



GEO TECH

ENSAYOS DE SUELOS Y HORMIGONES

INVESTIGACIÓN DE SITIO ESTUDIO SANTA REGINA COLONIA



Fecha: 16/12/ 2022

Revisión 00

Rev.	Fecha/Emitido	Realizado	Aprobado	Comentarios
00	16/12/2022	MN-EN-GB	GS	Emisión Original

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVO.....	3
3	LOCALIZACIÓN.....	3
4	MARCO GEOLÓGICO	3
5	RECONOCIMIENTO GENERAL DEL PREDIO	5
6	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	5
6.1	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	5
6.2	EJECUCIÓN DE ENSAYOS	8
6.3	ENSAYO DE INFILTRACIÓN.....	10
6.4	LABORATORIO	10
6.4.1	CLASIFICACIÓN.....	10
6.4.2	POTENCIAL EXPANSIVO	10
6.5	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL DEL SUELO	11
6.6	DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE LA ROCA.....	12
6.7	DETERMINACIÓN NIVEL FREÁTICO.....	12
7	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS	12
7.1	EXCAVABILIDAD	13
7.2	FUNDACIÓN DIRECTA.....	13
7.3	COEFICIENTE DE BALASTO	14
8	RECOMENDACIÓN DE FUNDACIONES	15
8.1	MOVIMIENTO DE SUELOS	15
8.2	FUNDACIÓN MEDIANTE PLATEA	16
8.3	FUNDACIÓN CON BASES AISLADAS	16
9	CONSIDERACIONES.....	17

1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta el informe del estudio de suelos elaborado en la localidad de Santa Regina, en el padrón N° 17685, departamento de Colonia.

2 OBJETIVO

Los trabajos realizados tienen como objeto caracterizar el suelo del predio a partir de la realización de un ensayo SPT hasta una profundidad de tres metros, una calicata y un ensayo de infiltración.

3 LOCALIZACIÓN

El sitio se encuentra en la localidad Santa Regina, departamento de Colonia.

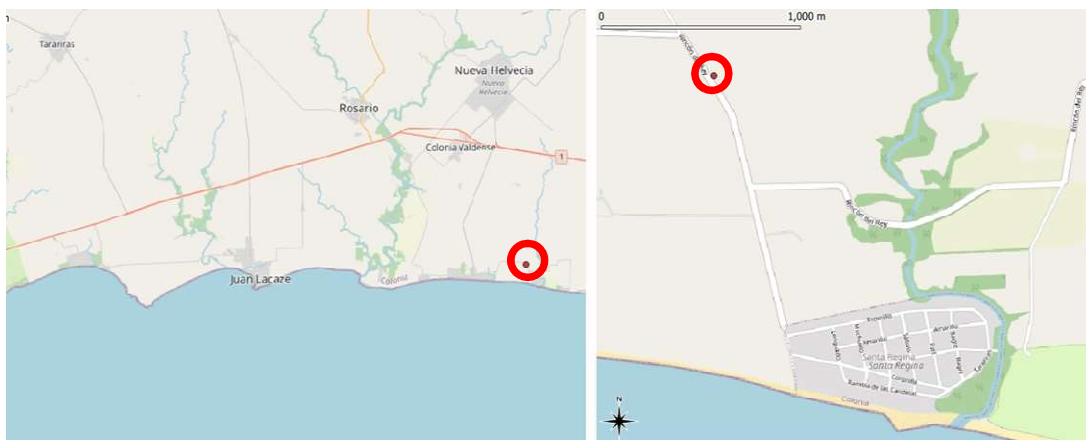


Ilustración 1. Izq) Ubicación General. Der) Ubicación General en localidad.

4 MARCO GEOLÓGICO

El sitio se localiza en una zona bastante plana, con pendiente suave hacia el sureste, en cotas entre 27 y 20 metros sobre el nivel del mar. El sitio de los cateos se encuentra sobre Formación Libertad, a la cual se le asocia suelos finos limo-arcillosos, marrones-pardos, con intercalaciones de precipitaciones de carbonato de calcio. Hacia el sur, y estratigráficamente por encima, se encuentran las arenas costeras actuales, las cuales se conforman por

sedimentos de arenas finas a gruesas y gravillosas de color blanco-amarillento de compuestos por cuarzo-feldespatos, con esporádicos clastos de naturaleza polimíctica.

Hacia el este de la zona, aflora Formación Camacho la cual se le asocian suelos arenosos rosados a grisáceos, con niveles finos limo-arcillosos intercalados. Esta Formación suele presentar cementación carbonática, habiendo niveles de caliche, con mayor resistencia a la deformación.

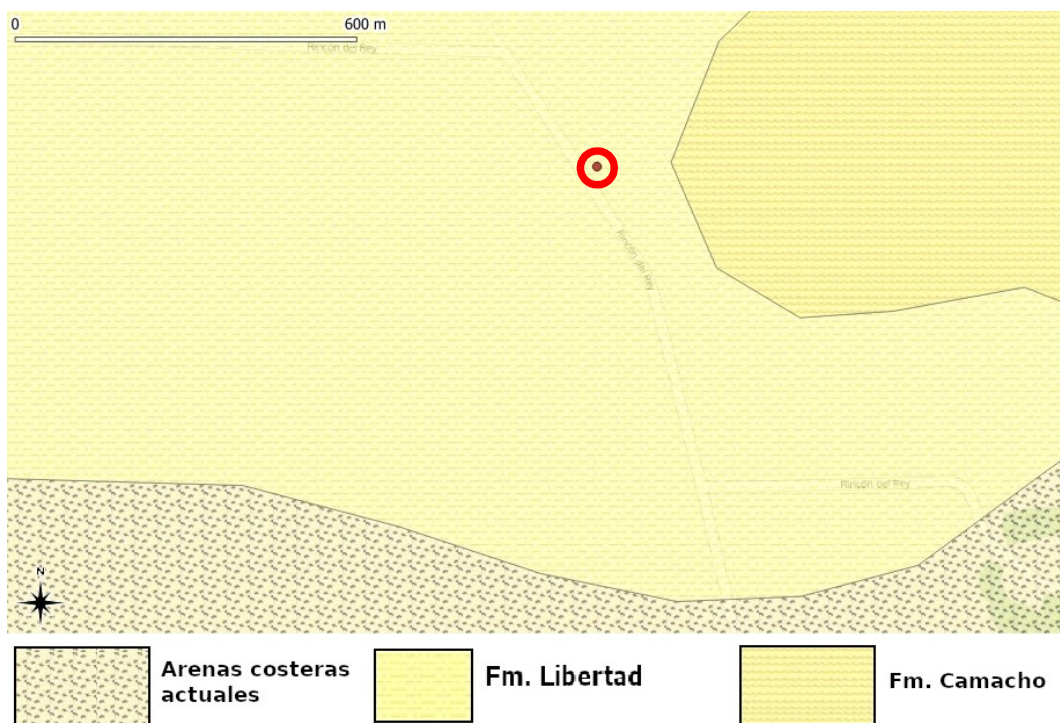


Ilustración 2. Mapa geológico de la región. Fuente: Mapa Geológico del Departamento de Canelones a escala 1:100.000.

5 RECONOCIMIENTO GENERAL DEL PREDIO

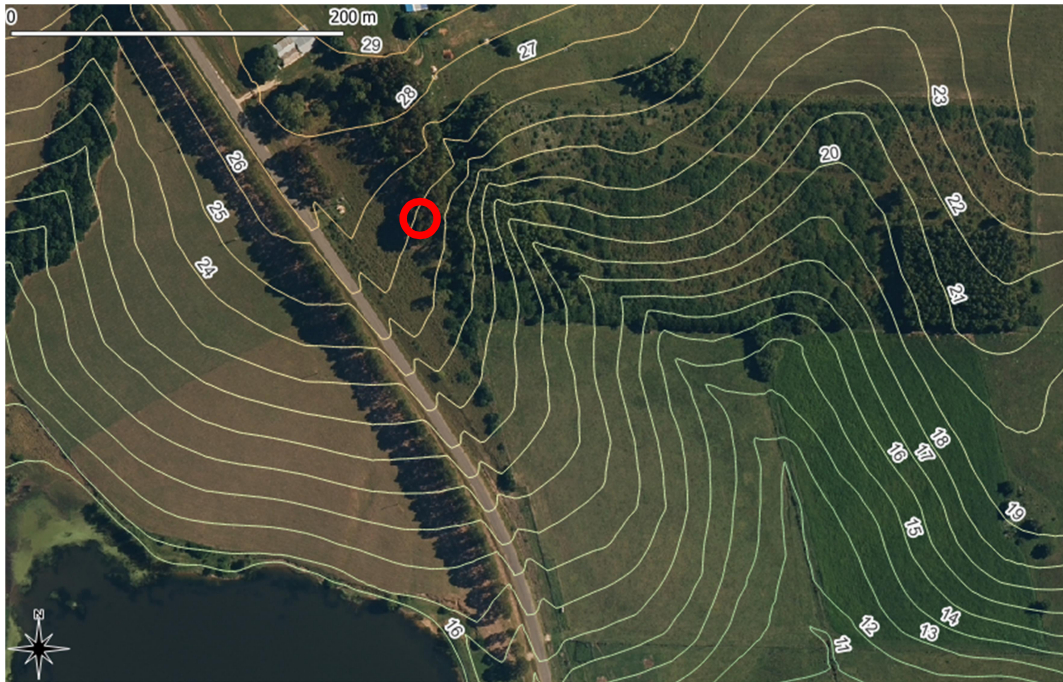


Ilustración 3. Curvas topográficas del predio. Fuente: IdeUy.

