



## “Estudio Geotécnico para Estabilización del Talud en la Vía a Nono”

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

22/12/2018

ORDEN DE TRABAJO: 3421-S

22-12-18  
sf  
hecho

INFORME

Av. 12 de Octubre 1076 y Ramón Roca  
Apartado postal 17-01-2184  
Telf.: (593) 2 299 17 00 ext. 1529  
[LMC-PUCE@puce.edu.ec](mailto:LMC-PUCE@puce.edu.ec)  
Quito – Ecuador [www.puce.edu.ec](http://www.puce.edu.ec)



1



**DE :** Ing. Jorge Bucheli  
Director del Laboratorio de Materiales de Construcción

Ing. Fabián Alvear M.  
Coordinador Técnico  
Laboratorio de Materiales de Construcción

**PARA:** EPMMOP

**ASUNTO:** “Estudio Geotécnico para Estabilización del Talud en la Vía a Nono”

**FECHA :** 22/12/2018



## Tabla de contenido

<b>1.- Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>3.- Alcance .....</b>	<b>5</b>
<b>4.- Características sísmicas de la zona .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Perfil sísmico .....</b>	<b>6</b>
<b>5.- Trabajos de campo .....</b>	<b>9</b>
<b>5.1. Perforaciones SPT.....</b>	<b>9</b>
<b>5.2. Toma de Muestras inalteradas .....</b>	<b>11</b>
<b>6. Perfiles y características Geotécnicas .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1 Trabajos de laboratorio.....</b>	<b>12</b>
<b>6.2 Descripción del subsuelo .....</b>	<b>13</b>
<b>7. Análisis de capacidad de carga .....</b>	<b>14</b>
<b>7.1. Ajuste del Valor N del ensayo SPT, por nivel de energía de N45 a N60.....</b>	<b>14</b>
<b>7.2. Parámetros Geotécnicos .....</b>	<b>14</b>
<b>7.3. Análisis de Capacidad de carga y determinación de asentamientos para estructura de sostenimiento. ....</b>	<b>15</b>
<b>7.4. Estimación de asentamientos elásticos (Se) .....</b>	<b>16</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>17</b>
<b>10.- Observaciones .....</b>	<b>18</b>
<b>Anexo N°1 Análisis de Estabilidad del Talud .....</b>	<b>19</b>
<b>Anexo N° 2 Registros de perforación .....</b>	<b>20</b>
<b>Anexo N° 3 Ensayos de Laboratorio.....</b>	<b>21</b>
<b>Anexo N° 4 Tablas y Ábacos .....</b>	<b>22</b>

### 1.- Antecedentes

A petición de la EPMMOP representado por el Ing. Carlos Vásquez, el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Área de Geotecnia, procede a realizar el estudio de mecánica de suelos que servirá de base para la estabilización del talud, en la vía a Nono, la Parroquia del mismo nombre.



Fotografía 1: Proyecto de evaluación



## 2.- Objetivos

El objetivo del presente estudio es determinar las propiedades geo mecánicas del suelo que forma parte tanto del cuerpo del talud en estudio, como del estrato subyacente al pie del mismo. Las propiedades físicas y geo mecánicas encontradas servirán para la determinación de la capacidad admisible, del suelo donde se cimentará la estructura de contención propuesta, y el análisis de estabilidad del talud en estudio. (Anexo 1)

## 3.- Alcance

La investigación se sustentará sobre la base de ensayos de penetración estándar bajo la norma ASTM D-1586, los ensayos de clasificación de muestras alteradas en laboratorio según la norma ASTM D-2487, y ensayos de caracterización Geo mecánica.

Adicionalmente se tomará en cuenta, la información proporcionada por la EPMMOP a través de los planos de implantación del muro propuesto por el diseñador estructural.

## 4.- Características sísmicas de la zona

El sector donde está proyectado la construcción, según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en su capítulo NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 1, está ubicados en la zona sísmica V (color anaranjado en el gráfico), correspondiente a una zona sísmica alta, con un valor de Z de 0,40g (El valor de Z de cada zona representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad).

Tabla 2.1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 1: Valores del factor Z – Fuente NEC – 13

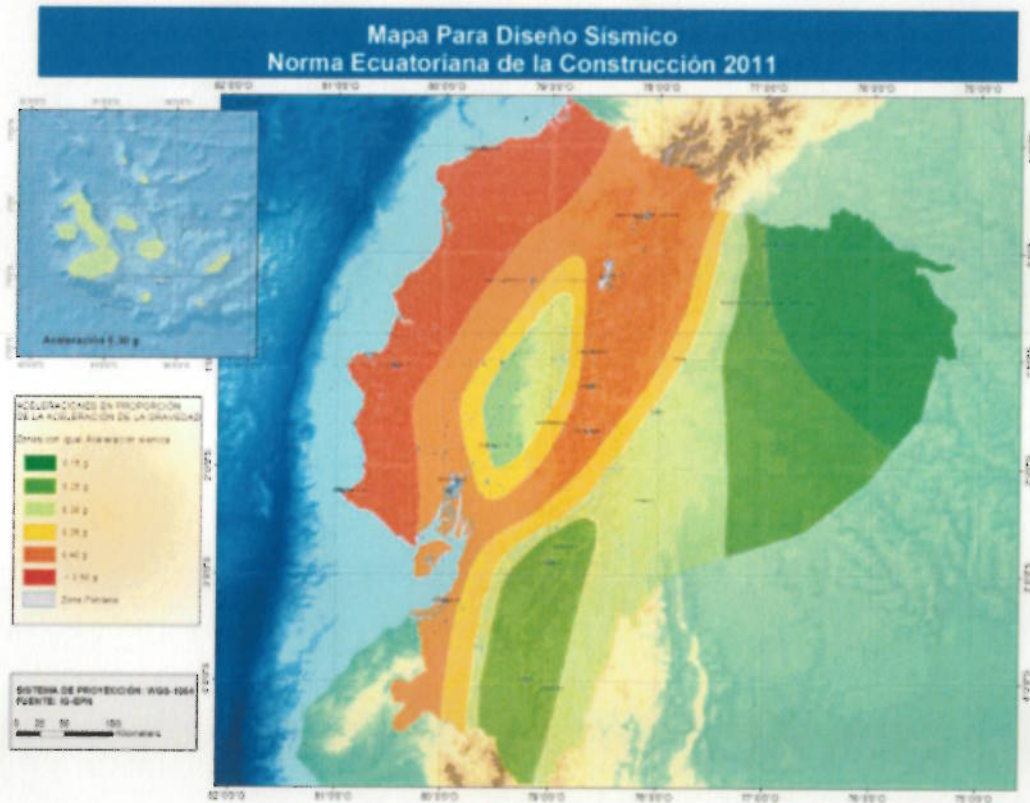


Imagen No. 1: Zonas Sísmicas

Fuente: NEC-SE-DS Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 1

#### 4.1 Perfil sísmico

La clasificación de perfil de suelos será dada por el siguiente cuadro tomado de la sección 3.2.1 del capítulo Peligro Sísmico de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC):



Tipo de perfil	Descripción	Definición
D	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ kPa}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de corte, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
E	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de corte, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
F	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$
	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falta o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia o ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Reellenos colocados sin control ingenieril.	

Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo

Imagen No 2.: Parámetros sísmicos de cálculo

Fuente: NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 1



Fotografía 1: Ubicación de la perforación SPT al pie del talud



## 5.- Trabajos de campo

### 5.1. Perforaciones SPT

Con el objeto de recuperar muestras que permitan identificar el perfil estratigráfico del subsuelo en el punto elegido de prospección, se realizó una perforación de 6 metros de profundidad a percusión (Anexo No.2 “Registros de Perforación”) cuyas características se muestran a continuación:

Tabla No.2 Características del Pozo No.1		
Tipo de perforación	*-----	Manual
Profundidad	m	6
Cota de inicio	msnm	2800
Coordenadas	UTM	9987833 N
		775915 E
Muestras alteradas obtenidas	u	6
Ensayos SUCS	u	3

(\*) Coordenadas tomadas con un GPS GARMIN Modelo: GPSMAP 78s



Imagen No.1 Ubicación General “TALUD VIA A NONO”

Paralelamente al avance de la perforación, y en cada metro de profundidad donde fue posible, se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT Norma ASTM D 1586-99). Este ensayo tiene como propósito la medida de la consistencia del suelo por medio de la resistencia a la penetración de una sonda normalizada que se introduce por medio de impactos. Esta resistencia se cuantifica con el número de golpes "N" que sean necesarios para introducir el muestreador denominado cuchara partida a una profundidad de 30 cm, mediante un martinete de 64 kg de masa que cae desde una altura de 76 centímetros.



**Fotografía 2:** Perforación SPT No.1 al pie del talud



## 5.2. Toma de Muestras inalteradas

Se procedió con la extracción de una muestra inalterada, para la determinación de las propiedades geo mecánicas del suelo correspondiente al cuerpo del talud, mediante una calicata a la profundidad de 6.50 metros, tomando como nivel de referencia la capa de rodadura de la vía, como se indica se indica en la fotografía 3.



**Fotografía 3:** Toma de muestra inalterada a 6.50 m del nivel de la vía.

## 6. Perfiles y características Geotécnicas

### 6.1 Trabajos de laboratorio

Para complementar la información obtenida en campo, se realizaron ensayos de laboratorio con muestras alteradas, representativas de cada sondeo.

Los ensayos realizados son:

▪ Contenido de humedad	ASTM D-2216
▪ Análisis granulométrico	ASTM D-422
▪ Límites Líquido y Plástico	ASTM D-4318
▪ Corte directo CU Saturado	ASTM D-3080

Los resultados obtenidos en estas pruebas se utilizaron en la clasificación de los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según la norma ASTM D2487. En el Anexo N°1 del presente informe, se presentan los respectivos registros de perforación con los resultados de los ensayos de laboratorio.

Los ensayos de caracterización en las muestras obtenidas de las perforaciones y de las muestras inalteradas se realizaron en base a las normas ASTM, entre los que se menciona:

- Clasificación de Suelos: Esta práctica describe un sistema para clasificación mineral y orgánica-mineral de suelos para propósitos de ingeniería basados en determinación de laboratorio de características como tamaño de las partículas, límite líquido e índice plástico. Se aplica la Norma: ASTM D 2487.
- Granulometría: Es la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de las partículas en suelos de tamaños de partículas mayores a 75µm (retenidas en la malla 200). Se aplica la Norma: ASTM D 422.



- Límites de Atterberg: Este ensayo se utiliza como una parte integral de varios sistemas de clasificación de ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos y para especificar la fracción de grano fino de materiales de construcción.

El límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad de los suelos también se utilizan ampliamente, ya sea individualmente o en conjunto, con otras propiedades del suelo que se correlaciona con el comportamiento de ingeniería. Se aplica la Norma ASTM D4318.

## 6.2 Descripción del subsuelo

### El sondeo P-1

**De 0 a 1 metros.** Se encontró una capa de relleno con gran cantidad de escombros.

**De 1 a 2 metros.** Arena limosa (SM) color café no plástica con restos de basura, humedad del 21%, con un N del SPT que oscila entre 2 y 6.

**De 2 a 5 metros.** Limo arenoso (ML) color café claro, plasticidad baja con una humedad que varía del 35 al 40%, N del SPT que oscila entre 16 y 44.

Conforme a la descripción anteriormente realizada se muestra la siguiente columna estratigráfica.

PERFORACIÓN P-01				
PROFUNDIDAD (metros)	COTA (mm)	PERFIL GEOTÉCNICO	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	CLASIFICACIÓN SUELO
0.00	2800.00	Material de relleno		
1.00	2799.00		2	
1.55	2798.50	Arena Limosa	2	SM
2.00	2798.00		6	
3.00	2797.00	Limo Arenoso	16	ML
4.00	2796.00		35	
5.00	2795.00		44	ML
6.00	2794.00			

Imagen 2: Columna estratigráfica Pozo No.1

## 7. Análisis de capacidad de carga

### 7.1. Ajuste del Valor N del ensayo SPT, por nivel de energía de N45 a N60.

Los equipos utilizados para la determinación del N del SPT en el presente estudio tienen una eficiencia de la energía del martillo de 45%, al ser martillos manuales con pesas tipo donut, la misma que para ser posteriormente utilizada en la determinación de parámetros geo mecánicos, requiere ser transformada a N de energía 60%. Los valores N60 a según su profundidad se muestra a continuación.

Nv (m)	N45	N60	Tipo de Suelo
-1	2	1	SM
-1.55	2	1	SM
-2	6	3	ML
-3	16	10	ML
-4	35	22	ML
-5	44	31	ML

### 7.2. Parámetros Geotécnicos

De acuerdo con la estratigrafía observada en el perfil geotécnico el primer estrato es un suelo predominantemente arenoso por lo cual se procede a calcular el ángulo de fricción ( $\Phi'$ ) basándose en la fórmula propuesta por Hatanaka y Uchinda (1996):

$$\phi' = \sqrt{20(N_1)_{60}} + 20$$

Dónde:

$\Phi$  Angulo de fricción interna efectivo

(N1)60 Valor (N1) del ensayo SPT

Los valores de  $\Phi$  obtenidos mediante esta relación se muestran en la tabla No siguiente:



Prof. (m)	N45	N60	Tipo de Suelo	Ángulo de fricción efectiva $\phi$	$2/3 \phi$
-1	2	1	SM	24	16
-1.55	2	1	SM	24	16
-2	6	3	ML	0	0
-3	16	10	ML	0	0
-4	35	22	ML	0	0
-5	44	31	ML	0	0

### 7.3. Análisis de Capacidad de carga y determinación de asentamientos para estructura de sostenimiento.

La capacidad de carga última del suelo, necesaria para este cálculo, se la obtiene mediante teoría plástica, la cual está en función de los parámetros del corte del suelo y de las características de cimentación.

Para el análisis de capacidad portante del suelo se ha utilizado métodos analíticos basados en el cálculo de capacidad portante estimada por Vesic:

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Los valores de  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  se denominan "factores de capacidad de carga", los cuales se calculan en función del ángulo de fricción interno del suelo  $\phi$ , que se estimó según correlaciones con el número de golpes en el ensayo SPT, basados en las ecuaciones presentadas por Joseph E. Bowles, en libro "Foundation Analysis and Design", 5ta edición.

Para la estimación de capacidad portante, se ha considerado el desplante  $D_f$ , desde la cota natural del terreno. El análisis de la capacidad de carga se lo hará por corte. Los parámetros geo mecánicos utilizados en el cálculo son:

- Peso específico seco: 12.92 Kn/m<sup>3</sup>
- Peso específico en humedad Natural 15.0 KN/m<sup>3</sup>
- Peso específico saturado: 17 KN/m<sup>3</sup>
- Angulo de fricción interna ( $\phi$ ) según tabla No 4
- Cohesión ( $C_u$ ) ( $q_u / 2$ ) según tabla en Anexo No.3

Tabla No.5 Determinación de capacidad admisible según profundidad

Nivel de desplante	Cota	Ancho de cimentación (B)	Largo de cimentación (L)	Tipo de Suelo	Cu	2/3Φ	q <sub>ult</sub>	F.S.	q <sub>adm</sub> = q <sub>ult</sub> n. /F.S.
Df (m)	msnm	(m)	(m)	---	(ton/m <sup>2</sup> )	grados	(ton/m <sup>2</sup> )		(ton/m <sup>2</sup> )
-1	2799	4	1	SM	0	18	25	3	8
-1,5	2797,5	4	1	SM	0	18	33	3	11
-2	2795,5	4	1	ML	1.3	0	18	3	6
-3	2792,5	4	1	ML	4.2	0	51	3	17
-4	2788,5	4	1	ML	9.2	0	111	3	37
-5	2783,5	4	1	ML	12.9	0	161	3	54

Los 2.5 primeros metros de suelo deben ser removidos, por tratarse de una escombrera, se debe sustituir el suelo en un metro con material clasificado tipo subbase clase 3.

#### 7.4. Estimación de asentamientos elásticos (Se)

Los asentamientos esperados se consideran que serán del tipo elástico y se determinaran mediante la relación:

$$Se = \frac{Bq_0}{Es} * (1 - \mu^2) * \alpha$$

Dónde:

- Se Asentamientos elásticos
- B Ancho cimentación
- q<sub>0</sub> Esfuerzo aplicado.
- Es Módulo de Elasticidad (E+ 300\*(N60+6)) Das.
- μ Módulo de Poisson
- α para (L/B) según ábaco

El asentamiento determinado mediante las ecuaciones anteriormente planteadas es de 1,25 cm para un ancho de zapata de 4 metros.



## 9. Conclusiones

Del análisis de resultados de los trabajos de campo, laboratorio y oficina se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. Los suelos que conforman el talud y estratos subyacentes hasta las profundidades exploradas corresponden a limos arenosos de baja plasticidad con un carácter cohesivo antes que friccionante en condiciones de saturación.
2. En condiciones de saturación los parámetros geo mecánicos determinados fueron:

Angulo de fricción interna ( $\phi$ )	7.6 grados.
Cohesión	71 kpa.
Peso saturado	17 KN/m3.

3. Al pie del talud existen suelos del tipo SM con presencia de escombros; estos suelos deben ser removidos en una profundidad de 2.5 m y sustituidos por material de mejoramiento en un espesor de 1m hasta el nivel de desplante de la estructura de contención; establecidos en la cota 2798.5 msnm
4. Los parámetros sísmicos de la zona donde se encuentran el talud en estudio son los siguientes:

Parámetros sísmicos para nuestro caso		
Zona Sísmica	Valor factor Z	Caracterización del peligro sísmico
V	0,4	Alta

4. Los parámetros de cimentación para la estructura de contención son los siguientes :

Nivel de desplante cota	2798.5	msnm
Sustitución de suelo desde	2797.5 a 2798.5	msnm
Capacidad admisible determinada	17	ton/m2
Asentamiento elástico	1,23	cm.
Ancho de Zapata (B)	4	m

5. Se recomienda reconformar la cuneta de la vía para garantizar que la escorrentía no socave la corona del talud.
6. El análisis de la estabilidad del talud nos indica que el talud se encuentra en una condición meta- estable y requiere estructuras de contención. El análisis de la estabilidad se encuentra en el Anexo No.1 del presente informe.

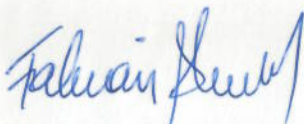
#### 10.- Observaciones

El presente Informe Técnico ha sido elaborado sobre la base de los trabajos de campo, laboratorio y oficina.

Quedamos a su disposición a fin de aclarar cualquier duda que se pueda presentar respecto del mismo.

Los resultados presentados en este informe deberán ser ratificados en el momento del diseño definitivo y construcción

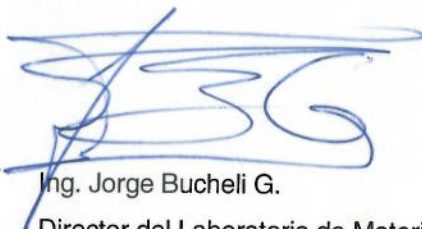
Atentamente,



Ing. Fabián Alvear M.

Coordinador Técnico

Laboratorio de Materiales de Construcción



Ing. Jorge Bucheli G.

Director del Laboratorio de Materiales de Construcción

Pontificia Universidad Católica del Ecuador





**Anexo N°1 Análisis de Estabilidad del Talud**

Anexo No.1 Análisis de Estabilidad de "Talud vía a Nono"



### Características del suelo y Perfil Topográfico

Se procede a realizar el análisis de estabilidad del talud, en la zona en la cual se produjo el desprendimiento de suelo, poniendo en riesgo la estabilidad de la mesa del vía.

Se procedió a caracterizar el suelo que conforma el cuerpo del talud, mediante toma de una muestra inalterada en un nivel -6.5 m. En esta muestra se realizaron los ensayos de clasificación SUCS y un ensayo de corte directo saturado para definir las propiedades geo mecánicas

Los parámetros obtenidos en los ensayos se muestran la tabla siguiente:

Propiedad	Simbolo	Valor	Unidad
Cohesión	c	71,69	Kpa
Peso	$\gamma_{hn}$	15	kpa
Peso saturado	$\gamma_{sat}$	16,7	kpa
Angulo de fricción	$\Phi$	7,6	grados
Clasificación SUCS		ML	

El suelo que forma parte del cuerpo del talud es un limo arenoso con un pasante tamiz 20 del 60<sup>a</sup> 70% y un índice de plasticidad entre 6 -11. Este suelo tiende a comportarse como un suelo cohesivo por lo que en el análisis de estabilidad se consideraron se privilegiaron parámetros de cohesión antes que los de fricción.

