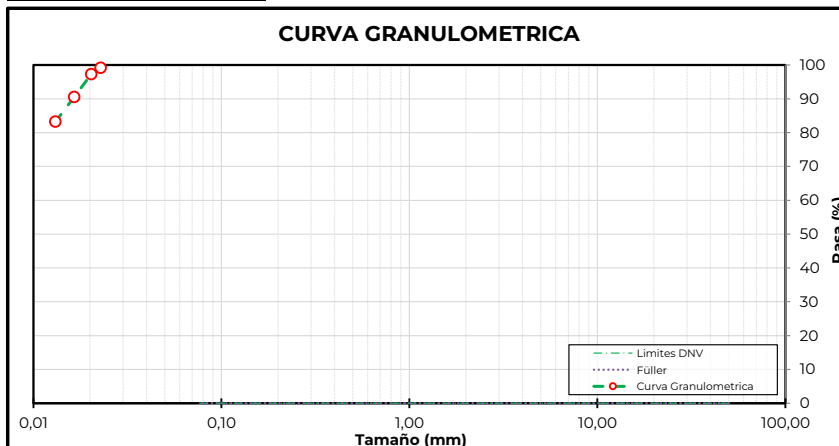
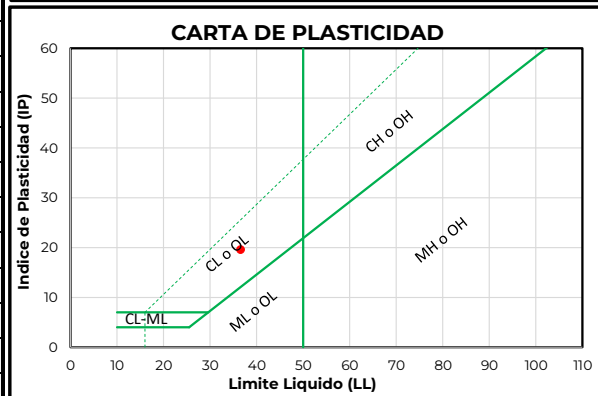
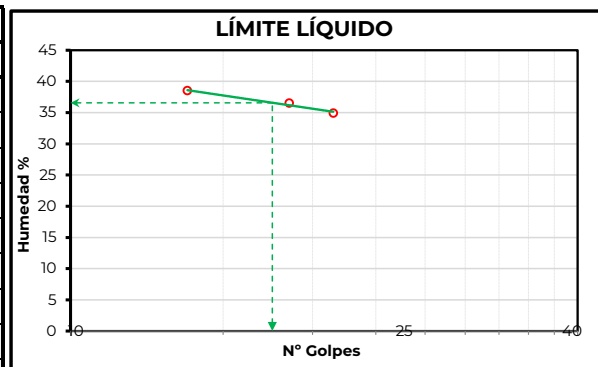


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	42%
LÍMITE PLÁSTICO:	18%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	24%
PASA 200	89%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	2113
P200 x LL	3729
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2024	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			1	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			4	OBSERVACIONES	
PROF:			3,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		33	27	17	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	74	14	67	15	62		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	38,91	38,89	40,32	32,08	32,49	246,20	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	36,46	36,41	37,44	31,65	32,14	210,30	
P3 (g):	Peso Recipiente	29,44	29,62	29,96	29,17	30,05		
Pw (g):	Peso del Agua	2,45	2,48	2,88	0,43	0,35	35,90	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	7,02	6,79	7,48	2,48	2,09	210,30	
W (%):	Contenido de agua	34,90	36,52	38,50	17,34	16,75	17,07	

TAMIZADO			Peso inicial 256,51 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
⅜"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	2,20	0,9%	0,9%	99,1%
8	2,36			0,9%	99,1%
10	2,00	4,80	1,9%	2,7%	97,3%
12	1,68			2,7%	97,3%
16	1,19			2,7%	97,3%
30	0,60			2,7%	97,3%
40	0,425	17,30	6,7%	9,5%	90,5%
60	0,25			9,5%	90,5%
80	0,18			9,5%	90,5%
100	0,15			9,5%	90,5%
200	0,075	18,70	7,3%	16,8%	83,2%
Pasa 200		213,51	83,2%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		43,00			

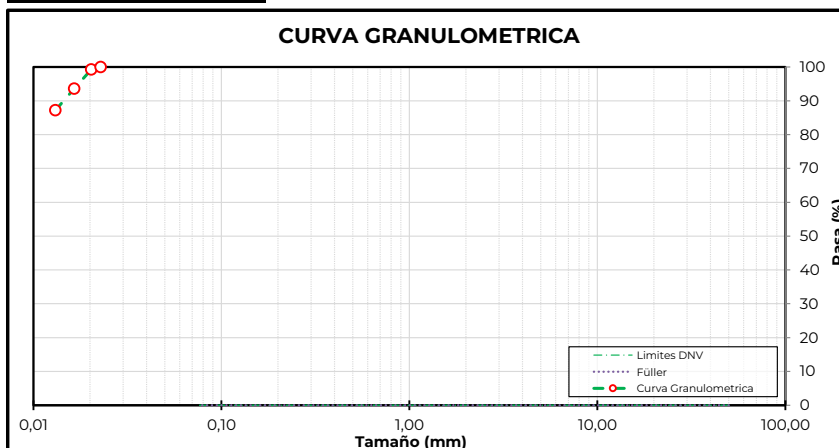
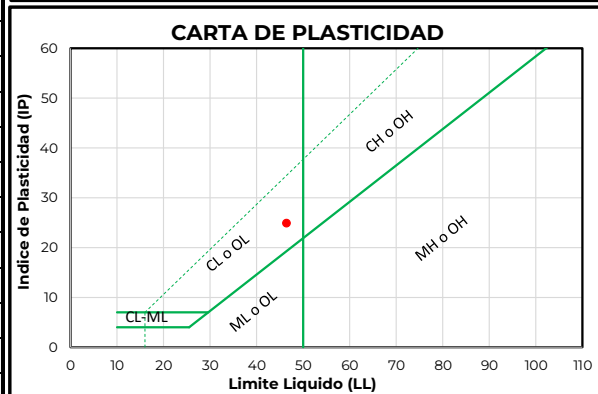
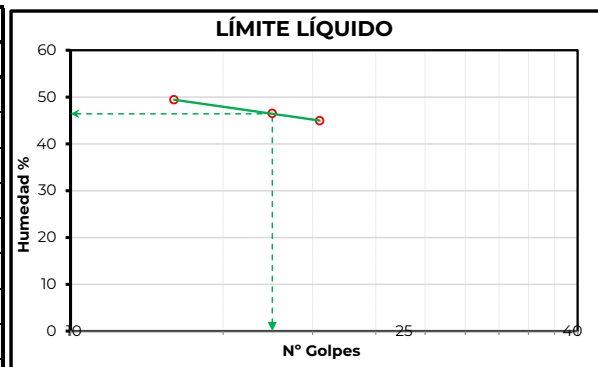