Visualmente se aprecia un terreno relativamente plano, sin ondulaciones. La pendiente promedio del terreno es de 2.3 % y la inclinación máxima de 6.8 %.

6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

A continuación, se presenta un resumen de los resultados de los ensayos ejecutados en campo y laboratorio.

6.1 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Se ejecutó el ensayo de penetración estándar, comúnmente conocido como SPT (Standard Penetration Test), que consiste (según la norma ASTM D-1586) en penetrar en el suelo un saca-muestras (Split Spoon) normalizado (Ver Ilustración), dejando caer un martillo de 63,5 kg de peso, sobre la barra de perforación desde una altura de 76 cm; el número de golpes

necesarios para introducir el saca-muestras 30 cm en el suelo es definido como el valor N. De acuerdo a la norma, este ensayo puede ser realizado sobre suelos granulares, arcillas y rocas suaves.



Ilustración 4. Muestreador estándar o cuchara partida (Split Spoon) utilizado durante la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).

A partir del número de golpes y del tipo de suelo, mediante el uso de correlaciones internacionalmente conocidas es posible estimar las propiedades y parámetros geomecánicos del suelo.

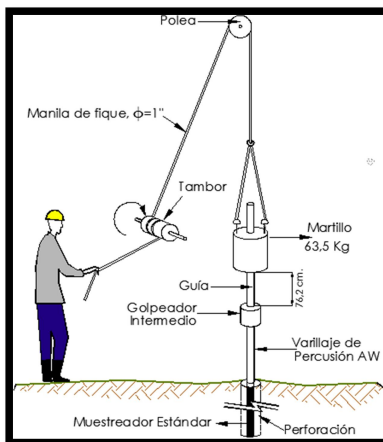


Ilustración 5. Equipo de perforación por sistema a percusión, utilizado para realizar ensayos de penetración estándar.

Las muestras recuperadas con la cuchara normal de muestreo (Split Spoon), se denominan muestras alteradas, y son almacenadas en bolsas plásticas.

Los resultados de la prueba de penetración estándar se pueden correlacionar con algunas características físicas del suelo, como es la Compacidad Relativa para materiales granulares y la Consistencia para materiales cohesivos.

Tabla 1. Grados de Compacidad relativa y Consistencia según el Valor N.

MATERIAL GRANULAR		MATERIAL COHESIVO	
Valor N	Compacidad Relativa	Valor N	Consistencia
0 - 4	Muy Suelta	0 - 2	Muy Blanda
4 - 10	Suelta	2 - 4	Blanda
10 - 30	Media	4 - 8	Media
30 - 50	Compacta	8 - 15	Firme
Mas de 50	Muy Compacta	15 - 30	Muy Firme
		Mas de 30	Dura

6.2 ENSAYO DE PERMEABILIDAD EN SUELOS

6.2.1 INFILTRACIÓN A CARGA CONSTANTE

Se siguieron las directrices del “Manual de Ensayos de Permeabilidad en Suelos” de la Asociación Brasileira de Geología de Ingeniería. De acuerdo al manual se realiza un ensayo de infiltración en un pozo construido con dimensiones conocidas, y en el que no se alcanza la profundidad del nivel freático. En dicho pozo se realizan mediciones de volumen infiltrado en intervalos de tiempo conocidos (caudal), con una carga hidráulica conocida y constante. A partir de estos parámetros y siguiendo el modelo propuesto en el Manual, se estima una conductividad hidráulica (permeabilidad para el suelo ensayado).

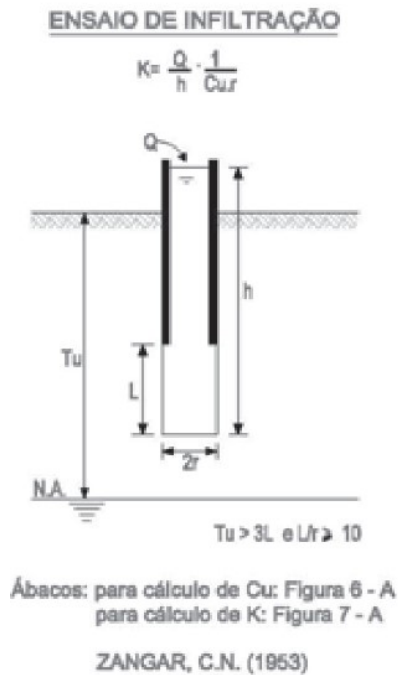


Ilustración 6. Esquema de ensayo de infiltración a carga constante (Fuente: “Manual de Ensayos de Permeabilidad en Suelos” de la Asociación Brasileira de Geología de Ingeniería).

6.3 EJECUCIÓN DE ENSAYOS

En total se realizaron dos (2) ensayos SPT y una Calicata. La ubicación de cada ensayo y sus coordenadas se presentan en la ilustración 6 y en la Tabla 2 respectivamente, el resumen de los ensayos se presenta en la Tabla 3.



Ilustración 6. Ubicación de los SPT realizados.

Tabla 2. Coordenadas de los ensayos realizados (Coordenadas X e Y UTM 21H).

Ensayo	X (m)	Y (m)
Spt1	481079	6190660
Spt2	481098	6190671
Calicata 1	481116	6190597

Tabla 3. Resumen de la ejecución del ensayo SPT.

PERFORACIÓN No. 01				PERFORACIÓN No. 02			
PROFUNDIDAD (m)	VALOR Ncampo	MATERIAL	COMPACIDAD / CONSISTENCIA	PROFUNDIDAD (m)	VALOR Ncampo	MATERIAL	COMPACIDAD / CONSISTENCIA
0,00 a 0,45	2	Limo + Arcilla	Muy Blanda	0,00 a 0,45	2	Limo + Arcilla	Muy Blanda
0,55 a 1,00	18	Limo + Arcilla	Muy Firme	0,55 a 1,00	19	Limo + Arcilla	Muy Firme
1,55 a 2,00	23	Arcilla + Arena	Muy Firme	1,55 a 2,00	20	Arcilla + Arena	Muy Firme
2,55 a 3,00	32	Arena + Arcilla	Compacta	2,55 a 3,00	27	Arena + Arcilla	Media
No se encontro nivel freatico				No se encontro nivel freatico			
Sin desmoronamientos, no fue necesario el uso de Bentonita				Sin desmoronamientos, no fue necesario el uso de Bentonita			

PERFORACIÓN Calicata 1			
PROFUNDIDAD (m)	VALOR Ncampo	MATERIAL	COMPACIDAD / CONSISTENCIA
0,00 a 0,45	2	Limo + Arcilla	Muy Blanda
0,55 a 1,00	24	Arcilla + Arena	Muy Firme
1,55 a 2,00	12	Arena + Arcilla	Media
No se encontro nivel freatico			
Sin desmoronamientos, no fue necesario el uso de Bentonita			

6.4 ENSAYO DE INFILTRACIÓN

Se realizó un ensayo de infiltración adyacente al punto SPT1. Para un pozo de 1,45 m de profundidad se obtuvieron valores de permeabilidad estables de $5,0 \times 10^{-8}$ m/s.