Las características sísmicas de la zona son las siguientes:

Tabla 2.1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

El perfil topográfico se muestra en la imagen siguiente:

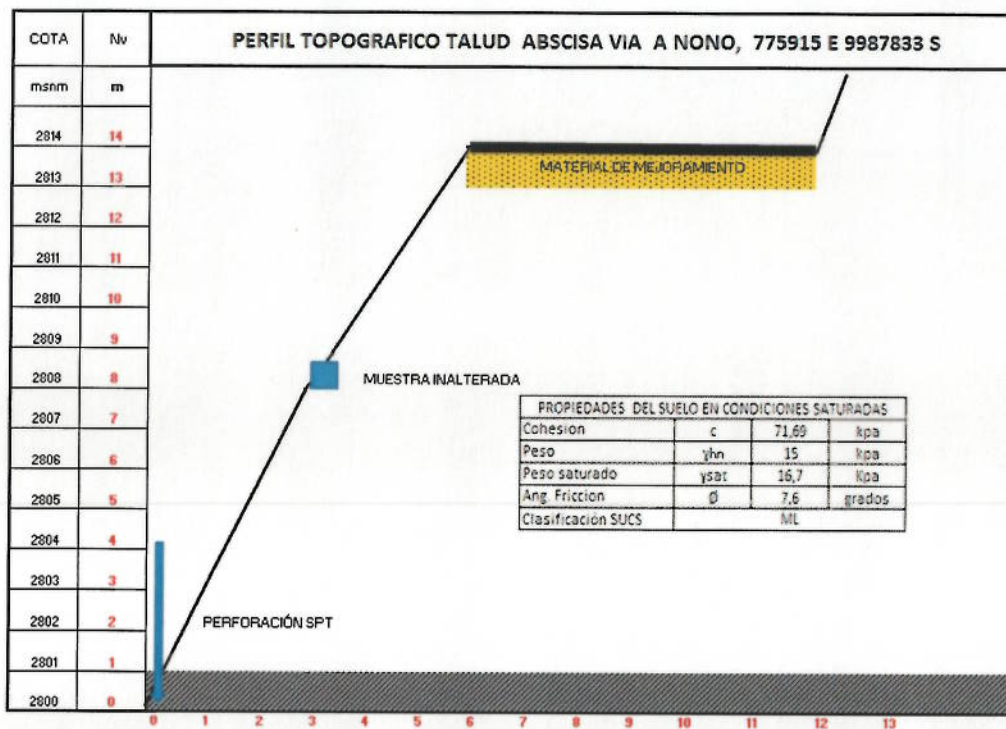


Imagen No.1 Perfil topográfico del "Talud Vía Nono"

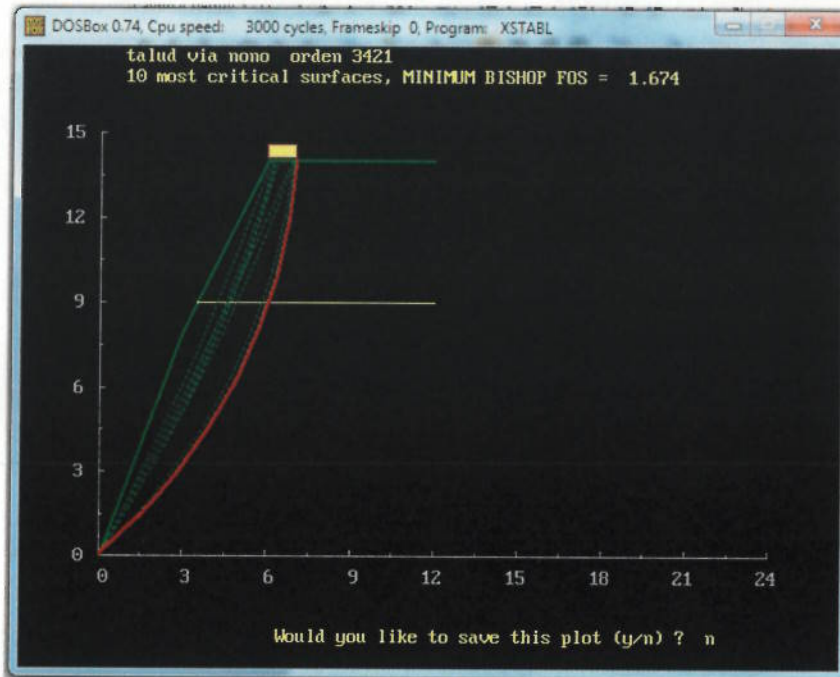
El análisis de estabilidad se realizó mediante el programa Xstabl contempló el análisis con carga vehicular con curvas circulares de falla, que pasan por pie de talud y termina en cabeza de talud y centro del vía, según Metodología Bishop. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla No. 3.

Tabla No. Resumen de resultados Análisis de "Talud Vía a Nono"					
Código	Método	Cohesión Kpa	$\phi$	Curva de falla	FOS
1	BISHOP	71	0	Circular Pie - cabeza talud	1,674
2	BISHOP	71	0	Circular Pie - eje de vía	1,01
3	BISHOP	71	0	Circular centro - cabeza de talud	2,45

Las capturas de las corridas realizadas se muestran a continuación:

- Captura de pantalla Curva de falla pie de talud – eje de la vía





DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: XSTABL

Line: 195 File: NUNO21.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

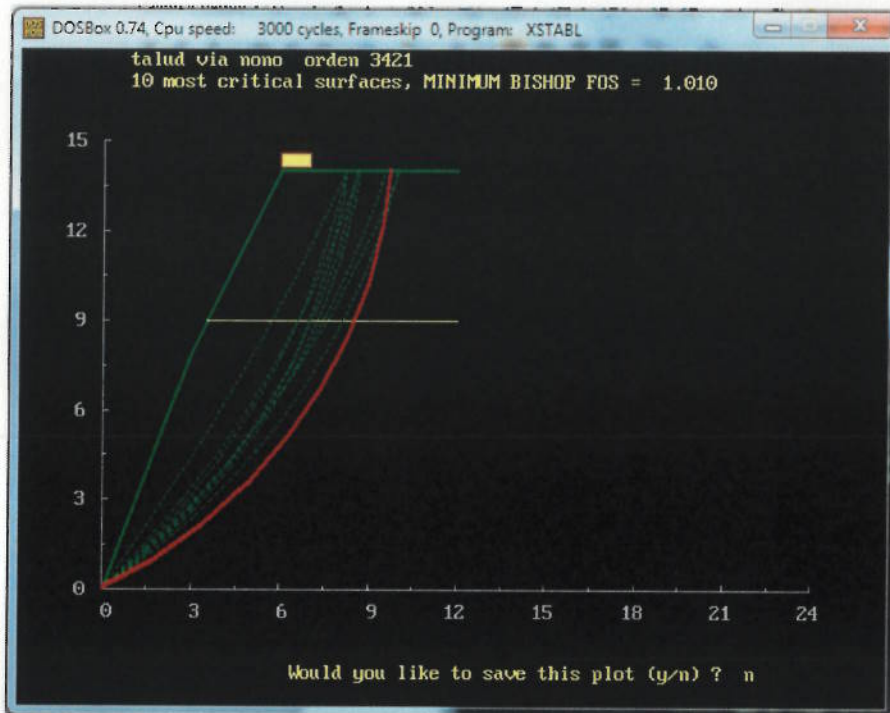
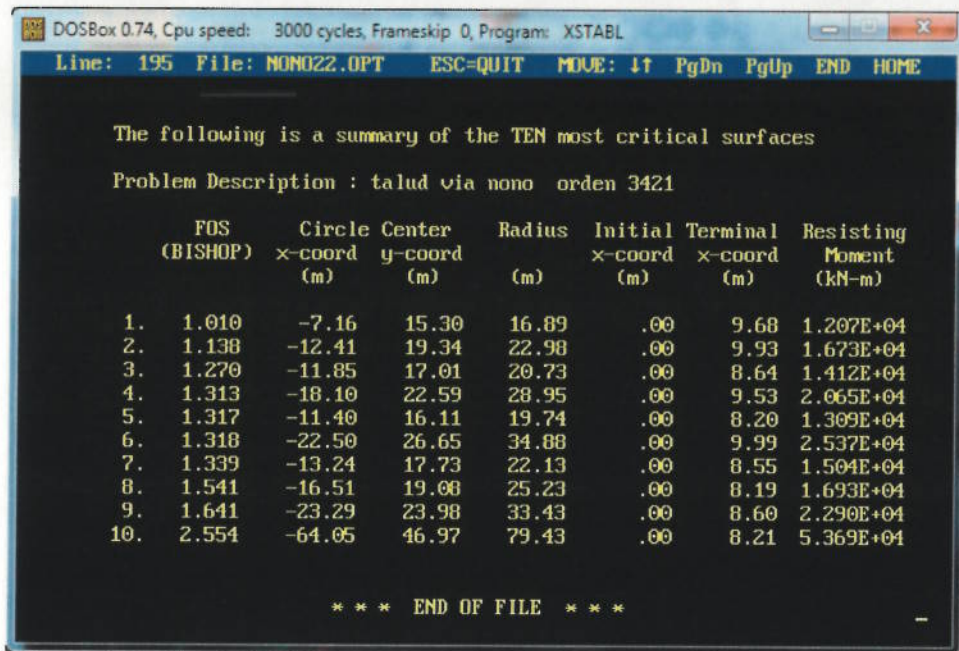
The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : talud via nono orden 3421

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.674	-12.74	15.11	19.76	.00	6.99	1.230E+04
2.	1.685	-12.72	15.04	19.70	.00	6.94	1.223E+04
3.	1.738	-13.51	15.51	20.56	.00	7.00	1.290E+04
4.	1.907	-15.36	16.31	22.40	.00	6.92	1.413E+04
5.	3.725	-37.77	25.60	45.63	.00	6.35	2.839E+04
6.	3.786	-36.95	24.92	44.56	.00	6.25	2.756E+04
7.	4.024	-52.21	34.43	62.54	.00	6.89	4.026E+04
8.	4.219	-43.85	27.92	51.99	.00	6.23	3.213E+04
9.	6.050	-79.46	43.05	90.38	.00	6.11	5.548E+04
10.	6.283	-133.39	73.89	152.49	.00	6.84	9.810E+04

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

- Captura de pantalla Curva de falla pie eje de la vía.