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	37%
LÍMITE PLÁSTICO:	17%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	20%
PASA 200	83%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	1626
P200 x LL	3044
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2024	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			2	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			2	OBSERVACIONES	
PROF:			1,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		31	25	16	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	10	43	3	2	31		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	45,43	46,62	49,69	38,91	44,00	205,60	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	42,18	43,27	45,91	38,18	43,30	177,70	
P3 (g):	Peso Recipiente	34,95	36,06	38,26	34,86	39,98		
Pw (g):	Peso del Agua	3,25	3,35	3,78	0,73	0,70	27,90	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	7,23	7,21	7,65	3,32	3,32	177,70	
W (%):	Contenido de agua	44,95	46,46	49,41	21,99	21,08	15,70	

TAMIZADO			Peso inicial 178,05 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	0,10	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,36			0,1%	99,9%
10	2,00	1,30	0,7%	0,8%	99,2%
12	1,68			0,8%	99,2%
16	1,19			0,8%	99,2%
30	0,60			0,8%	99,2%
40	0,425	10,00	5,6%	6,4%	93,6%
60	0,25			6,4%	93,6%
80	0,18			6,4%	93,6%
100	0,15			6,4%	93,6%
200	0,075	11,40	6,4%	12,8%	87,2%
Pasa 200		155,25	87,2%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		22,80			

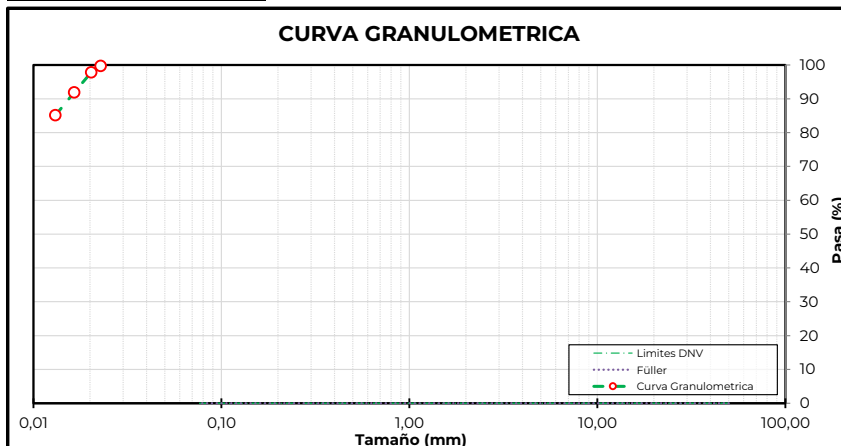
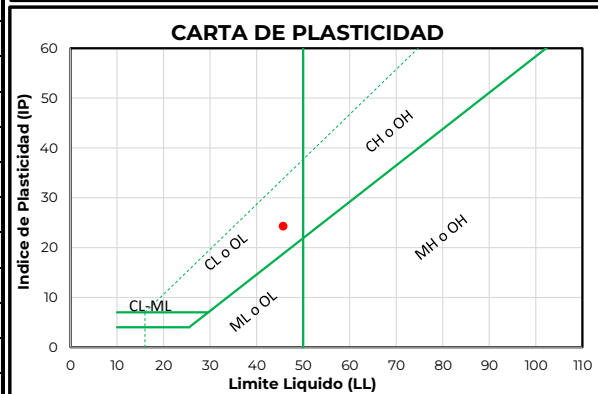
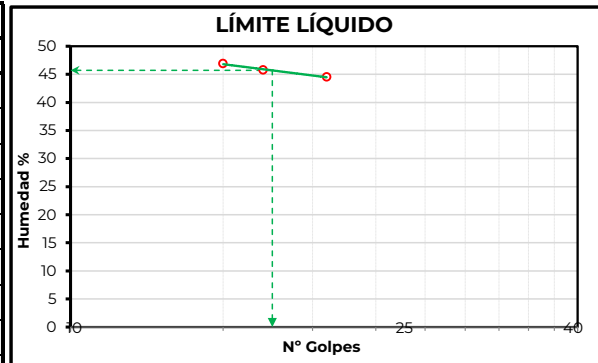


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	46%
LÍMITE PLÁSTICO:	22%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	25%
PASA 200	87%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	2170
P200 x LL	4048
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	
4	3	2024	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
			PROYECTO:	
			CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:		2	LOCALIZACIÓN:	
			Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones	
MUESTRA:		3	OBSERVACIONES	
PROF:		2,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		32	24	20	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	5	6	22	4	8		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	44,41	47,01	50,53	38,69	40,44	231,00	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	41,32	43,44	47,52	38,08	39,75	190,60	
P3 (g):	Peso Recipiente	34,38	35,64	41,10	35,23	36,55		
Pw (g):	Peso del Agua	3,09	3,57	3,01	0,61	0,69	40,40	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	6,94	7,80	6,42	2,85	3,20	190,60	
W (%):	Contenido de agua	44,52	45,77	46,88	21,40	21,56	21,20	

TAMIZADO			Peso inicial 216,34 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
⅜"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	0,70	0,3%	0,3%	99,7%
8	2,36			0,3%	99,7%
10	2,00	4,00	1,8%	2,2%	97,8%
12	1,68			2,2%	97,8%
16	1,19			2,2%	97,8%
30	0,60			2,2%	97,8%
40	0,425	12,90	6,0%	8,1%	91,9%
60	0,25			8,1%	91,9%
80	0,18			8,1%	91,9%
100	0,15			8,1%	91,9%
200	0,075	14,60	6,7%	14,9%	85,1%
Pasa 200		184,14	85,1%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		32,20			