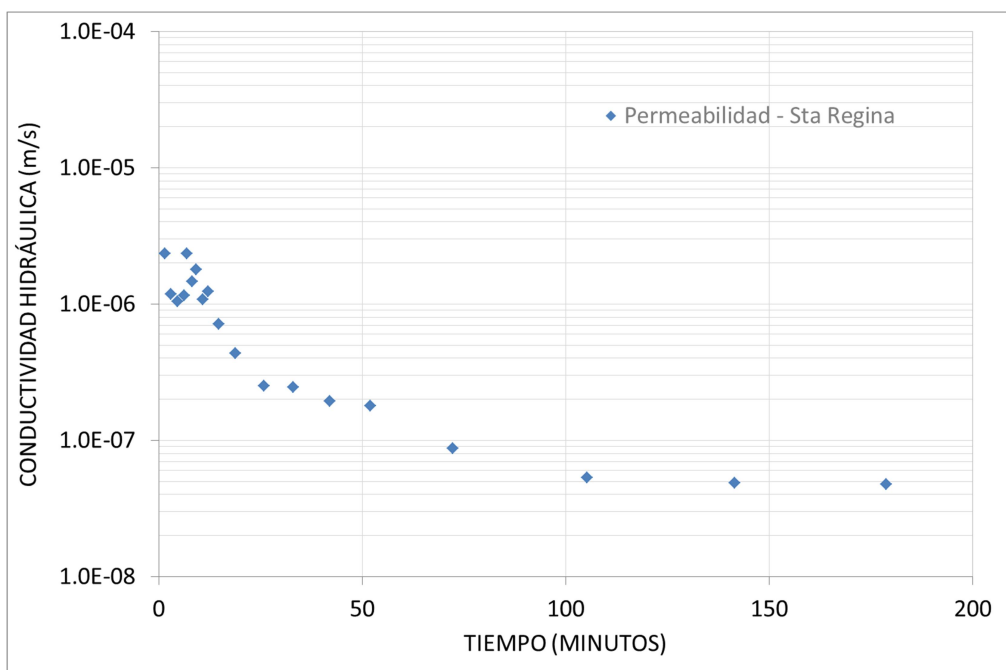


Ilustración 7. Ubicación de los SPT realizados

6.5 LABORATORIO

6.5.1 CLASIFICACIÓN

Se realizaron siete (7) clasificaciones de las muestras más representativas de cada cateo. Los suelos fueron todos clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como CL (suelos arcillosos de baja compresibilidad), CH (suelos arcillosos de alta compresibilidad), SC (suelos arenosos arcillosos) y SM (suelos arenosos limosos).

6.5.2 POTENCIAL EXPANSIVO

Las muestras ensayadas, algunas presentaron un contenido elevado de arcilla en la matriz que permitió la ejecución de ensayos de Límites de Atterberg, de estos ensayos se tuvo como resultado que las muestras presentan un índice de Plasticidad mínimo de 11 y máximo de 29.

Como consecuencia, el suelo tiene un potencial expansivo Medio a Alto, (Ver Tabla 4) en los sitios donde estos se encuentran. Según Criterios de expansividad (Recopilados por R. Ortiz, 1975), la Presión de hinchamiento puede alcanzar valores de hasta 3.0 kg/cm² (considerando el valor máximo de IP).

Tabla 4. Criterios de expansividad (Recopilados por R. Ortiz, 1975)

Expansividad	IP	LL	Presión 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

6.6 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PERFIL DEL SUELO

Se encontraron perfiles similares para los tres cateos. El horizonte más orgánico superficial, no superó en ninguno de los casos los 0,50 m de profundidad. A partir de 0.5 m hasta 1.6 m de profundidad, se observan suelos finos limo-arcillosos, de baja humedad y plasticidad. A partir de esta profundidad, comienza a aumentar el contenido de arenas medias a gruesas del suelo, que se hace mayor a mayor profundidad. Esta transición de suelos finos a arenosos se dio a distintas profundidades en los tres cateos: a los 1,6 m en SPT1, A los 1,8 m en SPT2 y a los 1,3 m en la Calicata 1.

El resumen de los resultados obtenidos se encuentra a continuación:

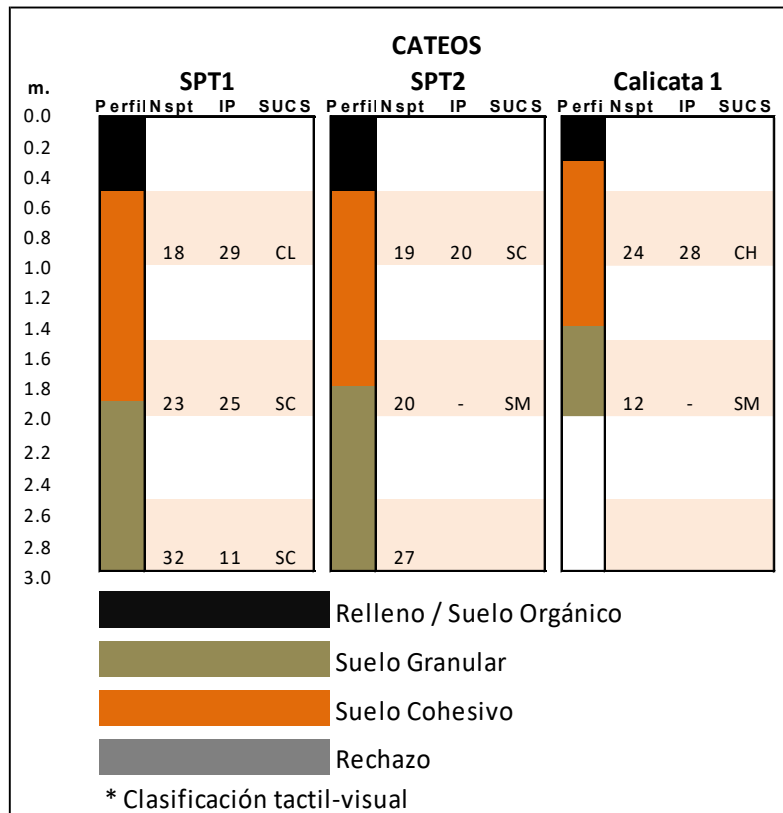


Ilustración 7. Diagrama de con los perfiles de suelo para los cateos realizados.

6.7 DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE LA ROCA

En ninguno de los cateos se alcanzó el rechazo.

6.8 DETERMINACIÓN NIVEL FREÁTICO

No se alcanzó el nivel freático en ninguno de los cateos.

7 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

Teniendo en cuenta el perfil del terreno determinado con el análisis de las muestras obtenidas de las perforaciones y la interpretación de los resultados de laboratorio, se tiene que, en superficie, luego de superada la capa de relleno y suelo orgánico de aproximadamente 40 cm desde la superficie, se encuentra un suelo limo-arcilloso, y por debajo de este se da una

transición a litologías más arenosas. Para profundidades mayores a 1 metro se obtienen capacidades portantes buenas.

7.1 EXCAVABILIDAD

Calicata 1: Puede excavarse hasta 2 m de profundidad con retroexcavadora.

7.2 FUNDACIÓN DIRECTA

Con las medidas aproximadas de resistencia al corte, obtenidas con el Ensayo de Penetración Estándar, se calculó la tensión admisible por medio de la Ecuación General de la Capacidad de Carga (Propuesta por Terzaghi y modificada posteriormente por diversos autores). Se considera una fundación cuadrada de ancho 1.5 m y un factor de seguridad de 3. Con esta ecuación e hipótesis, se obtiene una tensión admisible variable en la profundidad (Ver Ilustración 8), teniendo **1.5 kg/cm²** a **1 m** de profundidad, alcanzando los **1.9 kg/cm²** a **2.0 m** de profundidad. Estas tensiones son calculadas teniendo en cuenta que se mantendrá el nivel actual del terreno natural, en caso de que en las construcciones proyectadas se recomponga la superficie dejando el nivel de construcción por debajo del nivel actual, se deberá recalcular la tensión admisible.

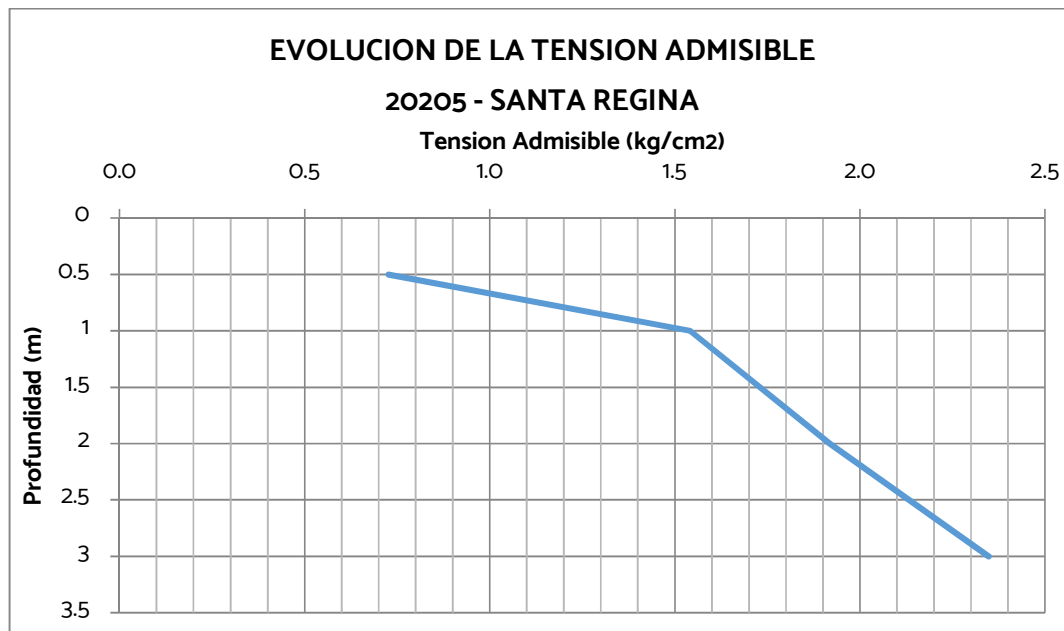


Ilustración 8. Tensión Admisible Fundaciones Directas

Es importante aclarar que la capacidad de carga en arcillas es sensible a cambios de humedad de esta, por lo que un aumento significativo de la humedad del suelo producto de agua de infiltración o elevación del nivel freático puede disminuir de forma importante su capacidad.