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: XSTABL  
Line: 195 File: NONO22.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : talud via nono orden 3421

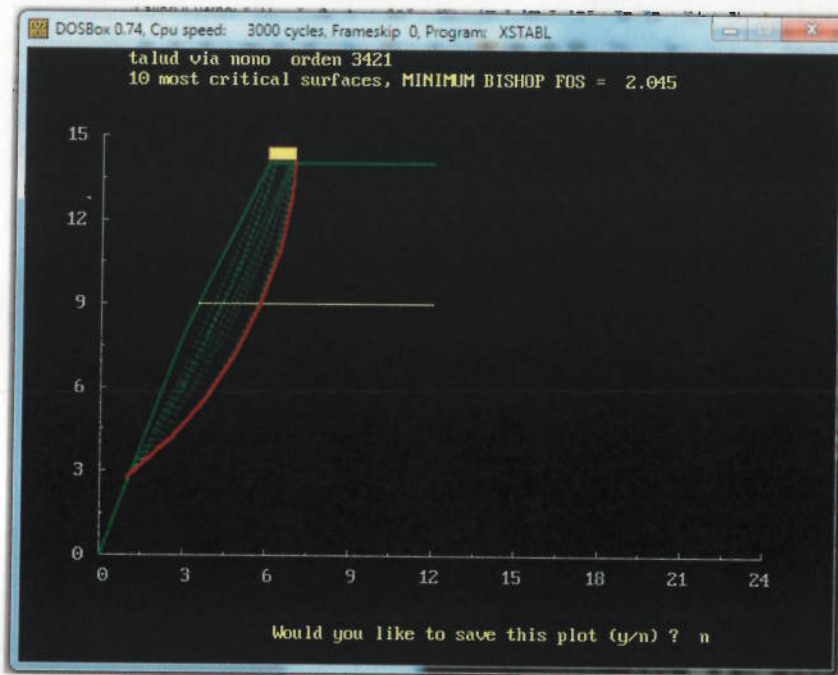
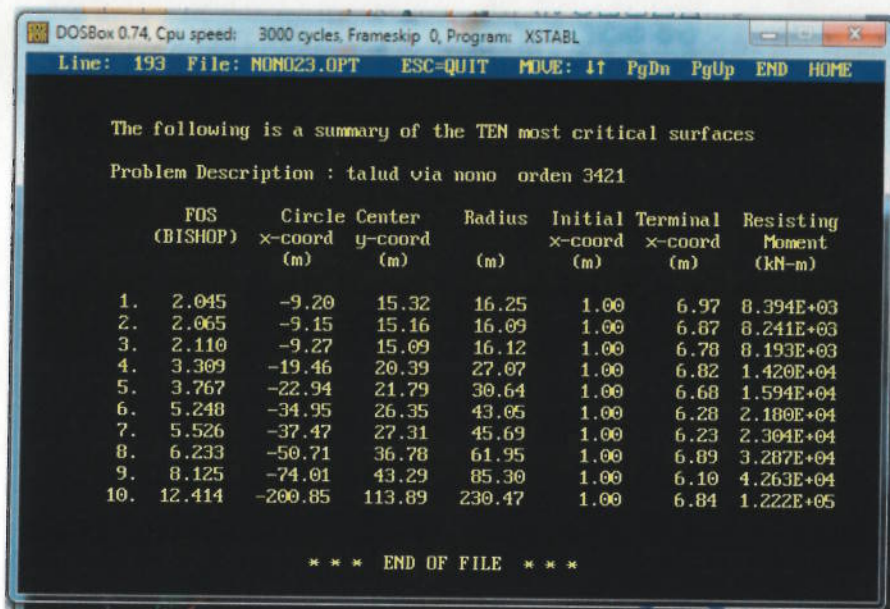
	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.010	-7.16	15.30	16.89	.00	9.68	1.207E+04
2.	1.138	-12.41	19.34	22.98	.00	9.93	1.673E+04
3.	1.270	-11.85	17.01	20.73	.00	8.64	1.412E+04
4.	1.313	-18.10	22.59	28.95	.00	9.53	2.065E+04
5.	1.317	-11.40	16.11	19.74	.00	8.20	1.309E+04
6.	1.318	-22.50	26.65	34.88	.00	9.99	2.537E+04
7.	1.339	-13.24	17.73	22.13	.00	8.55	1.504E+04
8.	1.541	-16.51	19.08	25.23	.00	8.19	1.693E+04
9.	1.641	-23.29	23.98	33.43	.00	8.60	2.290E+04
10.	2.554	-64.05	46.97	79.43	.00	8.21	5.369E+04

\*\*\* END OF FILE \*\*\*



- Captura de

pantalla Curva de falla centro – cabeza de talud

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: XSTABL  
Line: 193 File: NONO23.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces  
Problem Description : talud via nono orden 3421

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	2.045	-9.20	15.32	16.25	1.00	6.97	8.394E+03
2.	2.065	-9.15	15.16	16.09	1.00	6.87	8.241E+03
3.	2.110	-9.27	15.09	16.12	1.00	6.78	8.193E+03
4.	3.309	-19.46	20.39	27.07	1.00	6.82	1.420E+04
5.	3.767	-22.94	21.79	30.64	1.00	6.68	1.594E+04
6.	5.248	-34.95	26.35	43.05	1.00	6.28	2.180E+04
7.	5.526	-37.47	27.31	45.69	1.00	6.23	2.304E+04
8.	6.233	-50.71	36.78	61.95	1.00	6.89	3.287E+04
9.	8.125	-74.01	43.29	85.30	1.00	6.10	4.263E+04
10.	12.414	-200.85	113.89	230.47	1.00	6.84	1.222E+05

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

### Conclusiones

En base a la tabla No.3, se puede concluir que el talud en análisis tiene una condición meta estable, dada para un círculo de falla con centro en (-9.2, 15.32) del sistema de coordenadas asumido, y radio de 16.89m que parte del pie de talud hacia el eje de la vía. El factor de seguridad (FOS) en esta condición es 1.010.

### Recomendaciones

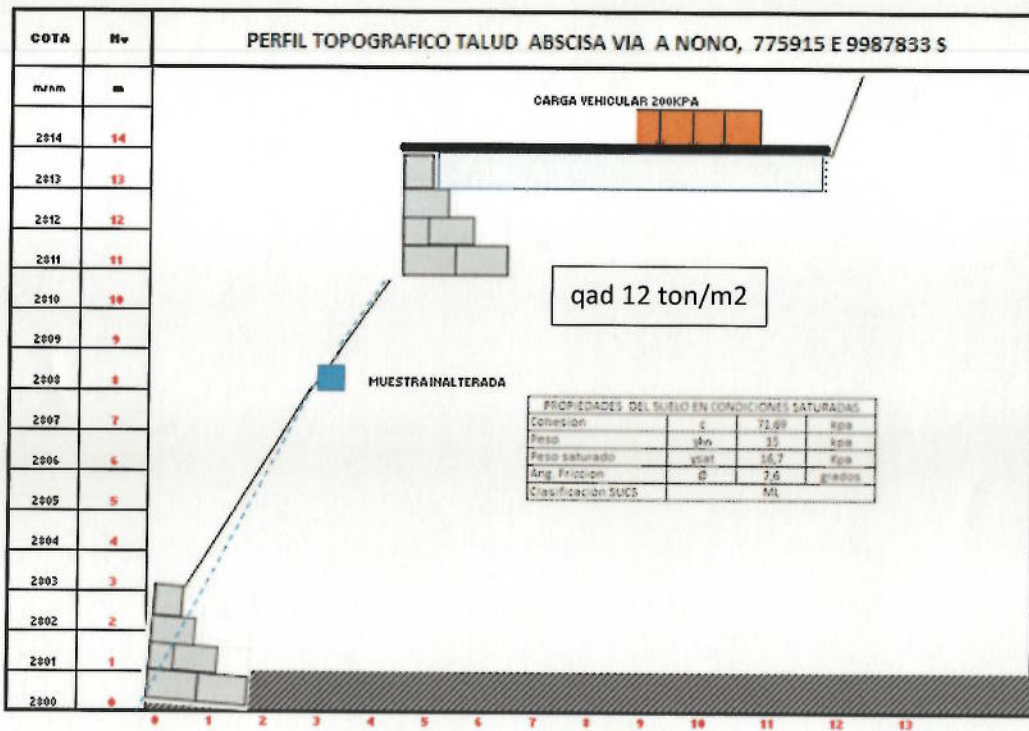
Se recomienda construir un muro de contención tipo gavión de 3 metros de alto, con empotramiento de 1 metro, ubicado en el pie de talud, mitigará el potencial de falla descrito anteriormente.

De igual forma se requiere estabilizar la mesa de la vía mediante la construcción de un muro de gavión de 3.5 metros de alto ubicado en la cota 2810.5, cota que deberá ser precisada una vez que el muro se replantee en obra. La capacidad admisible se determina en 12 ton/m<sup>2</sup>.

Para realizar el corte de los suelos se recomienda un talud de construcción de 3V:1H, siempre y cuando el talud no quede expuesto al intemperismo, sin embargo se recomienda se acojan las disposiciones que por seguridad industrial se dispongan en este caso

Finalmente se debe revegetar la zona y proteger la ladera del talud del intemperismo y sobresaturación del suelo. Tomar las precauciones necesarias para la correcta escorrentía de las aguas lluvias de la vía.







Fotografía No.1 Vista general "Talud Vía Nono"