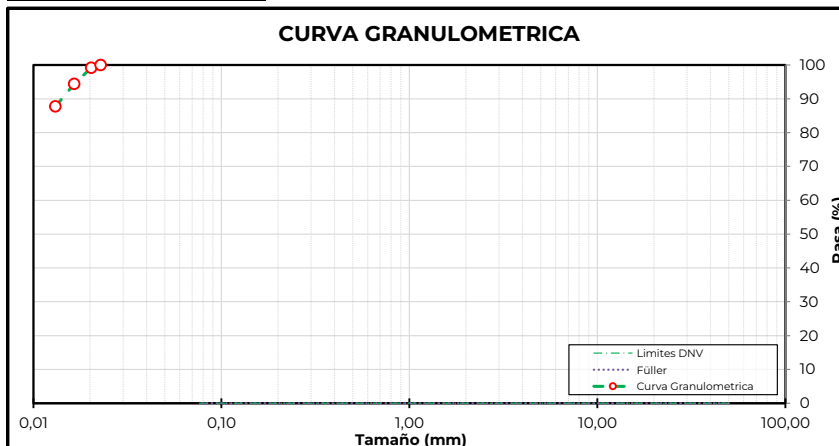
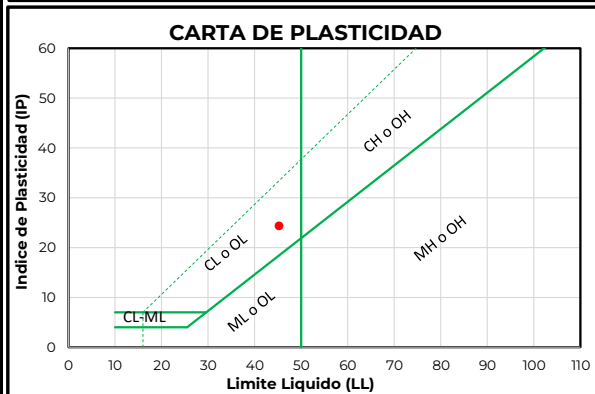
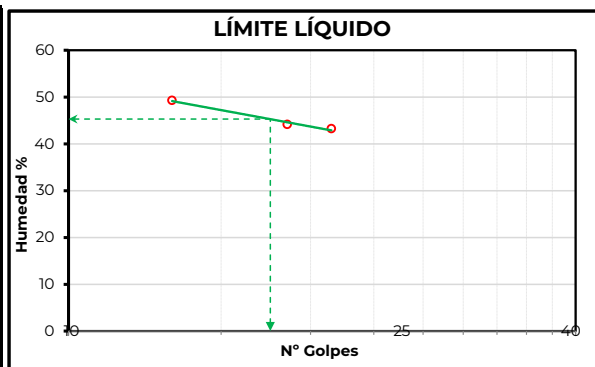


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	46%
LÍMITE PLÁSTICO:	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	24%
PASA 200	85%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	2062
P200 x LL	3891
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2024	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			3	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			1	OBSERVACIONES	
PROF:			0,5 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		33	27	16	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	42	23	20	26	28		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	44,96	41,14	40,98	45,27	35,21	126,30	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	41,96	38,25	37,92	44,60	34,54	109,20	
P3 (g):	Peso Recipiente	35,02	31,70	31,71	41,33	31,42		
Pw (g):	Peso del Agua	3,00	2,89	3,06	0,67	0,67	17,10	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	6,94	6,55	6,21	3,27	3,12	109,20	
W (%):	Contenido de agua	43,23	44,12	49,28	20,49	21,47	15,66	

TAMIZADO			Peso inicial 136,61 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
⅜"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	0,10	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,36			0,1%	99,9%
10	2,00	1,10	0,8%	0,9%	99,1%
12	1,68			0,9%	99,1%
16	1,19			0,9%	99,1%
30	0,60			0,9%	99,1%
40	0,425	6,50	4,8%	5,6%	94,4%
60	0,25			5,6%	94,4%
80	0,18			5,6%	94,4%
100	0,15			5,6%	94,4%
200	0,075	9,10	6,7%	12,3%	87,7%
Pasa 200		119,81	87,7%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		16,80			

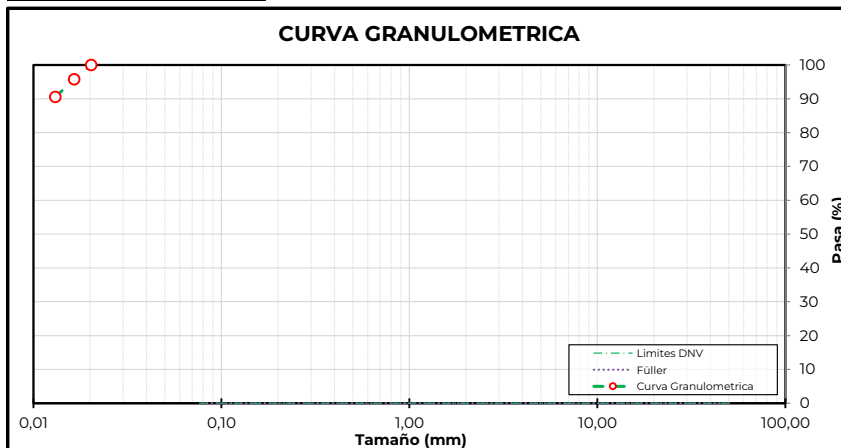
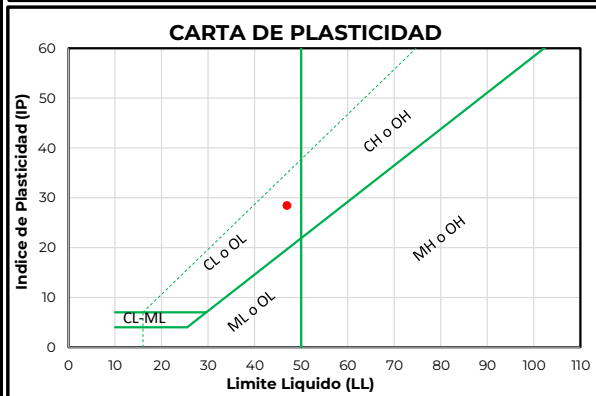
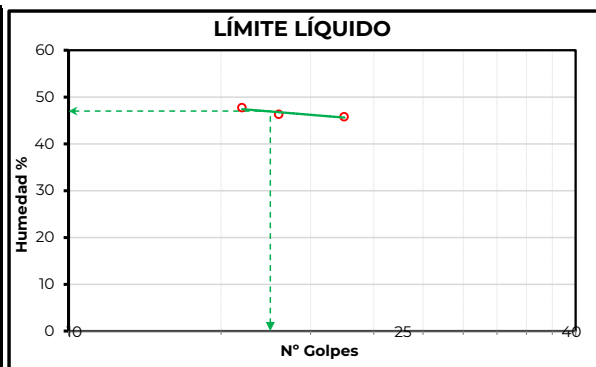