7.3 COEFICIENTE DE BALASTO

En cuanto al coeficiente de balasto o Modulo de Reacción de la Subrasante para Esfuerzos Verticales k_v , se realizó una estimación a partir de los ensayos de SPT y correlaciones propuestas por Terzaghi (ver Ilustraciones 9 y 10). Estos valores son conservadores ya que es la resultante de estimaciones empíricas, en caso de requerir valores más ajustados, se deberán realizar ensayos de placa de carga.

Los coeficientes de balasto, vertical y horizontal se obtienen a partir de las siguientes expresiones que dependen de la profundidad:

$$k_v = n_v \cdot \frac{z}{B}$$

$$k_h = n_h \cdot \frac{z}{B}$$

Asumiendo un ancho B de contacto entre estructura y suelo de 0.3 m, se obtienen los valores presentados en los gráficos de la Ilustración 9.

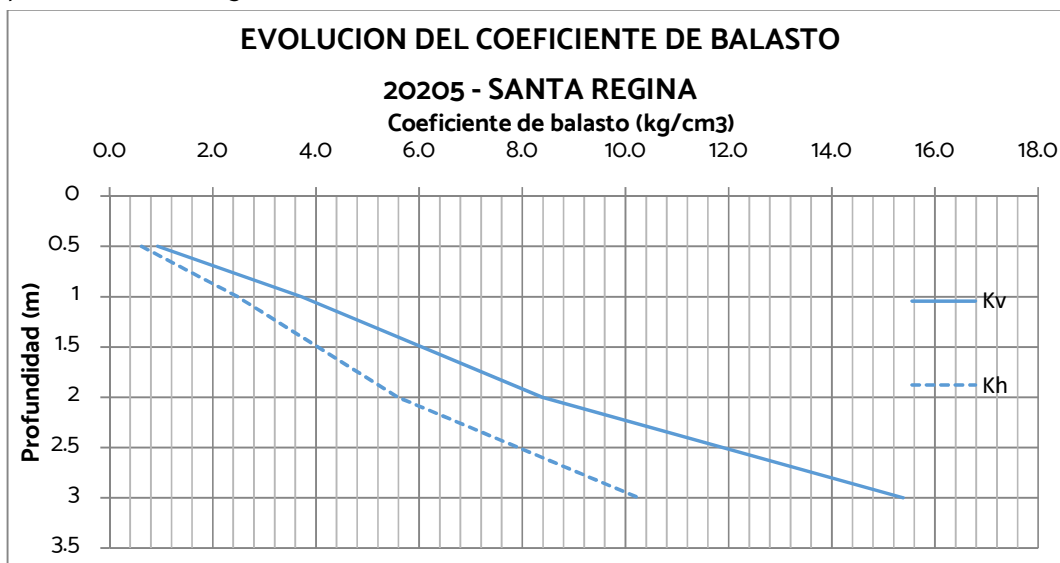


Ilustración 9. Evolución del Coeficiente de Balasto en profundidad.

8 RECOMENDACIÓN DE FUNDACIONES

A continuación, se realizan una serie de recomendaciones tendientes a dar una idea de las fundaciones que pueden realizarse en el proyecto.

8.1 MOVIMIENTO DE SUELOS

Teniendo en cuenta que en las perforaciones realizadas se encontraron restos de suelos orgánicos, mezclados con material de relleno, hasta profundidades de entre 0.4 m, se recomienda reemplazar el suelo hasta dicha profundidad por un material granular NO PLÁSTICO. El terraplenado para el reemplazo del suelo orgánico se debe realizar en capas, alcanzando al menos 95 % del peso unitario seco máximo (PUSM) del ensayo Proctor modificado del material de aporte.

El material recomendado para el relleno y previo al inicio del paquete estructural, debería ser no plástico, con un CBR mayor a 5 al 100 % del PUSM con una expansión con sobrecarga nominal menor a 1 %, el índice de plasticidad debería en todo caso ser menor a 5 o directamente No Plástico.

Con este material y con una compactación adecuada, se pueden alcanzar tensiones admisibles del orden de **1.0 kg/cm²**.

Es importante aclarar que la profundidad informada es una recomendación saliente de la identificación de estratos orgánicos que pueden llegar a alcanzar esta profundidad, sin embargo, es durante la ejecución de las obras en donde se deberá validar la aparición de este estrato y el retiro de este, no se descarta que existan sectores en donde el suelo orgánico como tal alcance espesores mayores o menores al detallado.

8.2 FUNDACIÓN MEDIANTE PLATEA

Una vez realizado el reemplazo del material orgánico, se deberá instalar un paquete de material granular y posteriormente la platea de fundación rígida. Esta platea deberá ser diseñada teniendo en cuenta los posibles esfuerzos generados en esta debido a cambios volumétricos en la arcilla.

Sin embargo, en el entendido de que se reemplazara una capa de suelo orgánico por un material preferiblemente no plástico, más el adecuado manejo de desagües pluviales (canalizaciones, colectores, veredas perimetrales, retiro de árboles y raíces, entre otros), los cambios de humedad en la arcilla bajo el paquete estructural deberían ser bajos.

Con este material y con una compactación adecuada, se pueden alcanzar tensiones admisibles del orden de **1.0 kg/cm²**.

8.3 FUNDACIÓN CON BASES AISLADAS

En caso de contemplar bases aisladas, se deben alcanzar las profundidades necesarias (en cuanto a tensiones admisibles) indicadas en la Ilustración 8, en todo caso, las fundaciones deberán quedar por debajo del nivel del estrato orgánico o el material de relleno no consolidado.

Cabe resaltar que es necesario realizar un reemplazo de al menos 40 cm bajo la fundación por un material granular compactado en capas, en cuanto a las paredes de la excavación, se deben evitar desmoronamientos que contaminen el hormigón de la fundación en la etapa constructiva.

Posterior al hormigonado, se deberá recomponer la excavación con material extraído de la misma y compactado en capas al menos al 95 % del Proctor Modificado.

En cuanto a las vigas, estas deberán ser descalzadas para evitar posibles cambios volumétricos de la arcilla que afecten su integridad, previendo adecuadamente los desagües pluviales (canalizaciones, colectores, veredas perimetrales, entre otros) con miras a mitigar el efecto de esta en la infiltración a los estratos inferiores.

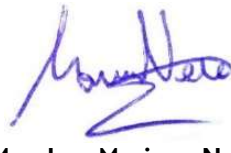
9 CONSIDERACIONES

- El perfil estratigráfico este compuesto por un estrato de suelos arcillosos, en profundidad se presenta una transición a suelos más arenosos. El estrato arcilloso presenta potenciales expansivos medios a altos, por lo que deberán tomarse precauciones para evitar cambios de humedad que generen expansiones y contracciones en el suelo.
- Se deberán prever adecuadamente los desagües pluviales y se deberán construir veredas perimetrales, de recomendación mínima 1.0 m de ancho a fin de evitar acumulaciones de aguas e infiltración. Así mismo se deberán retirar árboles, troncos y raíces en cercanía con las estructuras.
- No se detectó la presencia de un nivel freático.
- No se encontraron evidencias del basamento cristalino.
- Se debe descartar todo horizonte vegetal y orgánico bajo fundaciones y contrapisos.
- El suelo no presento desmoronamientos, no fue necesario realizar encamisado en las perforaciones. Por debajo de esa profundidad el suelo puede perder cohesión.
- En caso de que la obra proyectada contemple fundación directa, se deberá tener en cuenta la Tensión admisible informada en la Ilustración 8, así mismo, se recomienda realizar un retiro de al menos 40 cm del suelo natural por debajo de la fundación y reemplazarlo por un material preferiblemente NO PLÁSTICO. El proyectista será responsable de definir el reemplazo de estos 40 cm, los cuales pueden ser como los indicados en este documento o con una combinación de toscas y tosca-cemento u hormigón de limpieza.

- Al realizar las excavaciones para alcanzar el nivel de fundación se debe tener precaución para que el suelo no pierda humedad, cubriéndolo con el material de reemplazo lo antes posible.
- Es importante aclarar que lo indicado en este documento son recomendaciones y por lo que es responsabilidad del proyectista el diseño y cálculo de las estructuras de fundación de la obra de referencia.