*Anexo N° 2 Registros de perforación*





# PUCE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES,  
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



AREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA INFORME DE ENSAYO REGISTRO DE LOG. GEOTÉCNICO									
SOLICITADO POR: <b>ensayo</b> FISCALIZACIÓN: <b>Ing. Carlos Viqueira</b> CONTRATISTA: <b>provisor</b> FECHA DE ELABORACIÓN: <b>2017-11-18</b> FECHA DE ENTREGA: <b>2017-12-22</b> HOJA: <b>1 de 1</b> ORDEN: <b>3421-S</b>									
FECHA DE INICIO SONDEO: <b>2017-11-28</b> FECHA DE FINALIZACIÓN: <b>2017-11-28</b> TIPO DE MUESTREADOR: <b>Cuchara partida</b> PESO DEL MARTILLO: <b>140 lb</b> ALTIMETRO DE CAÍDA DEL MARTILLO: <b>76.2 cm</b> ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO: <b>475 J</b> PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA (%): <b>45</b>									
MARTILLO UTILIZADO: <b>Tipo Donnit</b> TIPO DE MARTILLO: <b>Manual</b> DIÁMETRO DE LA TUBERÍA: <b>AW</b> DIÁMETRO DE REVESTIMIENTO: <b>17 M</b> REGISTRO NIVEL FREÁTICO NIVEL: NO FECHA: <b>2017-11-28</b> NIVEL: <b>.....</b> FECHA: <b>.....</b> NIVEL: <b>.....</b> FECHA: <b>.....</b>									
OBRA: <b>Informe geotécnico del talud en la vía Nono</b> LOCALIZACIÓN: <b>Quito - Provincia de Pichincha</b> DESCRIPCIÓN: <b>Sin datos P-01</b> PROFUNDIDAD TOTAL (m): <b>6.00</b> PEFORADOR: <b>Eius Diegblana</b> COTA DEL NIVEL NATURAL (mnm): <b>2000.00</b> COORDENADAS UTM: <b>17 M</b> N: <b>9907833.00</b> E: <b>775935.00</b> REPERFORADORA: <b>Tripode Manual</b> MODELO: <b>Equipo Manual</b>									
VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO									
N corregido (60) ASTM D 6066									
ESTRATIGRAFÍA									
N corregido (60)									
NSPT MEDIO									
RECUPERACIÓN (%)									
RECUPERACIÓN (cm)									
SISTEMA ENTREGADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SCS)									
% QUE PASA EL TAMIZ N° 200									
% QUE PASA EL TAMIZ N° 40									
% QUE PASA EL TAMIZ N° 4 (4.75 mm)									
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)									
LÍMITE PLÁSTICO (%)									
LÍMITE LÍQUIDO (%)									
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)									
TIPO DE MUESTRAS									
REVESTIMIENTO									
COTA (mnm)									
DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO									
De 0.00 a 1.00	0.00-1.00 m: Material de relleno con escombros y basura en estado suelto								
De 1.00 a 1.45	Material de relleno con escombros y basura más arenas limososas color café en estado suelto								
De 1.55 a 2.00	Arena limosa de color café poco húmedo en estado suelto, material sin plasticidad con restos de basura								
De 2.55 a 3.00	Arena limosa de color café poco húmedo en estado suelto, material sin plasticidad con restos de basura								
De 3.25 a 4.00	Limo arenoso de color café claro en estado húmedo con una consistencia media y plasticidad baja								
De 4.55 a 5.00	Limo arenoso de color café claro en estado húmedo con una consistencia dura y plasticidad baja								
De 5.55 a 6.00	Limo arenoso de color café claro en estado húmedo con una consistencia rígida y plasticidad baja								
De 6.00 a 7.00	Fin de sondeo								
De 7.00 a 8.00									
De 8.00 a 9.00									



ROCA
OP / OPB
GM

CL
CH
SM

OL
OH
MH

ML
MC-CL
MH

CONTENIDO DE HUMEDAD

LÍMITE PLÁSTICO

NP SUELO NO PLÁSTICO

1. Baja plasticidad  
2. Alta plasticidad

*[Signature]*  
Ing. Sebastián Morales  
RESPONSABLE DEL AREA

*[Signature]*  
Tigo: Patricio Hernandez  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

*[Signature]*  
Ing. Jorge Bucheli  
DIRECTOR DEL LABORATORIO





*Anexo N° 3 Ensayos de Laboratorio*



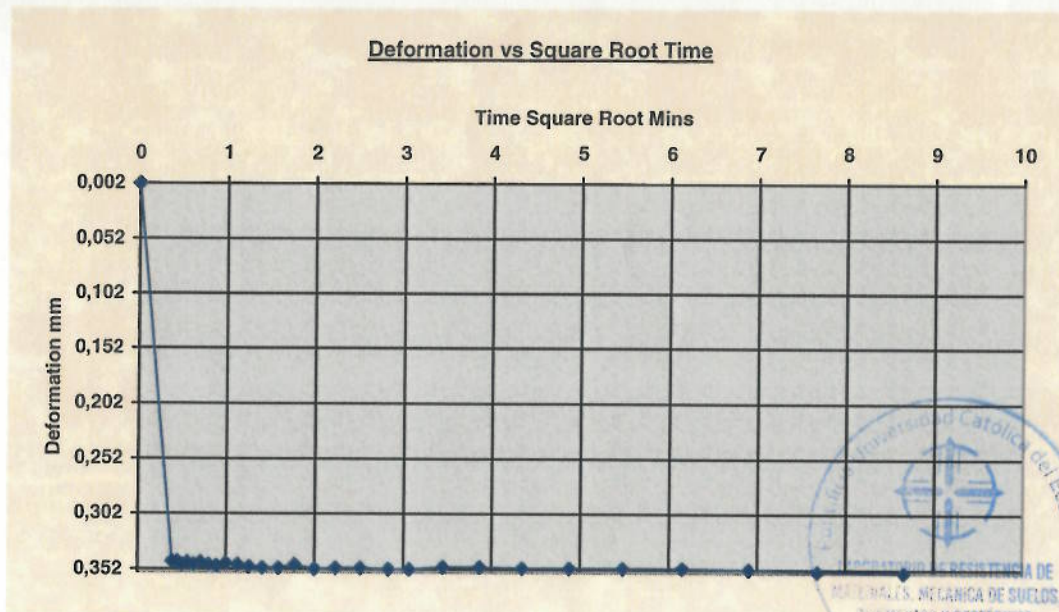
**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

<b>Client</b>	EPMOP	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	Estabilización Talud vía a Nono	<b>Job</b>	3421 S
<b>Borehole</b>	Calicata - PCAI - Prof. 6.00m	<b>Sample</b>	1

Test Details			
<b>Standard</b>	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	<b>Particle Specific Gravity</b>	2.68
<b>Sample Type</b>	Block sample	<b>Single or Multi Stage</b>	Single Stage
<b>Lab. Temperature</b>	20.0 deg.C	<b>Location</b>	Vía a Nono
<b>Sample Description</b>	Calicata - PCA1 - Prof. 6.00m		
<b>Variations from procedure</b>	None		

Specimen Details			
<b>Specimen Reference</b>	A	<b>Description</b>	
<b>Depth within Sample</b>	0.00mm	<b>Orientation within Sample</b>	
<b>Initial Height</b>	20.090 mm	<b>Area</b>	3596.40 mm <sup>2</sup>
<b>Structure / Preparation</b>		<b>Initial Water Content*</b>	30.84 %
<b>Initial Wet Unit Weight</b>	17.05 kN/m <sup>3</sup>	<b>Degree of Saturation</b>	81.23 %
<b>Initial Dry Unit Weight</b>	13.03 kN/m <sup>3</sup>	<b>Initial Voids Ratio</b>	1.018
<b>Final Wet Unit Weight</b>	17.72 kN/m <sup>3</sup>	<b>Final Water Content</b>	36.07%
<b>Final Dry Unit Weight</b>	13.02 kN/m <sup>3</sup>	<b>Dry Mass</b>	95.97 g
<b>Tested Dry or Submerged</b>	Submerged		
<b>Comments</b>			

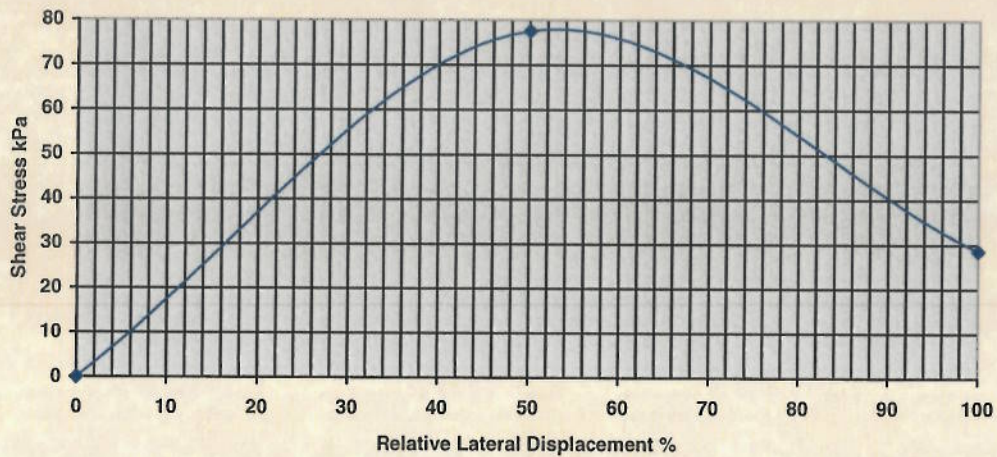
\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen





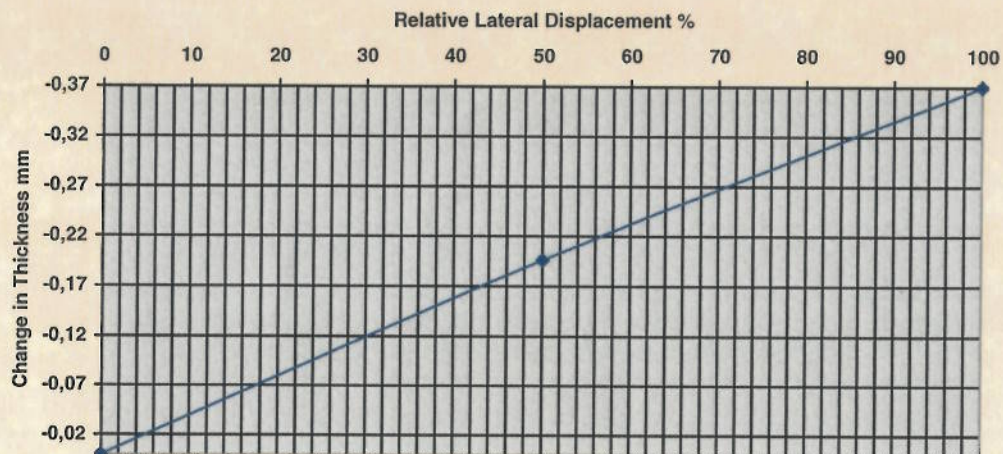
**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

Shear Stress Vs Displacement



<b>Rate of Horizontal Displacement</b>	Stage 1: 0.5044mm/min
--	-----------------------

Change in Specimen Thickness Vs Displacement



Conditions at Failure	
Normal Stress	50.0 kPa
Peak Strength	77.5 kPa
Horizontal Deformation	1.199 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.162 mm