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	45%
LÍMITE PLÁSTICO:	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	24%
PASA 200	88%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	2133
P200 x LL	3973
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2024	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			3	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			2	OBSERVACIONES	
PROF:			1,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		35	26	22	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	1	77	45	41	76		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	45,63	45,19	53,10	45,34	39,08	263,90	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	42,64	41,54	48,79	44,80	38,61	229,50	
P3 (g):	Peso Recipiente	36,11	33,65	39,76	41,95	36,03		
Pw (g):	Peso del Agua	2,99	3,65	4,31	0,54	0,47	34,40	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	6,53	7,89	9,03	2,85	2,58	229,50	
W (%):	Contenido de agua	45,79	46,26	47,73	18,95	18,22	14,99	

TAMIZADO			Peso inicial 256,02 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
⅜"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75			0,0%	100,0%
8	2,36			0,0%	100,0%
10	2,00	0,10	0,0%	0,0%	100,0%
12	1,68			0,0%	100,0%
16	1,19			0,0%	100,0%
30	0,60			0,0%	100,0%
40	0,425	10,80	4,2%	4,3%	95,7%
60	0,25			4,3%	95,7%
80	0,18			4,3%	95,7%
100	0,15			4,3%	95,7%
200	0,075	13,30	5,2%	9,5%	90,5%
Pasa 200		231,82	90,5%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		24,20			

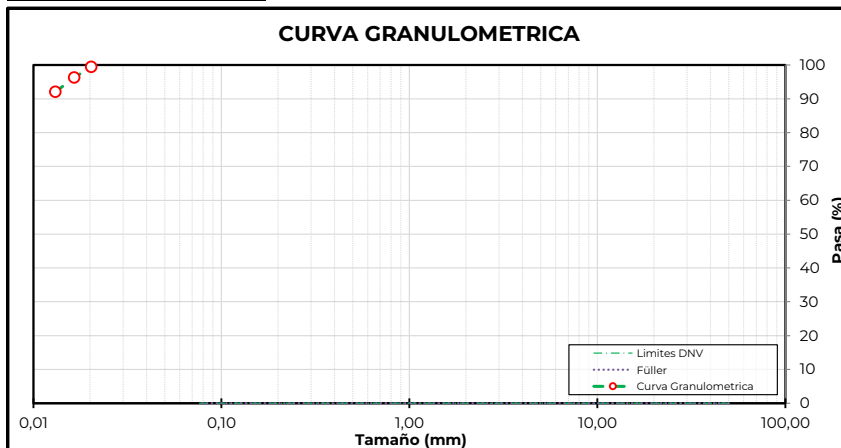
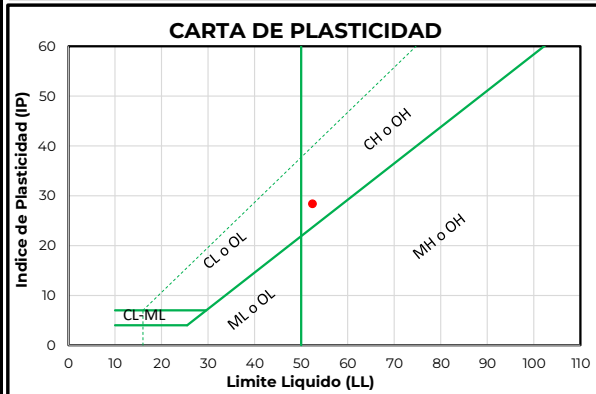
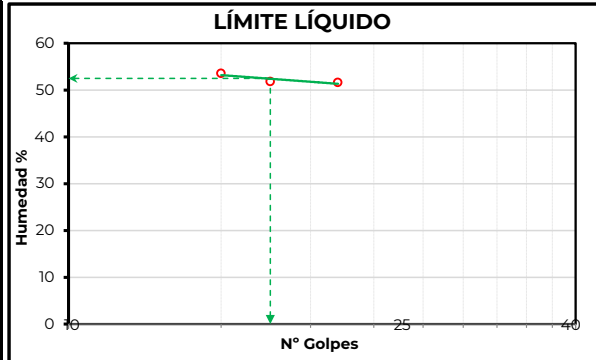


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	47%
LÍMITE PLÁSTICO:	19%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	28%
PASA 200	91%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	2574
P200 x LL	4256
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2024	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			4	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			2	OBSERVACIONES	
PROF:			1,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		34	25	20	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	31	41	46	8	26		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	53,76	53,44	56,52	40,19	45,20	216,90	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	49,07	49,52	50,80	39,49	44,44	183,20	
P3 (g):	Peso Recipiente	39,98	41,95	40,12	36,55	41,33		
Pw (g):	Peso del Agua	4,69	3,92	5,72	0,70	0,76	33,70	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	9,09	7,57	10,68	2,94	3,11	183,20	
W (%):	Contenido de agua	51,60	51,78	53,56	23,81	24,44	18,40	

TAMIZADO			Peso inicial 141,64 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75			0,0%	100,0%
8	2,36			0,0%	100,0%
10	2,00	0,80	0,6%	0,6%	99,4%
12	1,68			0,6%	99,4%
16	1,19			0,6%	99,4%
30	0,60			0,6%	99,4%
40	0,425	4,50	3,2%	3,7%	96,3%
60	0,25			3,7%	96,3%
80	0,18			3,7%	96,3%
100	0,15			3,7%	96,3%
200	0,075	6,00	4,2%	8,0%	92,0%
Pasa 200		130,34	92,0%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		11,30			

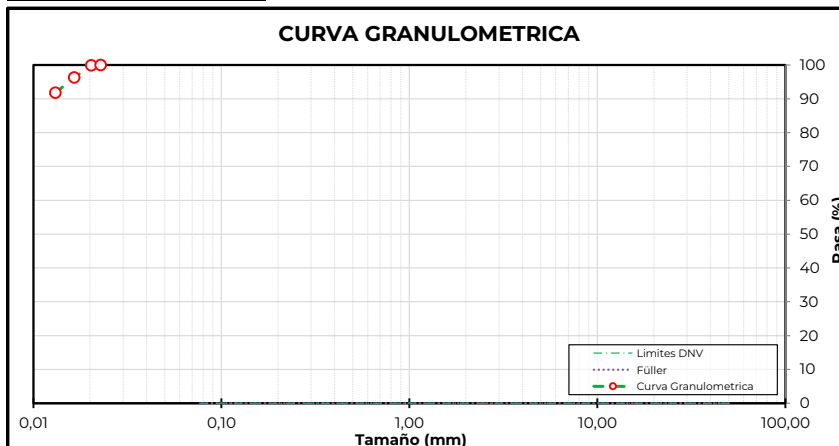
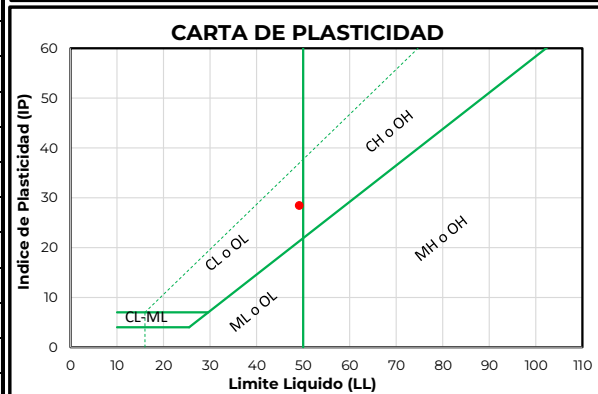
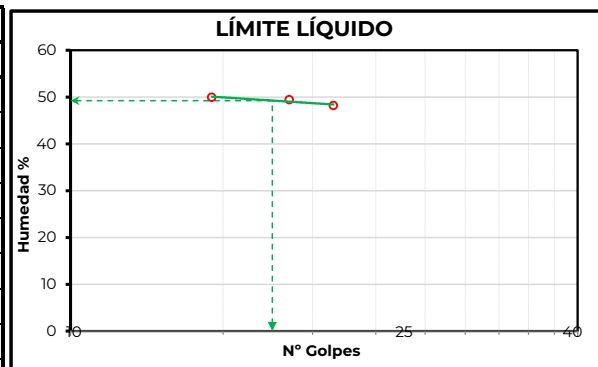


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	52%
LÍMITE PLÁSTICO:	24%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	28%
PASA 200	92%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CH
P200 x IP	2610
P200 x LL	4830
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2024	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			4	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			4	OBSERVACIONES	
PROF:			3,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		33	27	19	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	18	17	48	4	9		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	48,88	47,69	59,80	40,34	38,83	207,70	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	44,19	42,58	55,66	39,46	37,98	174,80	
P3 (g):	Peso Recipiente	34,45	32,24	47,37	35,23	33,90		
Pw (g):	Peso del Agua	4,69	5,11	4,14	0,88	0,85	32,90	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	9,74	10,34	8,29	4,23	4,08	174,80	
W (%):	Contenido de agua	48,15	49,42	49,94	20,80	20,83	18,82	

TAMIZADO			Peso inicial 160,16 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
⅜"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	0,10	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,36			0,1%	99,9%
10	2,00	0,10	0,1%	0,1%	99,9%
12	1,68			0,1%	99,9%
16	1,19			0,1%	99,9%
30	0,60			0,1%	99,9%
40	0,425	5,80	3,6%	3,7%	96,3%
60	0,25			3,7%	96,3%
80	0,18			3,7%	96,3%
100	0,15			3,7%	96,3%
200	0,075	7,20	4,5%	8,2%	91,8%
Pasa 200		146,96	91,8%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		13,20			

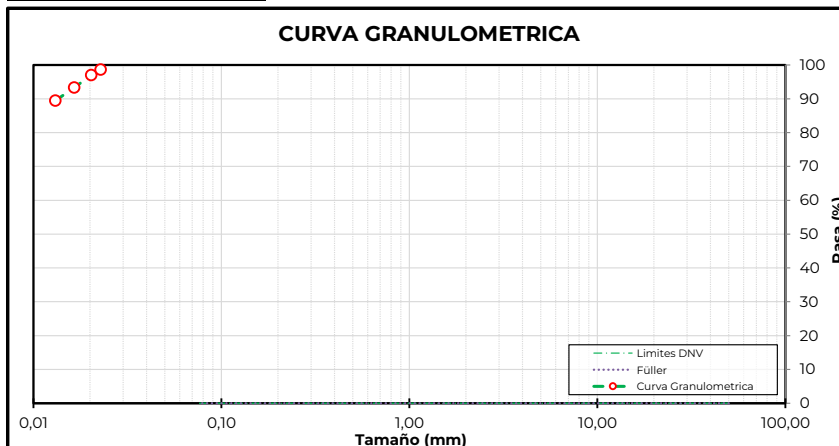
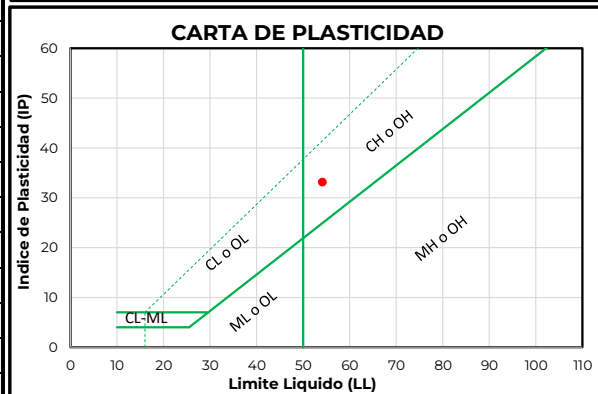
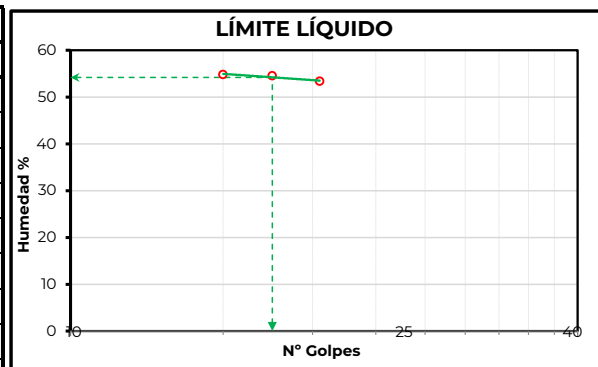


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	49%
LÍMITE PLÁSTICO:	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	28%
PASA 200	92%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	2606
P200 x LL	4517
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	24	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			5	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			2	OBSERVACIONES	
PROF:			1,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		31	25	20	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	21	29	27	46	48		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	53,10	47,56	41,92	42,79	49,57	178,30	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	49,36	44,55	39,01	42,31	49,20	146,50	
P3 (g):	Peso Recipiente	42,35	39,03	33,70	40,12	47,37		
Pw (g):	Peso del Agua	3,74	3,01	2,91	0,48	0,37	31,80	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	7,01	5,52	5,31	2,19	1,83	146,50	
W (%):	Contenido de agua	53,35	54,53	54,80	21,92	20,22	21,71	

TAMIZADO			Peso inicial 138,45 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75	1,90	1,4%	1,4%	98,6%
8	2,36			1,4%	98,6%
10	2,00	2,30	1,7%	3,0%	97,0%
12	1,68			3,0%	97,0%
16	1,19			3,0%	97,0%
30	0,60			3,0%	97,0%
40	0,425	5,10	3,7%	6,7%	93,3%
60	0,25			6,7%	93,3%
80	0,18			6,7%	93,3%
100	0,15			6,7%	93,3%
200	0,075	5,30	3,8%	10,5%	89,5%
Pasa 200		123,85	89,5%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		14,60			

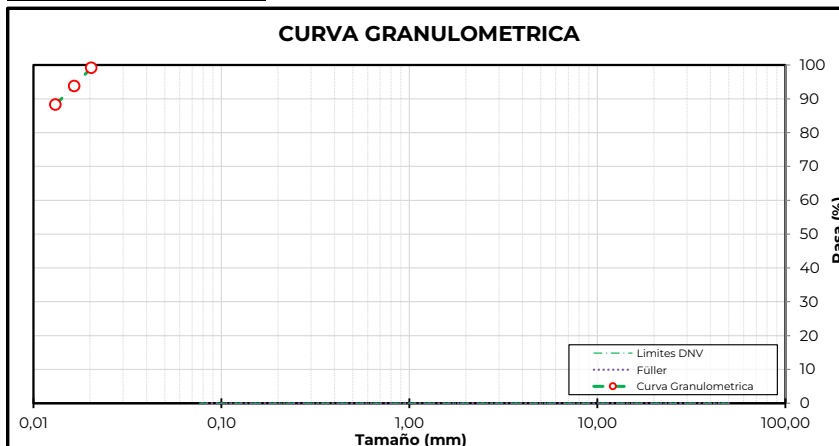
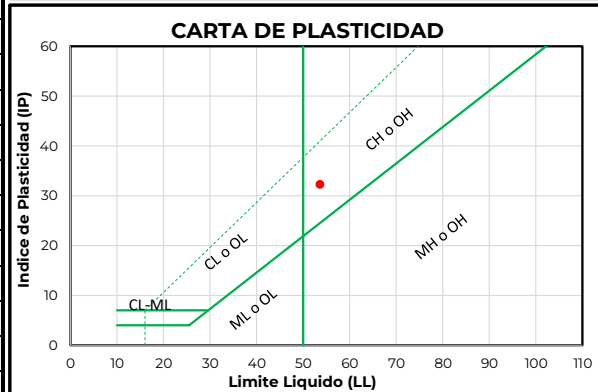
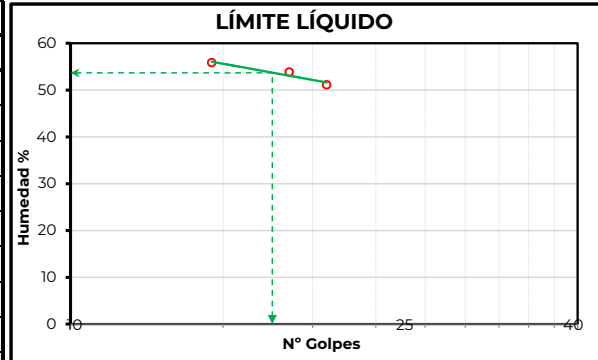


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	54%
LÍMITE PLÁSTICO:	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	33%
PASA 200	89%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CH
P200 x IP	2963
P200 x LL	4848
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	24	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			5	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			3	OBSERVACIONES	
PROF:			2,0 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		32	27	19	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	24	18	12	9	40		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	52,99	45,54	46,15	37,36	37,98	224,30	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	49,54	41,66	42,45	36,75	37,34	191,20	
P3 (g):	Peso Recipiente	42,79	34,45	35,82	33,90	34,36		
Pw (g):	Peso del Agua	3,45	3,88	3,70	0,61	0,64	33,10	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	6,75	7,21	6,63	2,85	2,98	191,20	
W (%):	Contenido de agua	51,11	53,81	55,81	21,40	21,48	17,31	

TAMIZADO			Peso inicial 138,78 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
4	4,75			0,0%	100,0%
8	2,36			0,0%	100,0%
10	2,00	1,20	0,9%	0,9%	99,1%
12	1,68			0,9%	99,1%
16	1,19			0,9%	99,1%
30	0,60			0,9%	99,1%
40	0,425	7,50	5,4%	6,3%	93,7%
60	0,25			6,3%	93,7%
80	0,18			6,3%	93,7%
100	0,15			6,3%	93,7%
200	0,075	7,60	5,5%	11,7%	88,3%
Pasa 200		122,48	88,3%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		16,30			

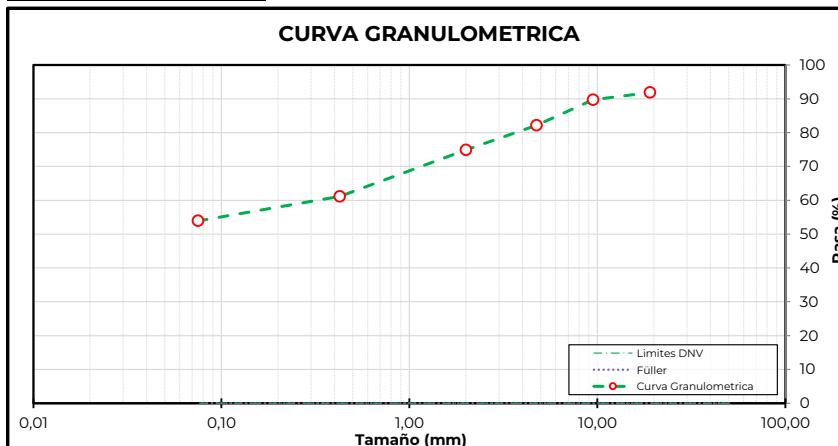
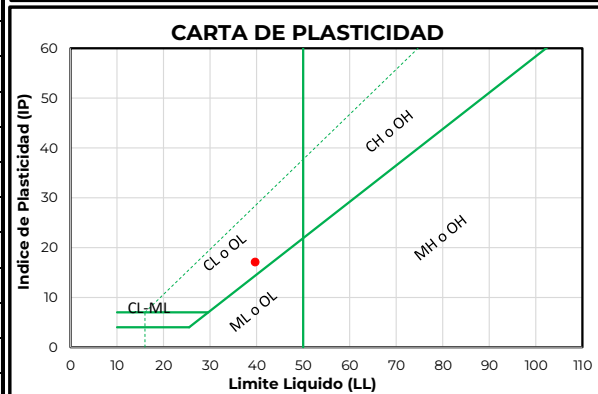
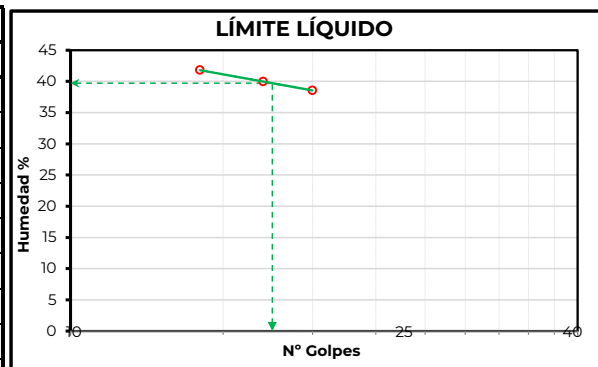


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	54%
LÍMITE PLÁSTICO:	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	32%
PASA 200	88%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CH
P200 x IP	2845
P200 x LL	4737
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	24	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			6	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			1	OBSERVACIONES	
PROF:			0,5 m		

CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		30	24	18	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	76	44	7	2	29		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	49,43	49,23	48,10	39,03	43,69	183,30	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	45,70	45,27	44,09	38,26	42,83	155,10	
P3 (g):	Peso Recipiente	36,03	35,36	34,50	34,86	39,03		
Pw (g):	Peso del Agua	3,73	3,96	4,01	0,77	0,86	28,20	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	9,67	9,91	9,59	3,40	3,80	155,10	
W (%):	Contenido de agua	38,57	39,96	41,81	22,65	22,63	18,18	

TAMIZADO			Peso inicial 138,85 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum.	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00	11,30	8,1%	8,1%	91,9%
½"	12,50			8,1%	91,9%
⅜"	9,50	3,00	2,2%	10,3%	89,7%
⅜"	4,75	10,50	7,6%	17,9%	82,1%
8	2,36			17,9%	82,1%
10	2,00	10,10	7,3%	25,1%	74,9%
12	1,68			25,1%	74,9%
16	1,19			25,1%	74,9%
30	0,60			25,1%	74,9%
40	0,425	19,10	13,8%	38,9%	61,1%
60	0,25			38,9%	61,1%
80	0,18			38,9%	61,1%
100	0,15			38,9%	61,1%
200	0,075	10,00	7,2%	46,1%	53,9%
Pasa 200		74,85	53,9%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		64,00			

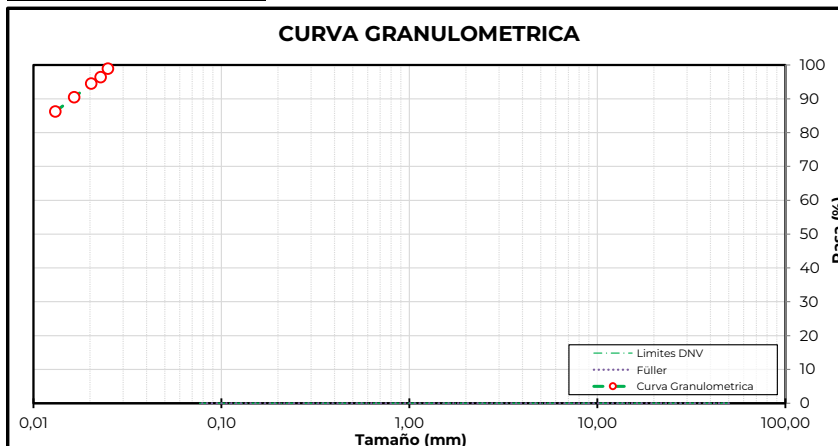
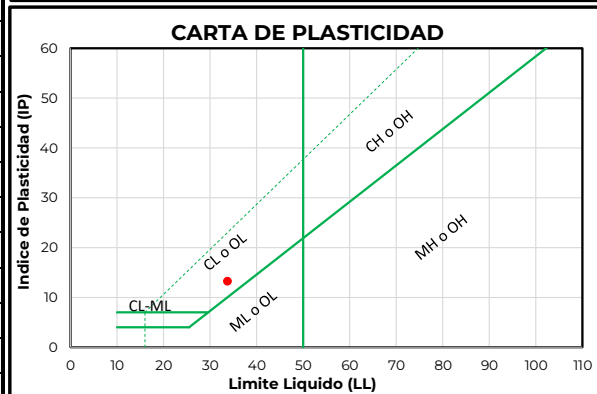
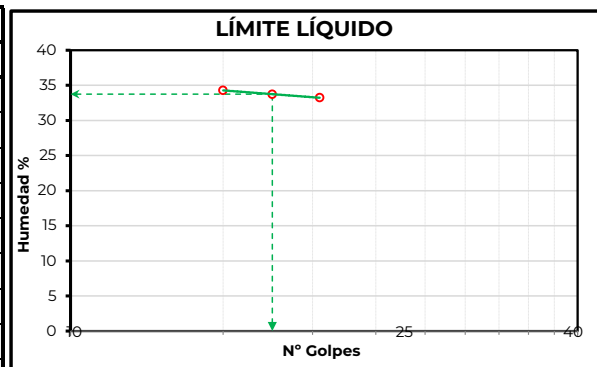


RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	40%
LÍMITE PLÁSTICO:	23%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	17%
PASA 200	54%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	4
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	921
P200 x LL	2141
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

FECHA			CLIENTE:	MINISTERIO DE VIVIENDA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DINISU	
4	3	2023	PROYECTO:	CA.003.SF - ESTUDIO DE SUELOS TOLEDO	
CATEO:			6	LOCALIZACIÓN:	Padrones No. 6367, 6368 y 6369 - Toledo, Canelones
MUESTRA:			2	OBSERVACIONES	
PROF:			1,0 m		

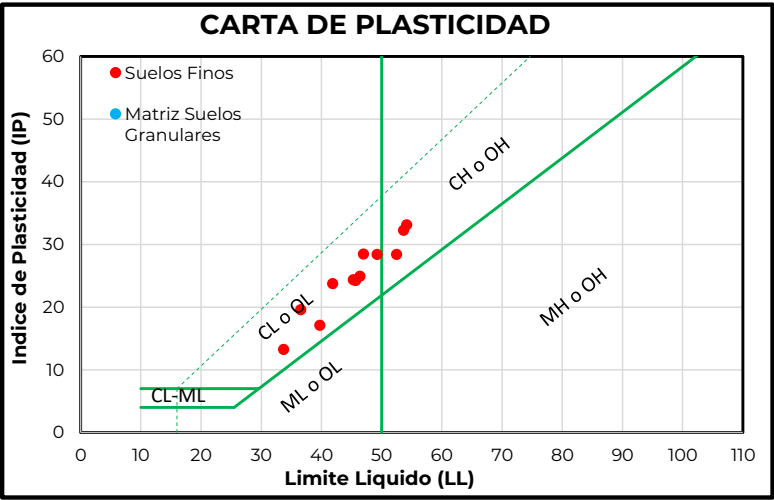
CALCULO DE LOS ENSAYOS		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD	
Numero de Ensayo		1	2	3	1	2	1	2
Golpes		31	25	20	-	-	-	-
PP:	Pesafiltro	28	27	40	72	68		
P1 (g):	Peso Recipiente + Suelo Húmedo	50,90	48,41	49,32	33,20	34,28	188,30	
P2 (g):	Peso Recipiente + Suelo Seco	46,04	44,70	45,50	32,42	33,44	169,50	
P3 (g):	Peso Recipiente	31,42	33,70	34,36	28,61	29,36		
Pw (g):	Peso del Agua	4,86	3,71	3,82	0,78	0,84	18,80	
Ps (g):	Peso Suelo Seco	14,62	11,00	11,14	3,81	4,08	169,50	
W (%):	Contenido de agua	33,24	33,73	34,29	20,47	20,59	11,09	

TAMIZADO			Peso inicial 166,35 g		
pg	mm	Retenido (g)	% Ret.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 ½"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 ½"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
¾"	19,00			0,0%	100,0%
½"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50	1,80	1,1%	1,1%	98,9%
4	4,75	4,20	2,5%	3,6%	96,4%
8	2,36			3,6%	96,4%
10	2,00	3,20	1,9%	5,5%	94,5%
12	1,68			5,5%	94,5%
16	1,19			5,5%	94,5%
30	0,60			5,5%	94,5%
40	0,425	6,70	4,0%	9,6%	90,4%
60	0,25			9,6%	90,4%
80	0,18			9,6%	90,4%
100	0,15			9,6%	90,4%
200	0,075	7,00	4,2%	13,8%	86,2%
Pasa 200		143,45	86,2%	100,0%	0,0%
TOTAL RET. (g)		22,90			



RESUMEN DE RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO:	34%
LÍMITE PLÁSTICO:	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	13%
PASA 200	86%
CLASIFICACIÓN AASHTO.:	A - 6
ÍNDICE DE GRUPO:	8
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	CL
P200 x IP	1140
P200 x LL	2910
GRADACIÓN DNV	N/A
FÚLLER	N/A
	N/A

Cateo	Muestra	Prof. (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	Pasa 200 (%)	MO (%)
RESUMEN DE RESULTADOS									
01	3	2,0	42	18	24	CL	A - 7 - 6	89	-
01	4	3,0	37	17	20	CL	A - 6	83	-
02	2	1,0	46	22	25	CL	A - 7 - 6	87	-
02	3	2,0	46	21	24	CL	A - 7 - 6	85	-
03	1	0,5	45	21	24	CL	A - 7 - 6	88	-
03	2	1,0	47	19	28	CL	A - 7 - 6	91	-
04	2	1,0	52	24	28	CH	A - 7 - 6	92	-
04	4	3,0	49	21	28	CL	A - 7 - 6	92	-
05	2	1,0	54	21	33	CH	A - 7 - 6	89	-
05	3	2,0	54	21	32	CH	A - 7 - 6	88	-
06	1	0,5	40	23	17	CL	A - 6	54	-
06	2	1,0	34	21	13	CL	A - 6	86	-



ANEXO 5

REGISTRO FOTOGRÁFICO

CATEO No. 1

	
M1	
M2	
M3	
M4	

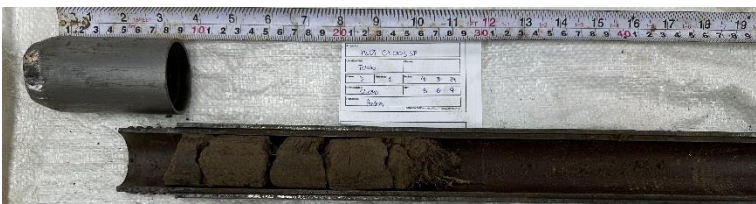
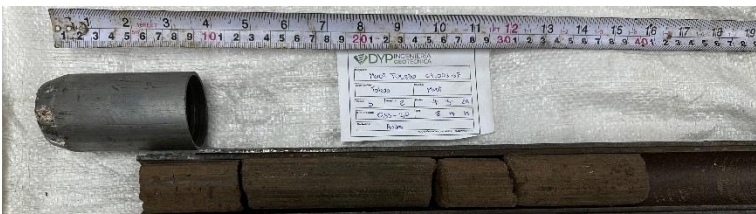
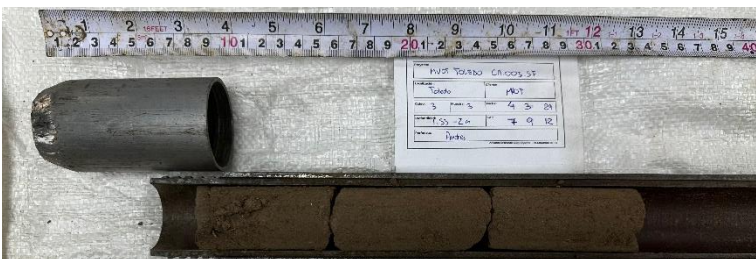
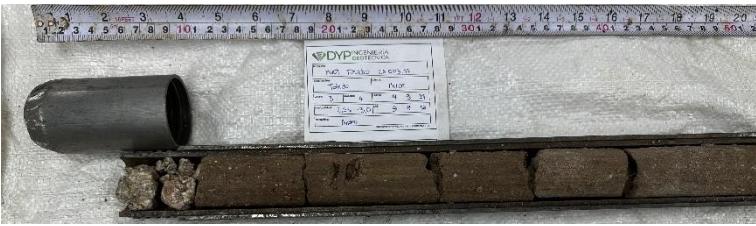
Rechazo a 3,13m

CATEO No. 2

	
M1	
M2	
M3	

Rechazo a 2,44m

CATEO No. 3

	
M1	
M2	
M3	
M4	

**Rechazo a
3,10m**



CATEO No. 4

	
M1	
M2	
M3	
M4	
Rechazo a 2,91m	

CATEO No. 5

	
M1	
M2	
M3	
Rechazo a 2,35m	

CATEO No. 6

	
M1	
M2	
M3	
Rechazo a 1,70m	