Ing. Guillermo Santellán



Msc. Ing. Mariano Neme

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRÁFICO

SPT1

S1M1



S1M2



S1M3



SPT2

S1M1



S1M2



Calicata 1

C1M1





C1M2





ANEXO 2

RESULTADOS DE LABORATORIO Y PLANILLAS DE PERFORACIÓN

			REGISTRO DE PERFORACIÓN (EJECUCIÓN DEL ENSAYO SPT)				CÓDIGO: F-016		ELABORO: JP		FECHA DE APROBACIÓN: 20/11/2019	
VERSIÓN: 01			APROBÓ: JP									
FECHA INICIO			FECHA FINALIZACIÓN			PROYECTO: REMOCIÓN DE ARSÉNICO						
7	12	22	7	12	22	LOCALIZACIÓN: SANTA REGINA						
PERFORACIÓN No.: SPT 1			CLIENTE: CSI									
EQUIPO: GT 02			PROFUNDIDAD DE LA PERFORACIÓN: 3.00 m			NIVEL FREÁTICO: N/A		HOJA 01 DE 01				
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD			FECHA DD/MM/AA	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO	PERFORADOR RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO Y OBSERVACIONES		
			N1 (15 cm)	N2 (30 cm)	N3 (45 cm)							
0.00 a 0.45	1	SPT	1	1	1	07-Dec	-	N/A	Santiago Iriondo			
0.55 a 1.00	2	SPT	6	8	10	07-Dec	40 cm	N/A	Santiago Iriondo	Limo con presencia de carbonato		
1.55 a 2.00	3	SPT	10	11	12	07-Dec	45 cm	N/A	Santiago Iriondo	Limo con presencia alta de carbonato		
2.55 a 3.00	4	SPT	15	16	16	07-Dec	45 cm	N/A	Santiago Iriondo	Arena, humedad baja con presencia alta de carbonato		
a												
a												
a												
a												
a												
NOTA: (SPT) MUESTRA TOMADA CON CUCHARA SPT; (TS) MUESTRA TOMADA CON TUBO SHELBY; (L) AVANCE SIN SPT; (C) Calicata												
REVISÓ:		JP	APROBÓ:		JP							

			REGISTRO DE PERFORACIÓN (EJECUCIÓN DEL ENSAYO SPT)						CÓDIGO: F-016		ELABORO: JP		FECHA DE APROBACIÓN: 20/11/2019	
									VERSIÓN: 01		APROBÓ: JP			
FECHA INICIO			FECHA FINALIZACIÓN			PROYECTO: REMOCIÓN DE ARSÉNICO								
7	12	22	7	12	22	LOCALIZACIÓN: CALICATA SANTA REGINA								
PERFORACIÓN No.: Calicata 1			CLIENTE: CSI											
EQUIPO: GT 02			PROFUNDIDAD DE LA PERFORACIÓN: 2.00 m			NIVEL FREÁTICO: N/A			HOJA 01 DE 01					
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD			FECHA DD/MM/AA	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO	PERFORADOR RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO Y OBSERVACIONES				
			N1 (15 cm)	N2 (30 cm)	N3 (45 cm)									
0.00 a 0.45	1	SPT	1	1	1	07-Dec	-	N/A	Santiago Iriondo					
0.55 a 1.00	2	SPT	7	10	14	07-Dec	45 cm	N/A	Santiago Iriondo	Tierra negra, transición a arcilla con presencia de carbonato				
1.55 a 2.00	3	SPT	8	7	5	07-Dec	45 cm	N/A	Santiago Iriondo	Arena gruesa con presencia de carbonato				
a														
a														
a														
a														
a														
a														
a														
NOTA: (SPT) MUESTRA TOMADA CON CUCHARA SPT; (TS) MUESTRA TOMADA CON TUBO SHELBY; (L) AVANCE SIN SPT; (C) Calicata														
			REVISÓ:		JP		APROBÓ:		JP					

			REGISTRO DE PERFORACIÓN (EJECUCIÓN DEL ENSAYO SPT)				CÓDIGO: F-016		ELABORO: JP		FECHA DE APROBACIÓN: 20/11/2019	
							VERSIÓN: 01		APROBÓ: JP			
FECHA INICIO			FECHA FINALIZACIÓN			PROYECTO: REMOCIÓN DE ARSÉNICO						
7	12	22	7	12	22	LOCALIZACIÓN: SANTA REGINA						
PERFORACIÓN No.: SPT 02			CLIENTE: CSI									
EQUIPO: GT 02			PROFUNDIDAD DE LA PERFORACIÓN: 3.00 m			NIVEL FREÁTICO: N/A		HOJA 01 DE 01				
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No.	TIPO DE MUESTRA	ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD			FECHA DD/MM/AA	RECUPERACIÓN	DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO	PERFORADOR RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO Y OBSERVACIONES		
			N1 (15 cm)	N2 (30 cm)	N3 (45 cm)							
0.00 a 0.45	1	SPT	-	-	-	07-Dec	-	N/A	Santiago Iriondo	-		
0.55 a 1.00	2	SPT	-	10	9	07-Dec	-	N/A	Santiago Iriondo	-		
1.55 a 2.00	3	SPT	10	10	10	07-Dec	45 cm	N/A	Santiago Iriondo	Arcilla y arena con carbonato		
2.55 a 3.00	4	SPT	11	13	14	07-Dec	30 cm	N/A	Santiago Iriondo	Carbonato y arcilla, transición a arena fina		
a												
a												
a												
a												
a												
NOTA:			(SPT) MUESTRA TOMADA CON CUCHARA SPT; (L) MUESTRA TOMADA CON TUBO SHELBY; (L) AVANCE SIN SPT; (C) Calicata									
REVISÓ:			JP		APROBÓ:		JP					

			REGISTRO ENSAYO DE INFILTRACIÓN			CÓDIGO: F-035	ELABORO: GB	FECHA DE APROBACIÓN: 20/11/2022	
						VERSIÓN: 01	APROBÓ: GS		
FECHA INICIO			FECHA FINALIZACIÓN			PROYECTO: Arsénico		PROFUNDIDAD DEL POZO (m): 1.45 m	
7	12	22	7	12	22	LOCALIZACIÓN: Sta. Regina		DIAMETRO DEL POZO (m): 0.111	
ENSAYO No.: 1 (Samta Regina)			CLIENTE: CSI			ESPESOR INFILTRADO (m): 1.2 m			
PERMEABILIDAD ESTABILIZADA: 5.0E-8 m/s			ALTURA COLUMNA DE AGUA: 2.13 m			NIVEL FREÁTICO: n/a	Cu: 40		
Recarga (lts)		Tiempo cronómetro (hh:mm:ss)		Lectura volumen (L)	Volumen intervalo (L)	Caudal (L/s)		Conductividad hidráulica (m/s)	
			0:00:00	4.00	0.00	0.00000		0	
			0:00:32	4.50	0.50	0.01563		3.3E-06	
			0:00:59	5.00	0.50	0.01852		3.9E-06	
			0:01:37	5.50	0.50	0.01316		2.8E-06	
			0:02:28	6.00	0.50	0.00980		2.1E-06	
			0:04:55	6.50	0.50	0.00340		7.2E-07	
			0:39:30	7.00	0.50	0.00024		5.1E-08	
			0:41:00	8.00	1.00	0.01111		2.3E-06	
			0:42:30	8.50	0.50	0.00556		1.2E-06	
			0:44:11	9.00	0.50	0.00495		1.0E-06	
			0:45:43	9.50	0.50	0.00543		1.1E-06	
			0:46:28	10.00	0.50	0.01111		2.3E-06	
			0:47:40	10.50	0.50	0.00694		1.5E-06	
			0:48:39	11.00	0.50	0.00847		1.8E-06	
			0:50:17	11.50	0.50	0.00510		1.1E-06	
			0:51:43	12.00	0.50	0.00581		1.2E-06	
			0:54:12	12.50	0.50	0.00336		7.1E-07	
			0:58:16	13.00	0.50	0.00205		4.3E-07	
			1:05:17	13.50	0.50	0.00119		2.5E-07	
			1:12:29	14.00	0.50	0.00116		2.4E-07	
			1:21:33	14.50	0.50	0.00092		1.9E-07	
13.5			1:21:33	1.00					
			1:31:25	1.50	0.50	0.00084		1.8E-07	
			1:51:42	2.00	0.50	0.00041		8.7E-08	
			2:24:49	2.50	0.50	0.00025		5.3E-08	
			3:01:05	3.00	0.50	0.00023		4.9E-08	
			3:38:13	3.50	0.50	0.00022		4.7E-08	
						REVISÓ:	GS	APROBÓ:	GS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: Calicata 1
PROFUNDIDAD: 1 m
MUESTRA: C1M1

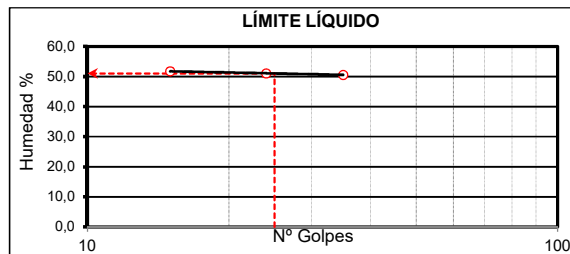
LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes	15	24	35
Recipiente N°	810	820	830
P ₁	42,49	37,20	44,20
P ₂	35,47	31,73	36,89
P ₃	21,90	21,02	22,43
P _w	7,02	5,47	7,31
P _s	13,57	10,71	14,46
W%	51,73	51,07	50,55