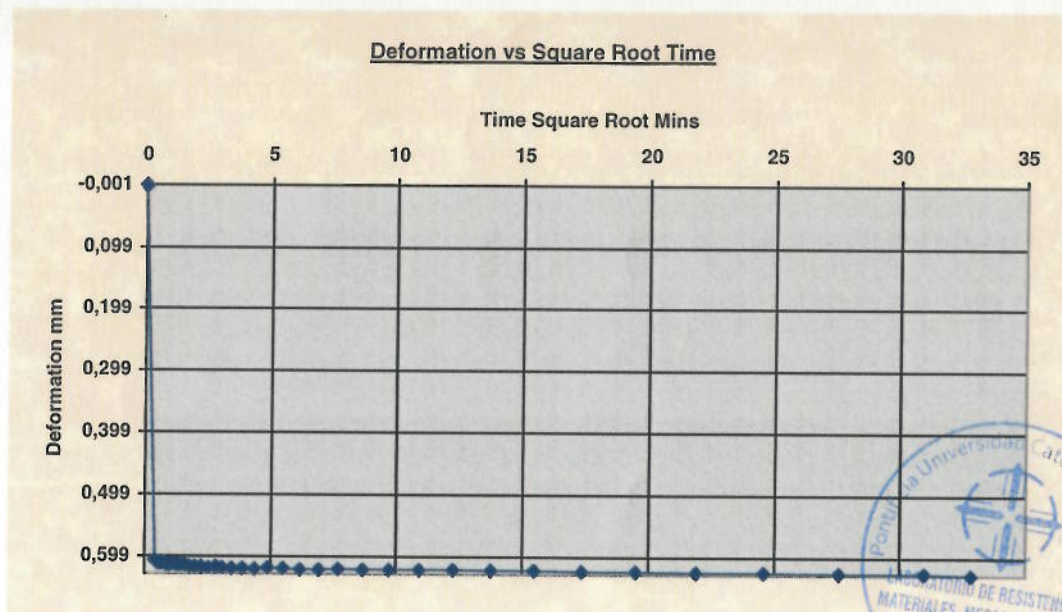
**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

<b>Client</b>	EPMMOP	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	Estabilización Talud vía a Nono	<b>Job</b>	3421 S
<b>Borehole</b>	Calicata - PCA1 - Prof. 6.00m	<b>Sample</b>	1

Test Details			
<b>Standard</b>	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	<b>Particle Specific Gravity</b>	2.68
<b>Sample Type</b>	Block sample	<b>Single or Multi Stage</b>	Single Stage
<b>Lab. Temperature</b>	20.0 deg.C	<b>Location</b>	Vía a Nono
<b>Sample Description</b>	Calicata - PCA1 - Prof. 6.00m		
<b>Variations from procedure</b>	None		

Specimen Details			
<b>Specimen Reference</b>	B	<b>Description</b>	
<b>Depth within Sample</b>	0.00mm	<b>Orientation within Sample</b>	
<b>Initial Height</b>	20.090 mm	<b>Area</b>	3596.40 mm <sup>2</sup>
<b>Structure / Preparation</b>		<b>Initial Water Content*</b>	31.55 %
<b>Initial Wet Unit Weight</b>	17.00 kN/m <sup>3</sup>	<b>Degree of Saturation</b>	81.74 %
<b>Initial Dry Unit Weight</b>	12.92 kN/m <sup>3</sup>	<b>Initial Voids Ratio</b>	1.034
<b>Final Wet Unit Weight</b>	17.80 kN/m <sup>3</sup>	<b>Final Water Content</b>	35.23%
<b>Final Dry Unit Weight</b>	13.16 kN/m <sup>3</sup>	<b>Dry Mass</b>	95.18 g
<b>Tested Dry or Submerged</b>	Submerged		
<b>Comments</b>			

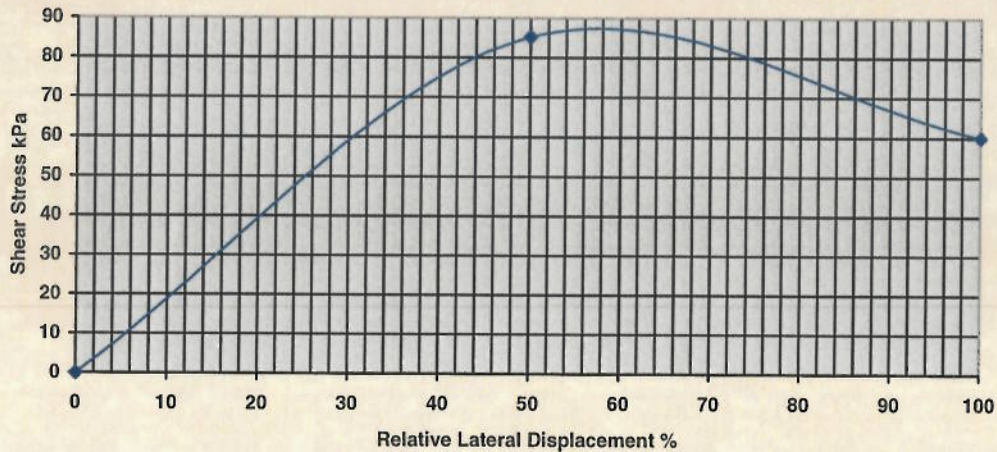
\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen





**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

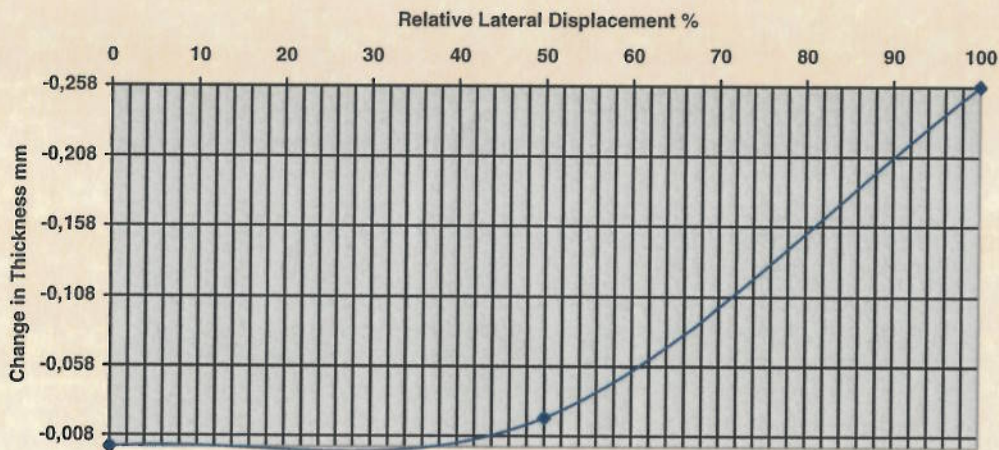
Shear Stress Vs Displacement



Rate of Horizontal Displacement

Stage 1: 0.5074mm/min

Change in Specimen Thickness Vs Displacement



**Conditions at Failure**

Normal Stress	100.0 kPa
Peak Strength	85.2 kPa
Horizontal Deformation	1.199 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	0.608 mm



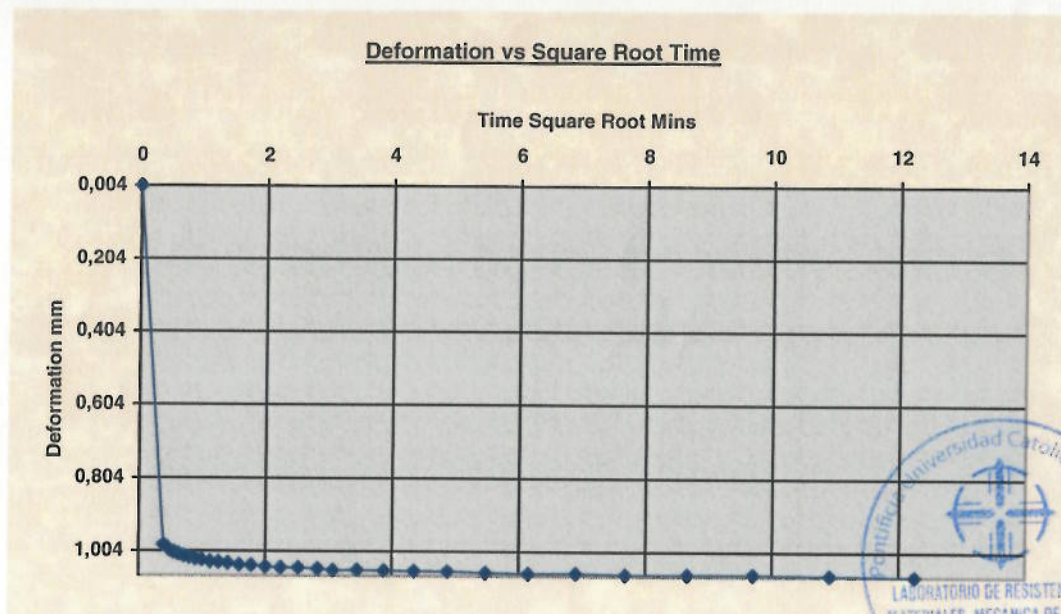
**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

<b>Client</b>	EPMMOP	<b>Lab Ref</b>	
<b>Project</b>	Estabilización Talud vía a Nono	<b>Job</b>	3421 S
<b>Borehole</b>	Calicata - PCA1 - Prof. 6.00m	<b>Sample</b>	1

Test Details			
<b>Standard</b>	ASTM D3080-03 / AASHTO T236-92	<b>Particle Specific Gravity</b>	2.68
<b>Sample Type</b>	Block sample	<b>Single or Multi Stage</b>	Single Stage
<b>Lab. Temperature</b>	20.0 deg.C	<b>Location</b>	Vía a Nono
<b>Sample Description</b>	Calicata - PCA1 - Prof. 6.00m		
<b>Variations from procedure</b>	None		

Specimen Details			
<b>Specimen Reference</b>	C	<b>Description</b>	
<b>Depth within Sample</b>	0.00mm	<b>Orientation within Sample</b>	
<b>Initial Height</b>	20.090 mm	<b>Area</b>	3596.40 mm <sup>2</sup>
<b>Structure / Preparation</b>		<b>Initial Water Content*</b>	32.73 %
<b>Initial Wet Unit Weight</b>	16.59 kN/m <sup>3</sup>	<b>Degree of Saturation</b>	79.50 %
<b>Initial Dry Unit Weight</b>	12.50 kN/m <sup>3</sup>	<b>Initial Voids Ratio</b>	1.103
<b>Final Wet Unit Weight</b>	17.91 kN/m <sup>3</sup>	<b>Final Water Content</b>	34.24%
<b>Final Dry Unit Weight</b>	13.34 kN/m <sup>3</sup>	<b>Dry Mass</b>	92.06 g
<b>Tested Dry or Submerged</b>	Submerged		
<b>Comments</b>			