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°	27	29	93
P ₁	33,71	33,23	949,80
P ₂	32,15	31,76	823,40
P ₃	25,40	25,40	47,90
P _w	1,56	1,47	126,40
P _s	6,75	6,36	775,50
W%	23,11	23,11	16,30

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRANULOMETRÍA - ASTM D422

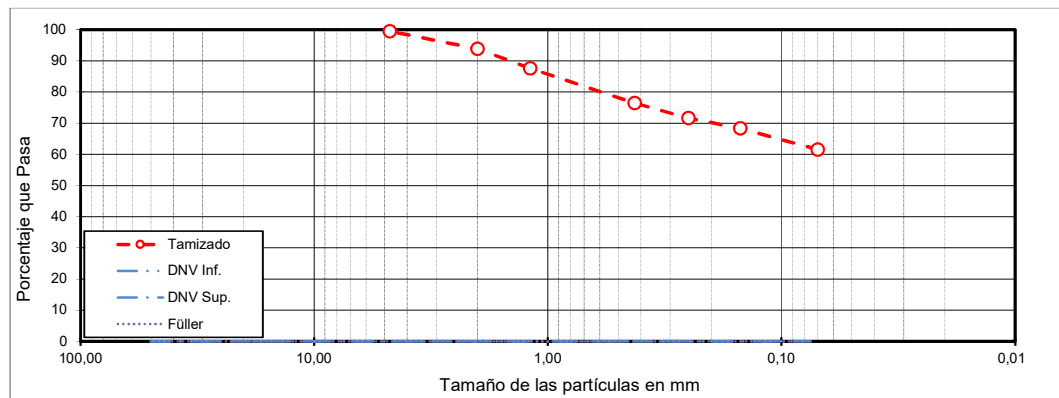
Peso inicial: 255,20 g			Peso final: 98,10 g		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso Retenido	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 1/2"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
3/4"	19,00			0,0%	100,0%
1/2"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
No. 4	4,75	1,20	0,5%	0,5%	99,5%
No. 8	2,36			0,5%	99,5%
No. 10	2,00	14,50	5,7%	6,2%	93,8%
No. 12	1,68			0,5%	93,8%
No. 16	1,19	15,90	6,2%	12,4%	87,6%
No. 30	0,60			0,5%	87,6%
No. 40	0,425	28,40	11,1%	17,3%	76,5%
No. 60	0,25	12,40	4,9%	5,3%	71,6%
No. 80	0,18			12,4%	71,6%
No. 100	0,15	8,40	3,3%	3,8%	68,3%
No. 200	0,07	17,30	6,8%	19,2%	61,6%
Pasa 200		157,10	61,6%	80,7%	0,0%
Total		255,20			

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: 51,0 %
LÍMITE PLÁSTICO: 23,1 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 27,9 %
GRAVAS: 0,5 %
ARENAS: 38,0 %
FINOS: 61,6 %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO: 14
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: CH
Cu: 1,0
Cc: 1,0
E.A.: %

GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
N/A
N/A



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: Calicata 1
PROFUNDIDAD: 2 m
MUESTRA: C1M2

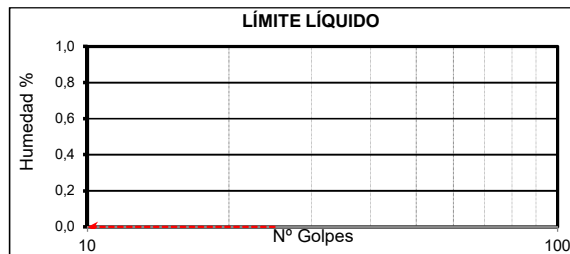
LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes			
Recipiente N°			
P1			
P2			
P3			
P _w			
P _s			
W%			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°			88
P ₁			868,80
P ₂			814,70
P ₃			50,30
P _w			54,10
P _s			764,40
W%			7,08

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRANULOMETRÍA - ASTM D422

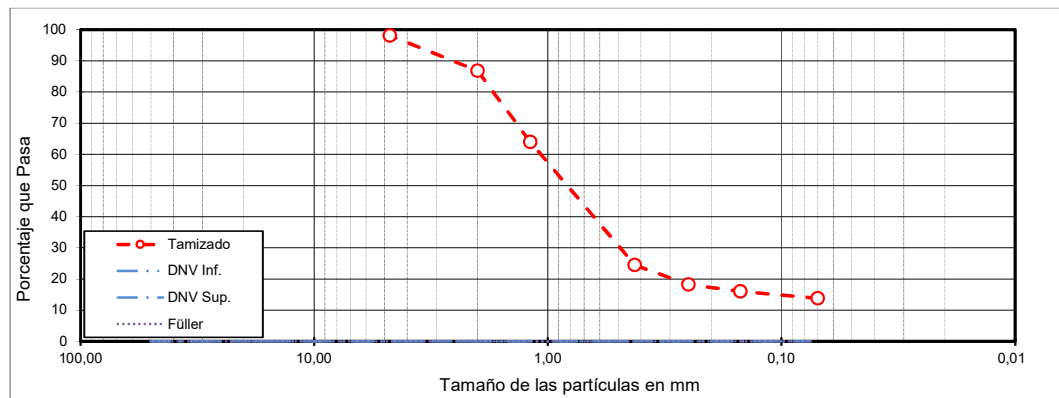
Peso inicial: 337,20 g			Peso final: 290,50 g		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso Retenido	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 1/2"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
3/4"	19,00			0,0%	100,0%
1/2"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
No. 4	4,75	6,30	1,9%	1,9%	98,1%
No. 8	2,36			1,9%	98,1%
No. 10	2,00	38,00	11,3%	13,1%	86,9%
No. 12	1,68			1,9%	86,9%
No. 16	1,19	77,00	22,8%	36,0%	64,0%
No. 30	0,60			1,9%	64,0%
No. 40	0,425	133,10	39,5%	52,6%	24,6%
No. 60	0,25	21,10	6,3%	8,1%	18,3%
No. 80	0,18			36,0%	18,3%
No. 100	0,15	7,50	2,2%	4,1%	16,1%
No. 200	0,07	7,50	2,2%	38,2%	13,8%
Pasa 200		46,70	13,8%	52,0%	0,0%
Total		337,20			

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: **NL** %
LÍMITE PLÁSTICO: **NP** %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **-** %
GRAVAS: **1,9** %
ARENAS: **84,3** %
FINOS: **13,8** %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: **A - 1 - b**
ÍNDICE DE GRUPO: **0**
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: **SM**
Cu: **7,7**
Cc: **4,7**
E.A.: %

GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
N/A
N/A



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: SPT1
PROFUNDIDAD: 1 m
MUESTRA: S1M1

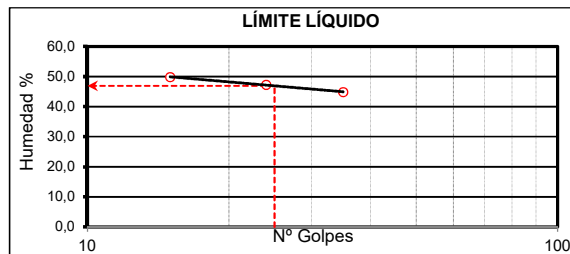
LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes	35	24	15
Recipiente N°	760	750	640
P ₁	42,53	40,46	40,46
P ₂	36,15	34,95	34,37
P ₃	21,92	23,30	22,15
P _w	6,38	5,51	6,09
P _s	14,23	11,65	12,22
W%	44,83	47,30	49,84

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°	22	25	85
P ₁	32,20	31,95	894,30
P ₂	31,16	30,84	775,40
P ₃	25,30	24,70	47,60
P _w	1,04	1,11	118,90
P _s	5,86	6,14	727,80
W%	17,75	18,08	16,34

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$

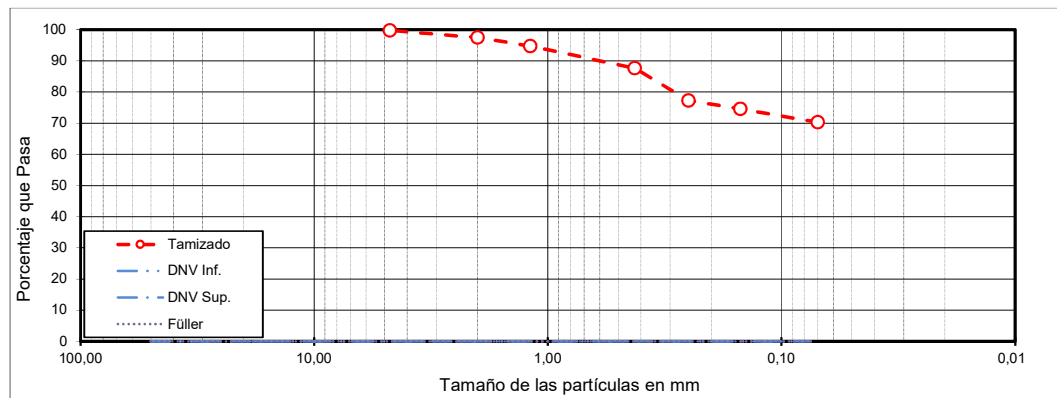


RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: 46,9 %
LÍMITE PLÁSTICO: 17,9 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 29,0 %
GRAVAS: 0,2 %
ARENAS: 29,5 %
FINOS: 70,3 %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: A - 7 - 6
ÍNDICE DE GRUPO: 16
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: CL
Cu: 1,0
Cc: 1,0
E.A.: %

GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
N/A
N/A



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: SPT1
PROFUNDIDAD: 2 m
MUESTRA: S1M2

LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes	33	16	30
Recipiente N°	830	710	790
P ₁	43,43	44,21	44,62
P ₂	36,76	37,11	38,01
P ₃	22,43	22,62	23,07
P _w	6,67	7,10	6,61
P _s	14,33	14,49	14,94
W%	46,55	49,00	44,24

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°	22	23	98
P ₁	32,97	33,30	1098,30
P ₂	31,65	31,95	942,30
P ₃	25,30	25,50	49,30
P _w	1,32	1,35	156,00
P _s	6,35	6,45	893,00
W%	20,79	20,93	17,47

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

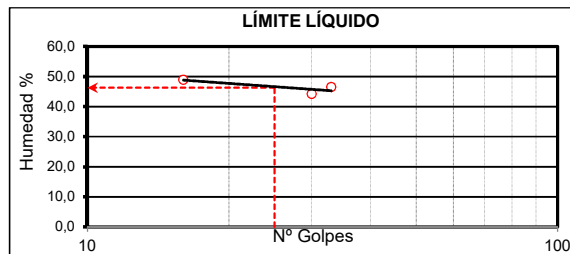
$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$

GRANULOMETRÍA - ASTM D422

Peso inicial: 297,80 g			Peso final: 229,70 g		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso Retenido	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 1/2"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
3/4"	19,00			0,0%	100,0%
1/2"	12,50	6,40	2,1%	2,1%	97,9%
3/8"	9,50	12,90	4,3%	6,5%	93,5%
No. 4	4,75	16,80	5,6%	12,1%	87,9%
No. 8	2,36			12,1%	87,9%
No. 10	2,00	30,30	10,2%	22,3%	77,7%
No. 12	1,68			12,1%	77,7%
No. 16	1,19	26,50	8,9%	31,2%	68,8%
No. 30	0,60			12,1%	68,8%
No. 40	0,425	83,00	27,9%	50,2%	40,9%
No. 60	0,25	24,40	8,2%	20,3%	32,7%
No. 80	0,18			31,2%	32,7%
No. 100	0,15	17,30	5,8%	17,9%	26,9%
No. 200	0,07	12,10	4,1%	35,3%	22,9%
Pasa 200		68,10	22,9%	58,1%	0,0%
Total		297,80			

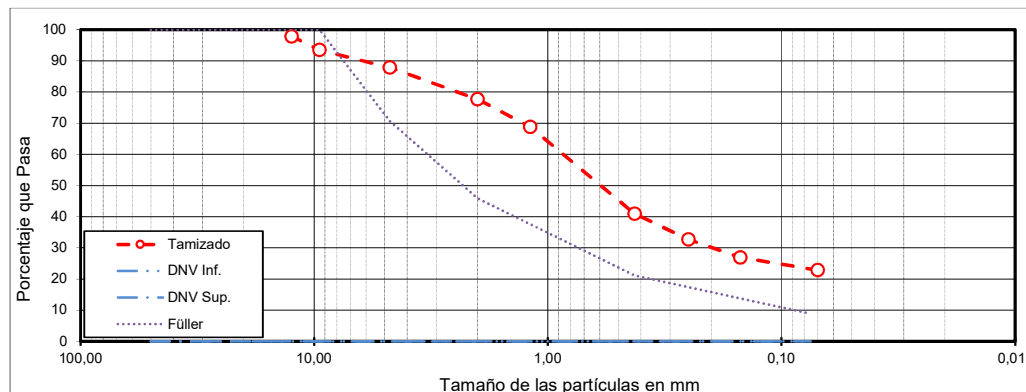
RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: 46,3 %
LÍMITE PLÁSTICO: 20,9 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 25,4 %
GRAVAS: 12,1 %
ARENAS: 65,0 %
FINOS: 22,9 %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: A - 2 - 7
ÍNDICE DE GRUPO: 1
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: SC
Cu: 7,2
Cc: 0,7
E.A.: %



GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
TMN: 4,75mm
TM: 9,50mm



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: SPT1
PROFUNDIDAD: 3 m
MUESTRA: S1M3

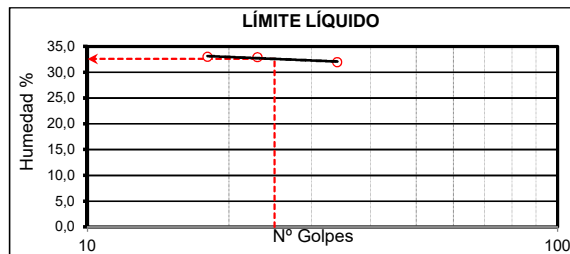
LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes	18	23	34
Recipiente N°	880	890	920
P ₁	42,41	39,85	41,56
P ₂	37,41	35,63	36,79
P ₃	22,26	22,82	21,88
P _w	5,00	4,22	4,77
P _s	15,15	12,81	14,91
W%	33,00	32,94	31,99

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°	24	26	92
P ₁	35,28	34,84	1024,70
P ₂	33,56	32,98	950,20
P ₃	25,40	24,10	50,60
P _w	1,72	1,86	74,50
P _s	8,16	8,88	899,60
W%	21,08	20,95	8,28

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRANULOMETRÍA - ASTM D422

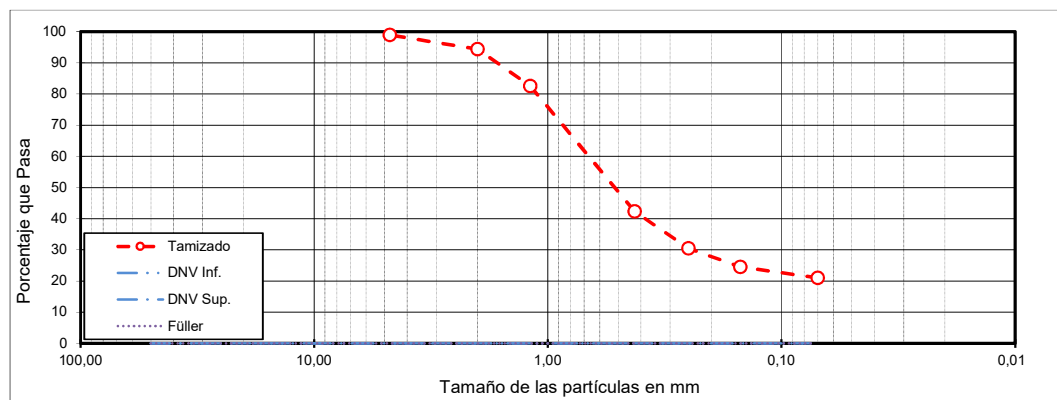
Peso inicial: 357,50 g			Peso final: 282,40 g		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso Retenido	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 1/2"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
3/4"	19,00			0,0%	100,0%
1/2"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
No. 4	4,75	3,70	1,0%	1,0%	99,0%
No. 8	2,36			1,0%	99,0%
No. 10	2,00	16,30	4,6%	5,6%	94,4%
No. 12	1,68			1,0%	94,4%
No. 16	1,19	42,20	11,8%	17,4%	82,6%
No. 30	0,60			1,0%	82,6%
No. 40	0,425	143,90	40,3%	45,8%	42,3%
No. 60	0,25	42,30	11,8%	12,9%	30,5%
No. 80	0,18			17,4%	30,5%
No. 100	0,15	21,50	6,0%	7,0%	24,5%
No. 200	0,07	12,50	3,5%	20,9%	21,0%
Pasa 200		75,10	21,0%	41,9%	0,0%
Total		357,50			

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: 32,6 %
LÍMITE PLÁSTICO: 21,0 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 11,6 %
GRAVAS: 1,0 %
ARENAS: 78,0 %
FINOS: 21,0 %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: A - 2 - 6
ÍNDICE DE GRUPO: 0
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: SC
Cu: 6,7
Cc: 0,8
E.A.: %

GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
N/A
N/A



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: SPT2
PROFUNDIDAD: 1 m
MUESTRA: S2M1