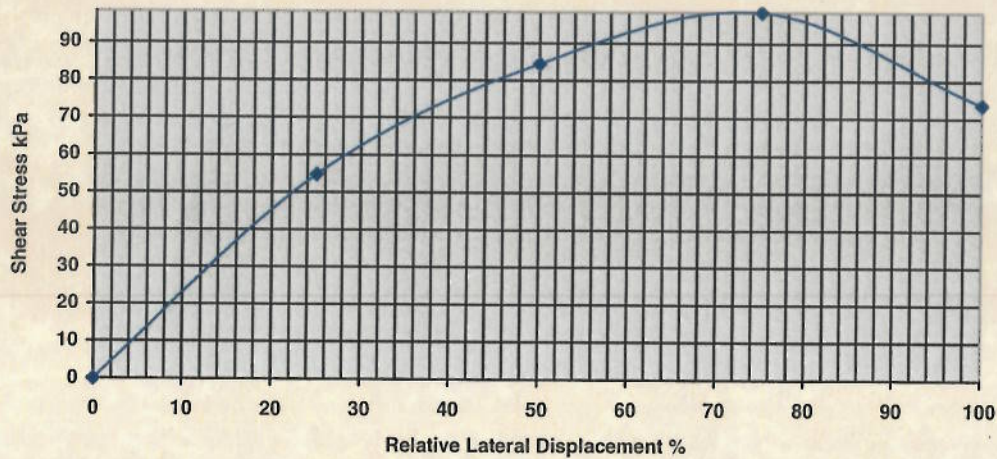
\* Calculated from initial and dry weights of whole specimen





**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**

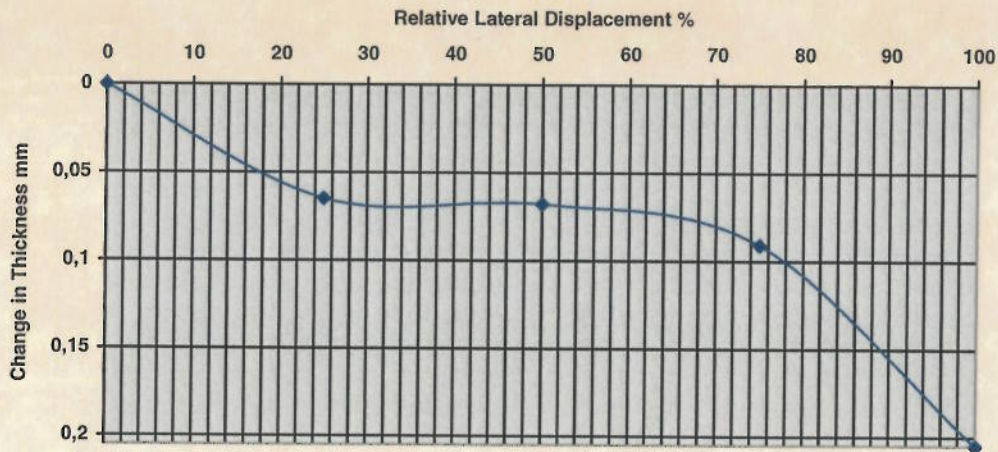
Shear Stress Vs Displacement



Rate of Horizontal Displacement

Stage 1: 0.5030mm/min

Change in Specimen Thickness Vs Displacement



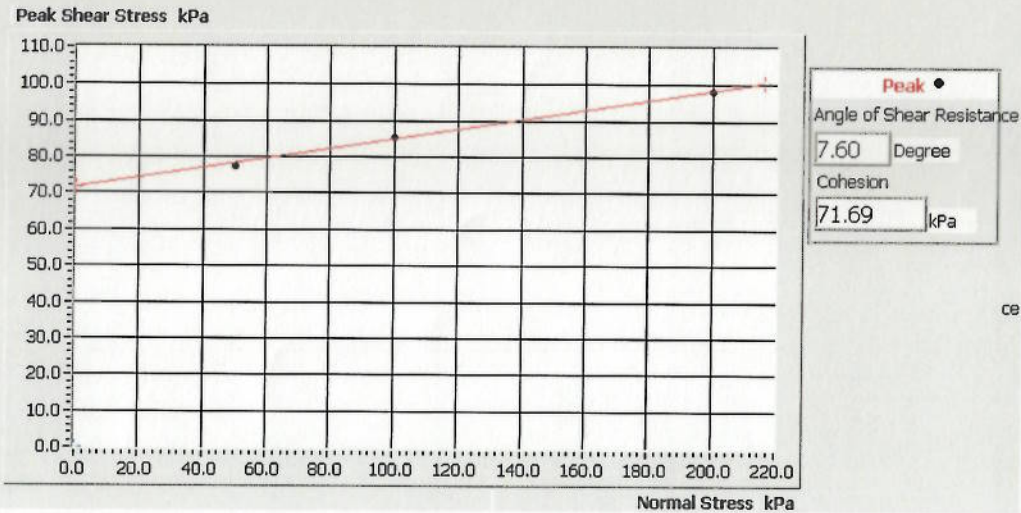

Conditions at Failure	
Normal Stress	200.0 kPa
Peak Strength	98.3 kPa
Horizontal Deformation	3.597 mm
Residual Stress	0.0 kPa
Vertical Deformation	1.164 mm



**Shear Strength by Direct Shear  
(Small Shear Box)**


Test Summary			
Reference	B	C	A
Normal Stress	100.0 kPa	200.0 kPa	50.0 kPa
Peak Strength	85.2 kPa	98.3 kPa	77.5 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	1.199 mm	3.597 mm	1.199 mm
Residual Stress	N/A	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.5074mm/min	Stage 1: 0.5030mm/min	Stage 1: 0.5044mm/min
Final Height	19.72 mm	18.82 mm	20.11 mm
Sample Area	3596.40 mm <sup>2</sup>	3596.40 mm <sup>2</sup>	3596.40 mm <sup>2</sup>
Initial Wet Unit Weight	17.00 kN/m <sup>3</sup>	16.59 kN/m <sup>3</sup>	17.05 kN/m <sup>3</sup>
Initial Dry Unit Weight	12.92 kN/m <sup>3</sup>	12.50 kN/m <sup>3</sup>	13.03 kN/m <sup>3</sup>
Final Wet Unit Weight	17.80 kN/m <sup>3</sup>	17.91 kN/m <sup>3</sup>	17.72 kN/m <sup>3</sup>
Final Dry Unit Weight	13.16 kN/m <sup>3</sup>	13.34 kN/m <sup>3</sup>	13.02 kN/m <sup>3</sup>
Final Moisture Content	35.23 %	34.24 %	36.07 %
Particle Specific Gravity	2.68	2.68	2.68
Final Void Ratio	0.9972	0.9701	1.0194
Final Saturation	94.68%	94.58%	94.84%

**Maximum Shear Stress vs Normal Stress**

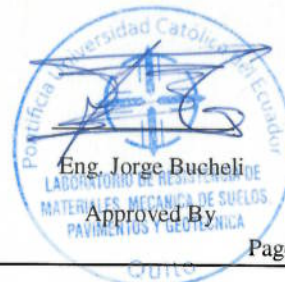
Sr. José Morán

Tested By



Eng. Andrés Muñoz

Checked By



Eng. Jorge Bucheli

Approved By





# PUCE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES,  
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Estabilización Talud Vía a Nono  
LOCALIZACIÓN: Vía a Nono  
MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio  
DESCRIPCIÓN: Sonda P1 - Prof. 5,50m - 6,00m.  
NORMA: ASTM D 2216  
HOJA: 4 de 4

N° DE RECEPCIÓN: S 3421  
SOLICITADO POR: EFMMP  
FISCALIZACIÓN: Ing. Carlos Vázquez  
CONTRATISTA: EFMMP  
FECHA INGRESO: 2017-12-13  
FECHA ENTREGA: 2017-12-14

### 1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

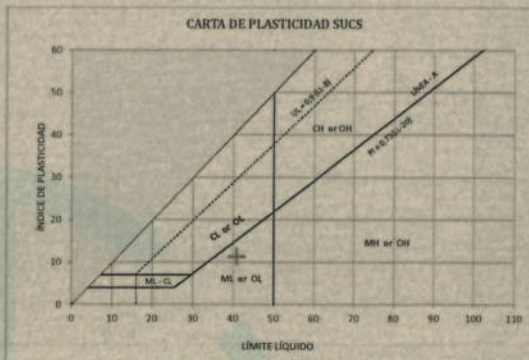
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,22	52,66	42,29	39,78	40,01
17,81	63,02	50,04	40,27	

### 2- LIMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,15	12,52	11,08	29,21	29,48
6,54	13,30	11,75	29,75	

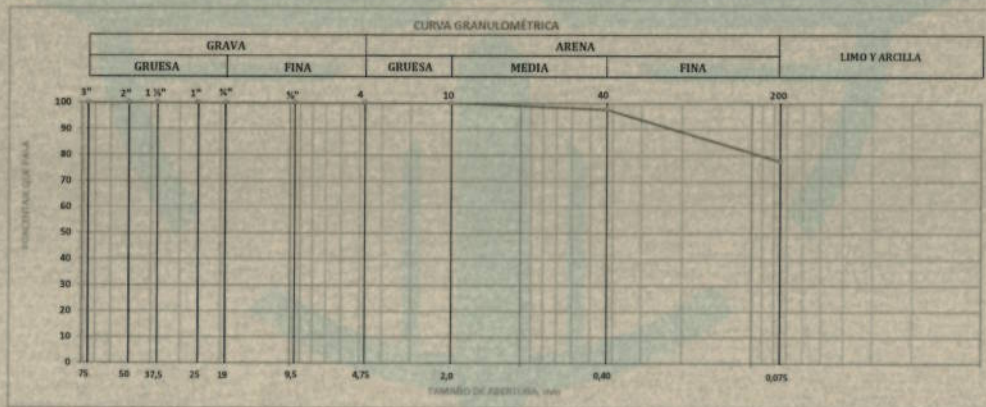
### 3- LIMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

A		MÉTODO MULTIPUNTO		
N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
34	8,89	20,24	16,98	40,30
21	5,97	20,14	16,00	41,28
15	8,29	21,00	17,26	41,69



### 4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 6913

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	18,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	22,26
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	77,7



### 5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)  
Humedad (%): 40  
LÍMITES DE ATTERBERG  
Límite Líquido, LL: 41  
Límite Plástico, LP: 29  
Índice de Plasticidad, IP: 11

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (%): 0  
Arena (%): 22  
Finos (%): 78

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML

NOMBRE TÍPICO: Limo con arena

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Telgo, Patricio Hernández  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Andrés Muñoz  
RESPONSABLE DEL ÁREA  
Ing. Jorge Bucheli  
DIRECTOR DEL LABORATORIO





# PUCE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES,  
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Estabilización Talud Vía a Nono

LOCALIZACIÓN: Vía a Nono

MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio

DESCRIPCIÓN: Sonda P1 - Prof. 3,50m. - 4,00m.

NORMA: ASTM D 2216

HOJA: 3 de 4

N° DE RECEPCIÓN: 53421

SOLICITADO POR: EPMMOP

FISCALIZACIÓN: Ing. Carlos Vázquez

CONTRATISTA: EPMMOP

FECHA INGRESO: 2017-12-13

FECHA ENTREGA: 2017-12-14

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,90	68,58	55,42	35,07	35,27
18,15	75,60	60,56	35,46	

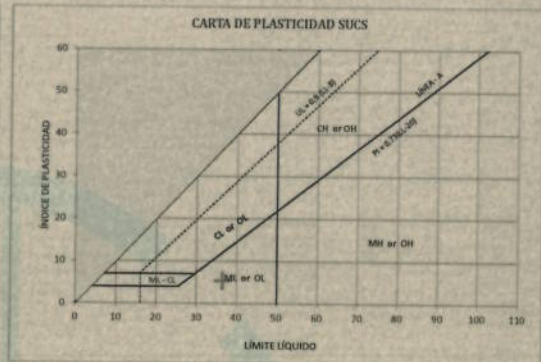
2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,08	12,47	10,94	31,35	31,17
6,14	12,48	10,98	30,99	

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

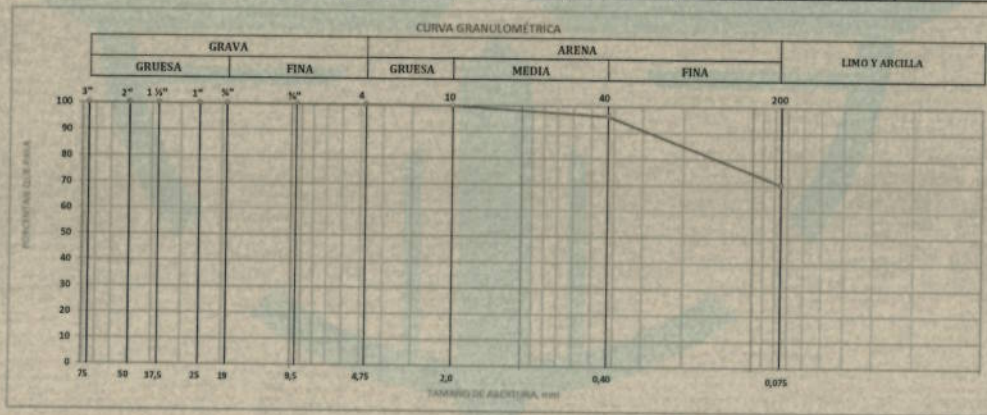
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
31	6,03	20,96	17,00	36,10
27	9,51	22,57	19,08	36,47
17	6,36	20,73	16,62	37,38



4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 6913

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	5/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	3,75	29,58
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,76	96,25	70,42



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (%): 35

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: 37

Límite Plástico, LP: 31

Índice de Plasticidad, IP: 5

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (%): 0

Arena (%): 30

Finos (%): 70

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML

NOMBRE TÍPICO: Limo con arena

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Telgo Patricio Hernández  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Andrés Muñoz  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Bucheli  
DIRECTOR DEL LABORATORIO





# PUCE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES,  
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Estabilización Talud Vía a Nono  
LOCALIZACIÓN: Vía a Nono  
MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio  
DESCRIPCIÓN: Sonda I<sup>o</sup> - Prof. 1,50m. - 2,00m.  
NORMA: ASTM D 2216  
HOJA: 2 de 4

N° DE RECEPCIÓN: S 3421  
SOLICITADO POR: EPMOP  
FISCALIZACIÓN: Ing. Carlos Vásquez  
CONTRATISTA: EPMOP  
FECHA INGRESO: 2017-12-13  
FECHA ENTREGA: 2017-12-14

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed.
18,26	43,98	39,92	18,74	29,00
16,91	42,74	38,57	19,25	

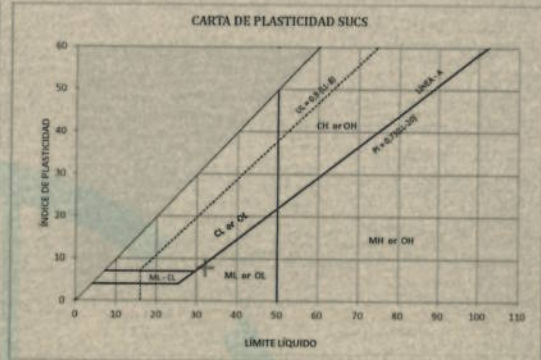
2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed.
6,07	11,86	10,73	24,25	24,29
9,51	15,08	13,99	24,33	

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

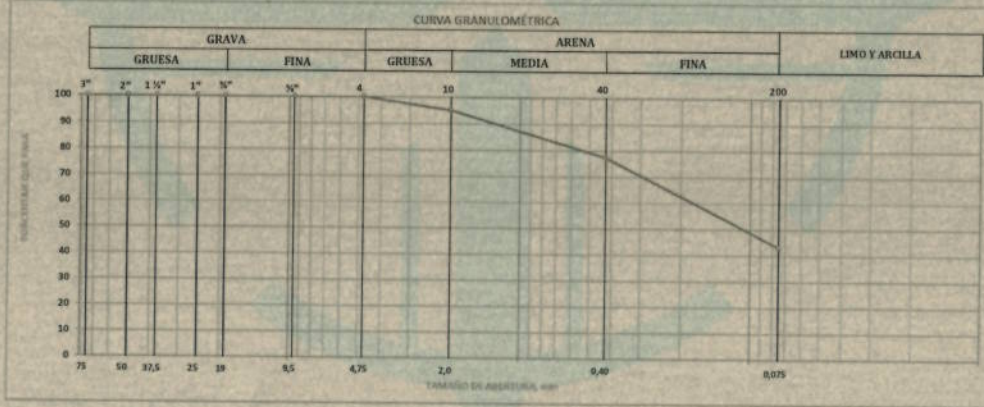
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
34	8,64	27,92	23,33	31,25
25	6,36	26,52	21,61	32,20
16	6,15	27,48	22,13	33,48



4- ANALISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 6913

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,91	22,55	56,86
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,1	77,4	43,1



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (%): 19

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: 32

Límite Plástico, LP: 24

Índice de Plasticidad, IP: 8

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (%): 0

Arena (%): 57

Finos (%): 43

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: SM

NOMBRE TÍPICO: Arena limosa

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

Tcgo. Patricio Hernández  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Andrés Muñoz  
RESPONSABLE DEL ÁREA

Ing. Jorge Bucheli  
DIRECTOR DEL LABORATORIO







# PUCE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES,  
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y GEOTÉCNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



## ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNICA

### INFORME DE ENSAYO

#### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

OBRA : Estabilización Talud Vía a Nono  
LOCALIZACIÓN : Vía a Nono  
MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio  
DESCRIPCIÓN : Sondeo P1  
NORMA : ASTM D 2216  
HOJA : 1 de 4

N° DE RECEPCIÓN : S 3421  
SOLICITADO POR : EPMMOP  
FISCALIZACIÓN : Ing. Carlos Vásquez  
CONTRATISTA : EPMMOP  
FECHA INGRESO : 2017-12-13  
FECHA ENTREGA : 2017-12-14

SONDEO : P1

MUESTRA : Prof. 1,00 - 1,50 m

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad	PROMEDIO
60,15	52,44	16,58	21,50	21,12
61,09	53,42	16,45	20,75	

SONDEO : P1

MUESTRA : Prof. 2,50 - 3,00 m

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad	PROMEDIO
61,73	52,43	17,97	26,99	27,46
61,39	50,49	11,48	27,94	

SONDEO : P1

MUESTRA : Prof. 4,50 - 5,00 m

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	Pcap.	% Humedad	PROMEDIO
62,72	49,90	16,86	38,80	39,22
62,52	49,86	17,92	39,64	

Tcigo. Patricio Hernández  
RESPONSABLE DE ENSAYOS

Ing. Andrés Muñoz  
RESPONSABLE DE ÁREA  
LABORATORIO

Ing. Jorge Bucheli  
DIRECTOR DEL LABORATORIO





*Anexo N° 4 Tablas y Ábacos*

TABLE 5-6  
Equations for stress-strain modulus  $E_s$  by several test methods

$E_s$  in kPa for SPT and units of  $q_c$  for CPT; divide kPa by 50 to obtain ksf. The  $N$  values should be estimated as  $N_{55}$  and not  $N_{70}$ . Refer also to Tables 2-7 and 2-8.

Soil	SPT	CPT
Sand (normally consolidated)	$E_s = 500(N + 15)$ $= 7000 \sqrt{N}$ $= 6000N$ — — — $\dagger E_s = (15000 \text{ to } 22000) \cdot \ln N$	$E_s = (2 \text{ to } 4)q_u$ $= 8000 \sqrt{q_c}$ — — — $E_s = 1.2(3D_p^2 + 2)q_c$ $*E_s = (1 + D_p^2)q_c$
Sand (saturated)	$E_s = 250(N + 15)$	$E_s = Fq_c$ $e = 1.0 \quad F = 3.5$ $e = 0.6 \quad F = 7.0$
Sands, all (norm. consol.)	$\%E_s = (2600 \text{ to } 2900)N$	
Sand (overconsolidated)	$\dagger E_s = 40000 + 1050N$ $E_{s(OCR)} \approx E_{s(nc)} \sqrt{OCR}$	$E_s = (6 \text{ to } 30)q_c$
Gravelly sand	$E_s = 1200(N + 6)$ $= 600(N + 6) \quad N \leq 15$ $= 600(N + 6) + 2000 \quad N > 15$	
Clayey sand	$E_s = 320(N + 15)$	$E_s = (3 \text{ to } 6)q_c$
Silts, sandy silt, or clayey silt	$E_s = 300(N + 6)$	$E_s = (1 \text{ to } 2)q_c$
	If $q_c < 2500$ kPa use $\dagger E'_s = 2.5q_c$ 2500 < $q_c$ < 5000 use $E'_s = 4q_c + 5000$ where $E'_s = \text{constrained modulus} = \frac{E_s(1 - \mu)}{(1 + \mu)(1 - 2\mu)} = \frac{1}{m_v}$	
Soft clay or clayey silt		$E_s = (3 \text{ to } 8)q_c$

CONSISTENCIA (Suelos Cohesivos)	N (S.P.T.)	qu (Kg./cm <sup>2</sup> ) Resistencia a la Compresión Simple	E (Kg./cm <sup>2</sup> )
Muy blanda	< 2	< 0,25	3
Blanda	2 a 4	0,25 a 0,50	30
Mediana	4 a 8	0,50 a 1,00	45 a 90
Compacta	8 a 15	1,00 a 2,00	90 a 200
Muy compacta	15 a 30	2,00 a 4,00	200
Dura	> 30	> 4	200