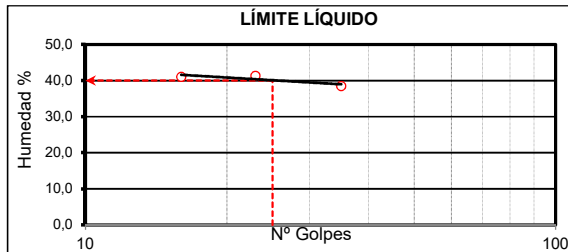
LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes	16	23	35
Recipiente N°	710	770	800
P ₁	41,34	37,96	43,42
P ₂	35,89	33,45	37,69
P ₃	22,62	22,54	22,81
P _w	5,45	4,51	5,73
P _s	13,27	10,91	14,88
W%	41,07	41,34	38,51

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°	27	29	82
P ₁	31,60	31,34	967,50
P ₂	30,56	30,34	859,40
P ₃	25,40	25,40	49,30
P _w	1,04	1,00	108,10
P _s	5,16	4,94	810,10
W%	20,16	20,24	13,34

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRANULOMETRÍA - ASTM D422

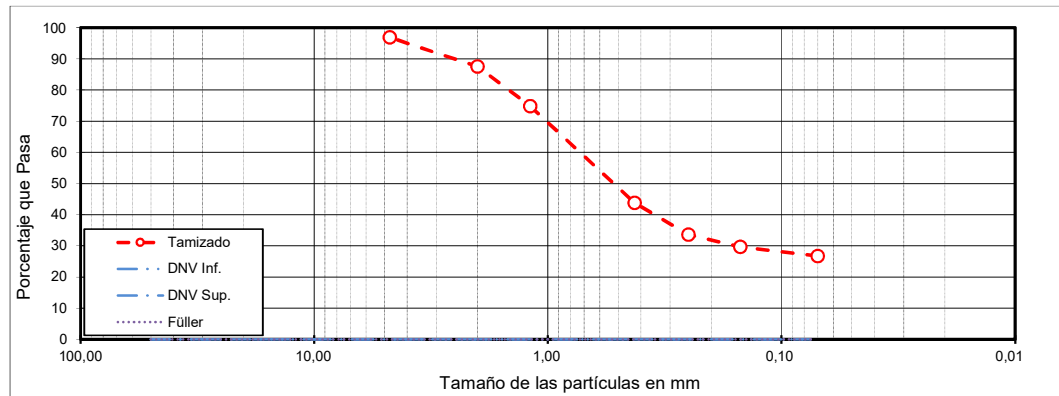
Peso inicial: 403,30 g			Peso final: 295,40 g		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso Retenido	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 1/2"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
3/4"	19,00			0,0%	100,0%
1/2"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
No. 4	4,75	12,50	3,1%	3,1%	96,9%
No. 8	2,36			3,1%	96,9%
No. 10	2,00	37,70	9,3%	12,4%	87,6%
No. 12	1,68			3,1%	87,6%
No. 16	1,19	51,30	12,7%	25,2%	74,8%
No. 30	0,60			3,1%	74,8%
No. 40	0,425	125,20	31,0%	43,5%	43,8%
No. 60	0,25	41,00	10,2%	13,3%	33,6%
No. 80	0,18			25,2%	33,6%
No. 100	0,15	16,00	4,0%	7,1%	29,7%
No. 200	0,07	11,70	2,9%	28,1%	26,8%
Pasa 200		107,90	26,8%	54,8%	0,0%
Total		403,30			

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: 40,0 %
LÍMITE PLÁSTICO: 20,2 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 19,8 %
GRAVAS: 3,1 %
ARENAS: 70,1 %
FINOS: 26,8 %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: A - 2 - 6
ÍNDICE DE GRUPO: 1
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: SC
Cu: 6,8
Cc: 0,6
E.A.: %

GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
N/A
N/A



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASTM D 4318, ASTM D 422, ASTM D2487, AASHTO M145
UY A-15-89, UY A-17-89, UY S-09-89, UY S-11-89, UY S-29-89

CÓDIGO:
F-004

ELABORO:
JP

VERSION:
02

APROBO:
JP

FECHA DE
APROBACION:
25-11-2019

CLIENTE: CSI
PROYECTO: Remoción de Arsénico
LOCALIZACIÓN: Santa Regina
FECHA: 16-Dic

ORDEN DE TRABAJO: 20205
SONDEO: SPT2
PROFUNDIDAD: 2 m
MUESTRA: S2M2

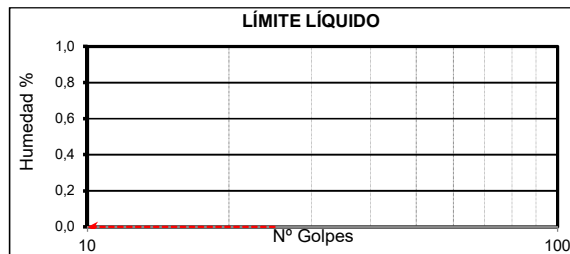
LIMITES DE ATTERBERG - ASTM D 4318

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO - LL			
Determinación N°	1	2	3
Número de Golpes	-	-	-
Recipiente N°	-	-	-
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P _w	0,00	0,00	0,00
P _s	0,00	0,00	0,00
W%			

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO - LP			Humedad Natural
Recipiente N°	-	-	84
P ₁	-	-	639,10
P ₂	-	-	606,90
P ₃	-	-	51,70
P _w	0,00	0,00	32,20
P _s	0,00	0,00	555,20
W%			5,80

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
P₃ = Peso Recipiente, en g
P_w = Peso del Agua, en g
P_s = Peso Suelo Seco, en g
W = Contenido de agua, en %

$P_w = P_1 - P_2$
 $P_s = P_2 - P_3$
 $w = (P_w / P_s) \times 100$



GRANULOMETRÍA - ASTM D422

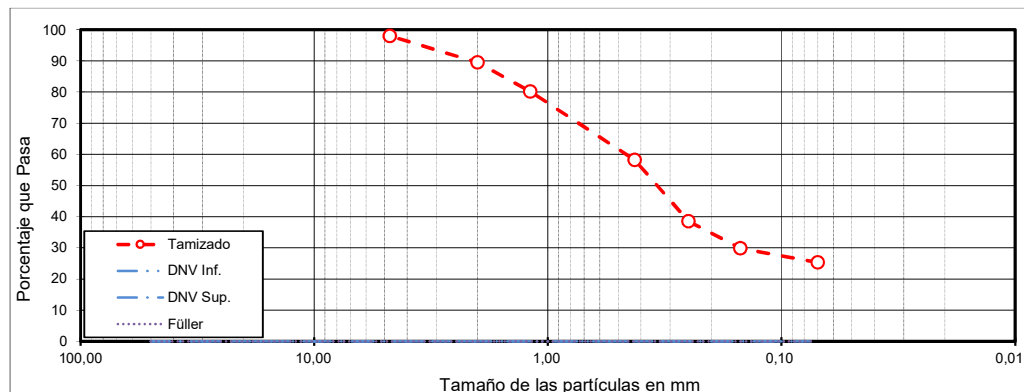
Peso inicial: 271,10 g			Peso final: 202,40 g		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso Retenido	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,00				100,0%
2 1/2"	63,00			0,0%	100,0%
2"	50,00			0,0%	100,0%
1 1/2"	37,50			0,0%	100,0%
1"	25,00			0,0%	100,0%
3/4"	19,00			0,0%	100,0%
1/2"	12,50			0,0%	100,0%
3/8"	9,50			0,0%	100,0%
No. 4	4,75	5,40	2,0%	2,0%	98,0%
No. 8	2,36			2,0%	98,0%
No. 10	2,00	23,00	8,5%	10,5%	89,5%
No. 12	1,68			2,0%	89,5%
No. 16	1,19	25,40	9,4%	19,8%	80,2%
No. 30	0,60			2,0%	80,2%
No. 40	0,425	59,40	21,9%	32,4%	58,2%
No. 60	0,25	53,40	19,7%	21,7%	38,5%
No. 80	0,18			19,8%	38,5%
No. 100	0,15	23,40	8,6%	10,6%	29,9%
No. 200	0,07	12,40	4,6%	24,4%	25,3%
Pasa 200		68,70	25,3%	49,8%	0,0%
Total		271,10			

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO: **NL** %
LÍMITE PLÁSTICO: **NP** %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **-** %
GRAVAS: **2,0** %
ARENAS: **72,7** %
FINOS: **25,3** %
CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.: **A - 2 - 4**
ÍNDICE DE GRUPO: **0**
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: **SM**
Cu: **5,9**
Cc: **0,7**
E.A.: %

GRADACIÓN DNV
N/A

FÜLLER
N/A
N/A



EQUIVALENTE DE ARENA - UY S-29-89

MEDIDA NO.:	1	2	3	4	5	6
Lectura Arcilla (ml)						
Lectura Arena (ml)						
Equivalente de arena						

OBSERVACIONES: