

## **ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES**

**Solicitante** : **“Dirección de Infraestructura Escolar”.-**  
**“Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos”.-**  
**“Gobierno de la provincia de San Juan”.-**

**Obra** : **“ESCUELA PRIMARIA Y SECUNDARIA DE ULLÚM”.-**

**Ubicación** : **“Calle Hermógenes Ruíz s/Nº”.-**  
**“Departamento Ullúm – Provincia de San Juan”.-**  
**N.C. Nº 07-42-475178.-**

---

San Juan, Agosto de 2022.-

## **INFORME TÉCNICO**

### **1) INTRODUCCIÓN**

El presente estudio se realizó a pedido del Solicitante y tiene por objeto y único alcance estudiar las condiciones del suelo de fundación para la construcción de un edificio destinado a las **“Escuelas Primaria y Secundaria de Ullúm”**.

Este proyecto se desarrollará en planta baja sin sótano, y contempla su construcción con materiales tradicionales como el hormigón armado, hormigón simple, mampostería y acero.

Las obra se encuentran en la zona de mayor peligrosidad sísmica de la República Argentina (Zona IV, según el Reglamento INPRES CIRSOC 103, en suelo tipo II).

### **2) TRABAJOS DE CAMPO**

#### **2.1) Descripción del terreno y relevamientos realizados.**

El terreno se encuentra ubicado en la calle Calle Hermógenes Ruíz s/Nº, en departamento Ullúm de la provincia de San Juan.

El mismo se encuentra inculto, sin edificaciones en su interior, presenta una superficie aproximadamente horizontal y no posee cierre perimetral.

La ubicación del terreno estudiado puede ser observada en figura Nº 1 correspondiente a una imagen satelital.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



*Figura. N° 1: Se muestra un croquis de la ubicación del terreno estudiado.*

## 2.2) Toma de Muestras

Se realizaron cuatro (4) calicatas exploratorias a cielo abierto ejecutadas de forma manual de 1,00m de profundidad cada una, las cuales se identificaron como: **C.1**, **C.2**, **C.3** y **C.4**. Sobre las cuales se efectuaron los siguientes trabajos:

- Inspección visual del sitio para observar los rasgos superficiales topográficos y geotécnicos de superficie.
- Determinación del perfil estratigráfico del subsuelo en cada una de las calicatas realizadas.
- Toma de muestras alteradas e inalteradas, de las diferentes capas de suelo que conforman el perfil estratigráfico de cada calicata, para sobre ellas ejecutar los posteriores ensayos de laboratorio.
- Determinación de Densidades Naturales in situ por medio del método del cono y la arena (Norma DNV).

Los pozos de las calicatas se taparon inmediatamente se iban terminando las tareas ejecutada sobre los mismos, con el objeto de evitar cualquier tipo de accidente.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

Los resultados de la investigación de campaña realizada pueden ser consultados en las planillas y gráficas que se adjuntan al presente Informe.

### 3) TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE.

Sobre las muestras tomadas en el lugar, se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio:

- Humedades Naturales ( $w_n$ ).
- Contenido de Sales Solubles Totales.
- Límites de consistencia (LL, LP e IP).
- Estudio Granulométrico y Clasificación de suelos por el método AASHTO y el Unificado (SUCS).
- Pesos Volumétricos Húmedos ( $\gamma$ ) y Secos ( $\gamma_d$ ).
- Ensayo de Corte Rápido

Se adjuntan las Planillas que resumen los resultados de estos ensayos.

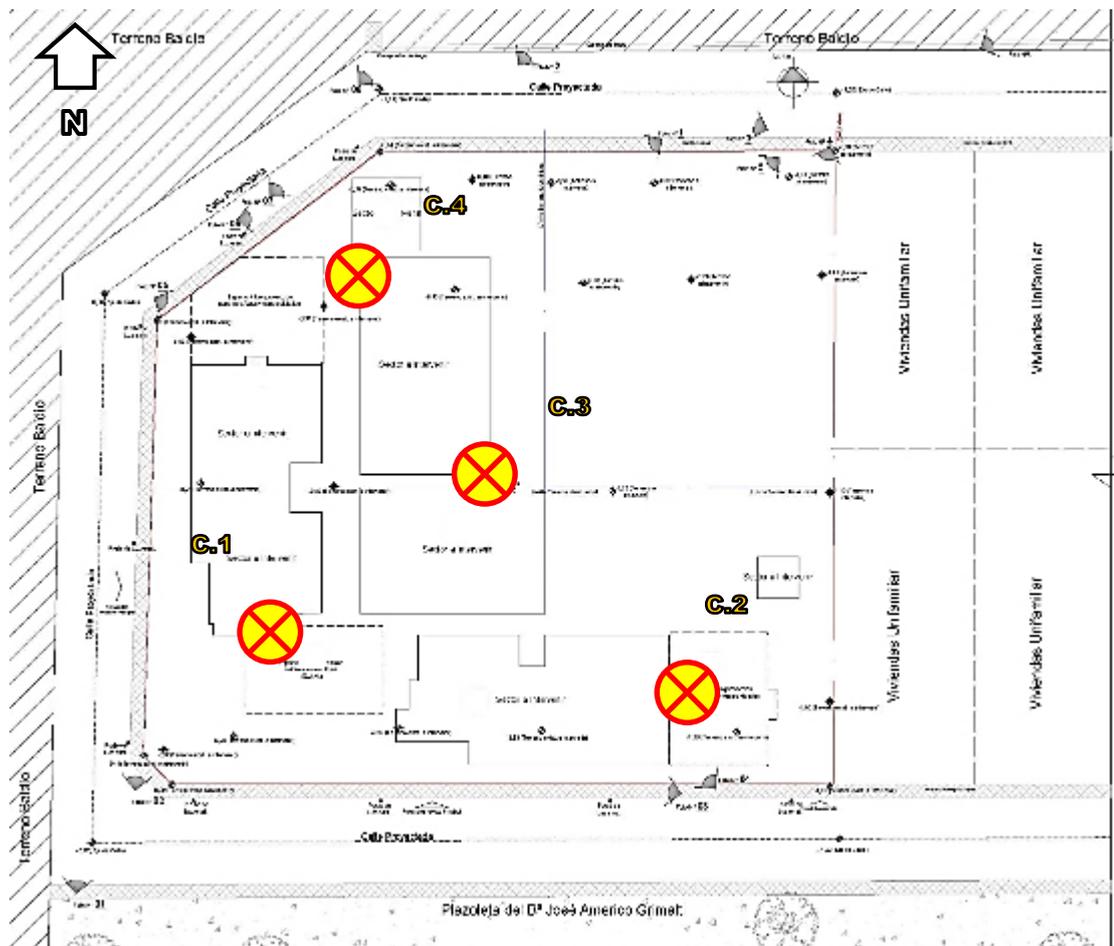


Figura N° 2: Croquis de ubicación de las calicatas ejecutadas.

## **4) CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO – PERFIL DE SUELOS**

### **4.1) CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS**

El terreno estudiado se ubica en el ámbito de la Precordillera de San Juan, más precisamente en la depresión tectónica conocida como “Valle de Ullum-Zonda” (con cota comprendida entre 750 y 800 m.s.n.m.), ésta se halla delimitada por sendos bloques montañosos que forman parte de las denominadas Precordillera Central (al oeste) y Precordillera Oriental (al este). Los macizos montañosos correspondientes son la Sierra Alta o Negra de Zonda (2.100 m s.n.m.) situada al oeste y la Sierra Chica de Zonda (2.000 m s.n.m.) al este.

El paisaje actual, debe su origen a la conjunción de procesos orogénicos, erosivos y climáticos; entre los primeros son de gran importancia las distintas fases de los movimientos andinos y entre los segundos, se destaca la erosión y deposición hídrica y la antropización del área con fines agrícolas desde tiempos prehispánicos.

### **4.2) PERFIL DE SUELOS**

El río San Juan tiene una particular historia en la depresión Ullum-Zonda. En tiempos geológicos pasados (Terciario Superior al Pleistoceno), depositó sus sedimentos a partir de su ingreso a la depresión al norte del Cerro Blanco, desde allí se dirigía al sureste para desembocar al valle de Tulum por la Quebrada de Zonda. El relleno de sedimentos tiene forma de un amplio Abanico Aluvial conformado por bloques, gravas, gravillas, arenas y limos (estos últimos en parte arcillosos). Los de mayor granulometría son redondeados a subredondeados, compuestos por rocas de litología muy heterogénea (se reconocen litologías cordilleranas y del basamento pampeano, estos últimos presentes en estratos paleozoicos y terciarios de la Precordillera).

El espesor total de los depósitos de este Abanico Aluvial, se desconoce por no haber sido atravesados hasta su base por ninguna perforación. La interpretación de registros geoelectrónicos sugiere que, en la parte central del mismo, pueden encontrarse más de 1.000 metros de depósitos cuaternarios.

Los materiales dominantes del área donde se ubicarán las futuras obras, son fundamentalmente sedimentos de origen fluvial que presentan rasgos característicos de la zona.

El perfil estratigráfico de suelos se encuentra conformado por:

- Un relleno superior que tiene un espesor de 1,00m. Este relleno está compuesto por la mezcla heterogénea de limos arenosos no plásticos con gravas. Este relleno se encuentra en estado de compactidad suelta y un bajo contenido de humedad.
- Le continúa el primer horizonte de suelos naturales con un espesor que varía de 0,50m a 1,10m, compuesto por un suelo fino formado por un Limo arenoso no plástico (ML). Este estrato de suelo se encuentra en estado de compactidad suelta a medianamente densa y con un bajo a medio contenido de humedad.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

- A continuación subyacente al horizonte superior, y a la profundidad variable de entre 0,50m a 1,10m, le prosigue un segundo horizonte de suelos naturales compuesto por el sedimento aluvial grueso del cono aluvial, formado por Gravas arenosas limpias y pobremente graduadas (GP) y con un bajo contenido de fimos no plásticos (limos) y con bochas de 2" a 3" en aproximadamente un 1% a 2%. Este estrato se encuentra en estado de compacidad medianamente densa y con un bajo a medio contenido de humedad.

No se detectó la presencia del Nivel Freático y se estima que se encuentra actualmente a una profundidad de 65m, el mismo varía de acuerdo a la época del año. Según los registros históricos aportados por el CRAS el nivel freático puede oscilar entre un nivel mínimo de 45m y un nivel máximo de 75m.

## 5) FUNDACIONES.

### 5.1) Estabilidad Dinámica de Suelos.

Por las características físico-mecánicas de los suelos presentes (suelos granulares gruesos de compacidad media) y por la posición del nivel de las aguas freáticas (>45 metros), resulta ser que el *perfil de suelos es dinámicamente estable*, según lo establecido por la Norma INPRES - CIRSOC 103, correspondiendo al *Tipo II* (Tabla 3, Capítulo 6).

### 5.2) SISTEMA Y NIVEL DE FUNDACIÓN - CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.

El proyecto contemplará una estructura tradicional conformada por estructuras de hormigón armado y mamposterías de ladrillos con enmarcados de hormigón armado, y en él se preverá un sistema de fundación directo-superficial, que se recomienda sea emplazado a una profundidad no menor a 0,70m por debajo del nivel de piso terminado, en el horizonte subyacente de suelo natural, formado por una grava arenosa limpia (GP) que posee una buena capacidad portante y baja a nula compresibilidad.

A continuación, se presenta las alternativas de solución recomendadas para la estructura de fundación.

### 5.3) ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

#### 5.3.1) BASES AISLADAS PARA FUNDACIÓN DE COLUMNAS DE CARGA

**Profundidad Mínima de 0,70m.**

Aplicando la Fórmula de Terzaghi, para la "profundidad efectiva mínima de 0,70m a partir del nivel de piso terminado", con un ángulo de fricción  $\phi$  = variable ( $^{\circ}$ ) y cohesión  $c = 0$  (t/m<sup>2</sup>); la presión admisible media es de:

#### Cimentación Cuadrada

$$q_u = 1,3cN_c + qN_q + 0,4\gamma BN_\gamma$$

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_S}$$

Profundidad Efectiva DF' (m)	Tipo de Suelo de Fundación			
	Limo arenoso (ML) $\phi = 22^\circ$		Grava arenosa (GP) $\phi = 32^\circ$	
	Presiones admisibles (ton/m <sup>2</sup> ) $q_{adm}$ (ton/m <sup>2</sup> )	Presiones Límites (Cargas Verticales + Sismo) ft=1,4	Presiones admisibles (ton/m <sup>2</sup> ) $q_{adm}$ (ton/m <sup>2</sup> )	Presiones Límites (Cargas Verticales + Sismo) ft=1,4
<b>0,70</b>	<b>4 + 3 x B (m)</b>	<b>1,4 x <math>q_{adm}</math></b>	<b>8,5 + 7 x B (m)</b>	<b>1,4 x <math>q_{adm}</math></b>

### 5.3.2) CIMIENTO CORRIDO BAJO MUROS DE CARGA Y/O SISMORRESISTENTES

**Profundidad Mínima de 0,70m.**

Aplicando la Fórmula de Terzaghi, para la "**profundidad efectiva mínima de 0,70m a partir del nivel de piso terminado**", con un ángulo de fricción  $\phi$  = variable (°) y cohesión  $c = 0$  (t/m<sup>2</sup>); la presión admisible media es de:

$$q_u = cN_c + qN_q + 0,5\gamma BN_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_S}$$

Profundidad Efectiva DF' (m)	Tipo de Suelo de Fundación			
	Limo arenoso (ML) $\phi = 22^\circ$		Grava arenosa (GP) $\phi = 32^\circ$	
	Presiones admisibles (ton/m <sup>2</sup> ) $q_{adm}$ (ton/m <sup>2</sup> )	Presiones Límites (Cargas Verticales + Sismo) ft=1,4	Presiones admisibles (ton/m <sup>2</sup> ) $q_{adm}$ (ton/m <sup>2</sup> )	Presiones Límites (Cargas Verticales + Sismo) ft=1,4
<b>0,70</b>	<b>4 + 5 x B (m)</b>	<b>1,4 x <math>q_{adm}</math></b>	<b>8,5 + 9 x B (m)</b>	<b>1,4 x <math>q_{adm}</math></b>

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

---

Dónde:

$q_u$  = Capacidad de carga última de la cimentación.

$q_{adm}$  = Capacidad de carga admisible.

$q = \gamma \times D_f$ .

$\gamma$  = Peso unitario aparente.

$D_f$  = Profundidad efectiva de fundación (Profundidad de desplante, medida desde la superficie del terreno).

$N_c; N_q$  y  $N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga. Se han tomado valores promedios entre los valores de capacidad de carga última y capacidad de carga por falla local.

$c$  = Cohesión.

$B$  = Ancho del elemento de fundación.

$F_s$  = Factor de seguridad = 3,5.

## 6) RECOMENDACIONES.

- Los contenidos de Sales Solubles Totales determinados en el suelo presentan valores bajos a nulos, aun así es recomendable el uso de cemento puzolánico y mezclas de hormigón resistente al ataque de sulfatos para todas las estructuras de fundación, de acuerdo a lo establecido por el Reglamento CIRSOC 201-05.
- En este caso el hormigón estará expuesto a un ambiente del tipo **A1 – Ambiente No Agresivo**. Por lo tanto, se recomienda usar hormigones con las siguientes características.
  - Para hormigón simple o armado en contacto con el suelo: Resistencia especificada  $f'_{c\ min} = 20\ Mpa$ .
  - Con una relación a/c máxima = 0,60.
  - Contenido mínimo de cemento 280 kg/m<sup>3</sup>.
- En caso de que los niveles de proyecto requieran la construcción de terraplenes para las obras, los mismos se podrán conformar con algún material granular natural de la zona, con tamaño nominal máximo  $\leq 3''$ , del tipo A-1-a (0) ó A-1-b (0) de la Clasificación AASHTO, humedecido y compactado en capas de 0,20m de espesor al 95% de la densidad máxima de su Proctor T.180 colocado directamente sobre el suelo natural compactado a modo de Base de Asiento.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

## 7) PERFIL GEOTÉCNICO DE SUELOS.

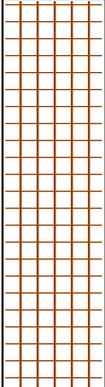
### CALICATA: C.1

Cota ( m )	Prof. ( m )	Perfil de Suelo	Descripción del Suelo.
0,00 -			<b>N.T.N</b>
		 <b>ML</b>	(0,00m a 1,10m): <b>Limo</b> arenoso no plástico con algunas gravas y raíces, en estado de compactidad suelta a medianamente densa y con un contenido de humedad medio.
1,00 -	1,10 -	 <b>GP</b>	(1,10m a 1,40m): <b>Grava</b> arenosa limpia pobremente graduada, con baja cantidad de finos no plásticos (limos), en estado de compactidad medianamente densa y con un bajo contenido de humedad. Con bochas de 2" a 3" en 1% a 2%.
	1,40 -	 <b>GP</b>	Fin de exploración.
2,00 -			

**Observaciones:** Nivel Freático no se detectó hasta la máxima profundidad de exploración.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

### CALICATA: C.2

Cota (m)	Prof. (m)	Perfil de Suelo	Descripción del Suelo.
0,00 -			<b>N.T.N</b>
1,00 -	1,00 -		(0,00m a 1,00m): <b>Relleno</b> ; Mezcla heterogénea de limo arenoso con gravas, en estado de compacidad suelta y con un bajo contenido de humedad.
2,00 -	2,20 -	 ML	(1,00m a 2,20m): <b>Limo</b> arenoso no plástico, en estado de compacidad suelta y con un bajo a medio contenido de humedad.
		 GP	(2,20m en Prof.): <b>Grava</b> arenosa limpia pobremente graduada, con baja cantidad de finos no plásticos (limos), en estado de compacidad medianamente densa y con un bajo contenido de humedad. Con bochas de 2" a 3" en 1% a 2%.

**Observaciones:** Nivel Freático no se detectó hasta la máxima profundidad de exploración.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

### CALICATA: C.3

Cota ( m )	Prof. ( m )	Perfil de Suelo	Descripción del Suelo.
0,00 -			<b>N.T.N</b>
	0,50 -		(0,00m a 0,50m): <b>Limo</b> arenoso no plástico, en estado de compacidad suelta y con un contenido medio de humedad.
	0,90 -		(0,50m a 0,90m): <b>Grava</b> arenosa limpia pobremente graduada, con baja cantidad de finos no plásticos (limos), en estado de compacidad medianamente densa y con un bajo contenido de humedad. Con bochas de 2" a 3" en 1% a 2%.
1,00 -			Fin de exploración.
2,00 -			

**Observaciones:** Nivel Freático no se detectó hasta la máxima profundidad de exploración.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

**CALICATA: C.4**

Cota ( m )	Prof. ( m )	Perfil de Suelo	Descripción del Suelo.
0,00 -			<b>N.T.N</b>
	0,70 -		(0,00m a 0,70m): <b>Limo</b> arenoso no plástico con algunas gravas y raíces, en estado de compacidad suelta y con un contenido medio de humedad.
1,00 -	1,10 -		(0,70m a 1,10m): <b>Grava</b> arenosa limpia pobremente graduada, con baja cantidad de finos no plásticos (limos), en estado de compacidad medianamente densa y con un bajo contenido de humedad. Con bochas de 2" a 3" en 1% a 2%.
2,00 -			Fin de exploración.

**Observaciones:** Nivel Freático no se detectó hasta la máxima profundidad de exploración.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

## 8) ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DE SUELOS.

### Planilla Resumen de Resultados.

CALICATA		C.1		C.2	
Profundidad (m)		0,00 – 1,10	1,10 – 1,40	1,00 – 2,20	2,20 – 2,55
% PASA TAMIZ	4"	...	...	...	...
	3"	...	100	...	100
	2"	...	98	...	98
	1"	...	88	...	89
	3/4"	...	69	...	73
	3/8"	...	55	...	60
	# 4	...	29	100	43
	# 10	100	22	99	29
	# 40	99	16	97	19
	# 100	93	5	90	10
	# 200	81,2	1,9	72,8	2,1
Humedad Natural (%)		6,0	1,1	6,8	1,2
DENSIDAD	Natural húm. "γ <sub>w</sub> (t/m <sup>3</sup> )"	...	1,942	1,514	...
	Natural seca "γ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )"	...	1,921	1,418	...
SALES	Totales (%)	0,187	N.F	0,159	N.F
	Cloruros (mg/l)	...	...	...	...
	Sulfatos (mg/l)	...	...	...	...
Cohesión "c (t/m <sup>2</sup> )"		...	...	...	...
Fricción "φ (°)"		...	...	...	...
Límite Líquido (%)		x	x	x	x
Índice Plástico (%)		0	0	0	0
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		ML	GP	ML	GP
Clasificación AASHTO		A-4 (8)	A-1-a (0)	A-4 (7)	A-1-a (0)
Observaciones		...	...	...	...

Nota: Densidad in situ tomada en:

Calicata **C.1** a la profundidad de 1,40 mts por el método del cono y la arena.

Calicata **C.2** a la profundidad de 1,40 mts por el método del cono y la arena.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

Planilla Resumen de Resultados.

CALICATA		C.3		C.4	
Profundidad (m)		0,00 – 0,50	0,50 – 0,90	0,00 – 0,70	0,70 – 1,10
% PASA TAMIZ	4"	...	...	...	...
	3"	...	100	...	100
	2"	...	97	...	99
	1"	...	89	...	92
	3/4"	...	74	...	81
	3/8"	...	56	...	64
	# 4	100	32	100	36
	# 10	98	21	99	24
	# 40	92	10	96	15
	# 100	84	4	88	7
# 200	77,3	1,6	71,6	2,0	
Humedad Natural (%)		6,5	0,9	7,0	1,0
DENSIDAD	Natural húm. " $\gamma_w$ (t/m <sup>3</sup> )"	...	2,138	...	2,179
	Natural seca " $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )"	...	2,193	...	2,158
SALES	Totales (%)	0,166	N.F	0,171	N.F
	Cloruros (mg/l)	...	...	...	...
	Sulfatos (mg/l)	...	...	...	...
Cohesión " $c$ (t/m <sup>2</sup> )"		...	0	...	...
Fricción " $\phi$ (°)"		...	32,45	...	...
Límite Líquido (%)		x	x	x	x
Índice Plástico (%)		0	0	0	0
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos		ML	GP	ML	GP
Clasificación AASHTO		A-4 (8)	A-1-a (0)	A-4 (7)	A-1-a (0)
Observaciones		...	...	...	...

Nota: Densidad in situ tomada en:

Calicata **C.3** a la profundidad de 0,90 mts por el método del cono y la arena.

Calicata **C.4** a la profundidad de 1,10 mts por el método del cono y la arena.

Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.

## 9) ENSAYO DE CORTE RÁPIDO – MUESTRA DE SUELO GRANULAR BAJO # 1 1/2” φ CORTE = 36 cm.

Obra : **Escuela Primaria y Secundaria de Ullúm**  
Ubicación : Calle Hermógenes Ruíz s/Nº - Departamento Ullúm  
Muestra : **Calicata C.3 - M.3 ; Prof.= 0,90m**  
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

**ENSAYO DE CORTE RÁPIDO** : Consolidado - Muestra saturada durante 24 hs

**a) Datos Muestra :** Muestra remoldeada a humedad y densidad natural.

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	1,00	$P_{sw}$ (gr) =	35043	$A_o$ (cm <sup>2</sup> ) =	989,8
$\gamma_{aw}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,213	$w_n$ (%) =	0,9	$h_o$ (cm) =	16,0
$\gamma_{do}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,193	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,65	$V_o$ (cm <sup>3</sup> ) =	15837
$e_o$ =	0,208				

**b) Consolidación :**

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	1,00	$\delta_v$ (mm) =	14,750
$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,416	$e$ =	0,097

**c) Corte Rápido:** Planilla del Ensayo.

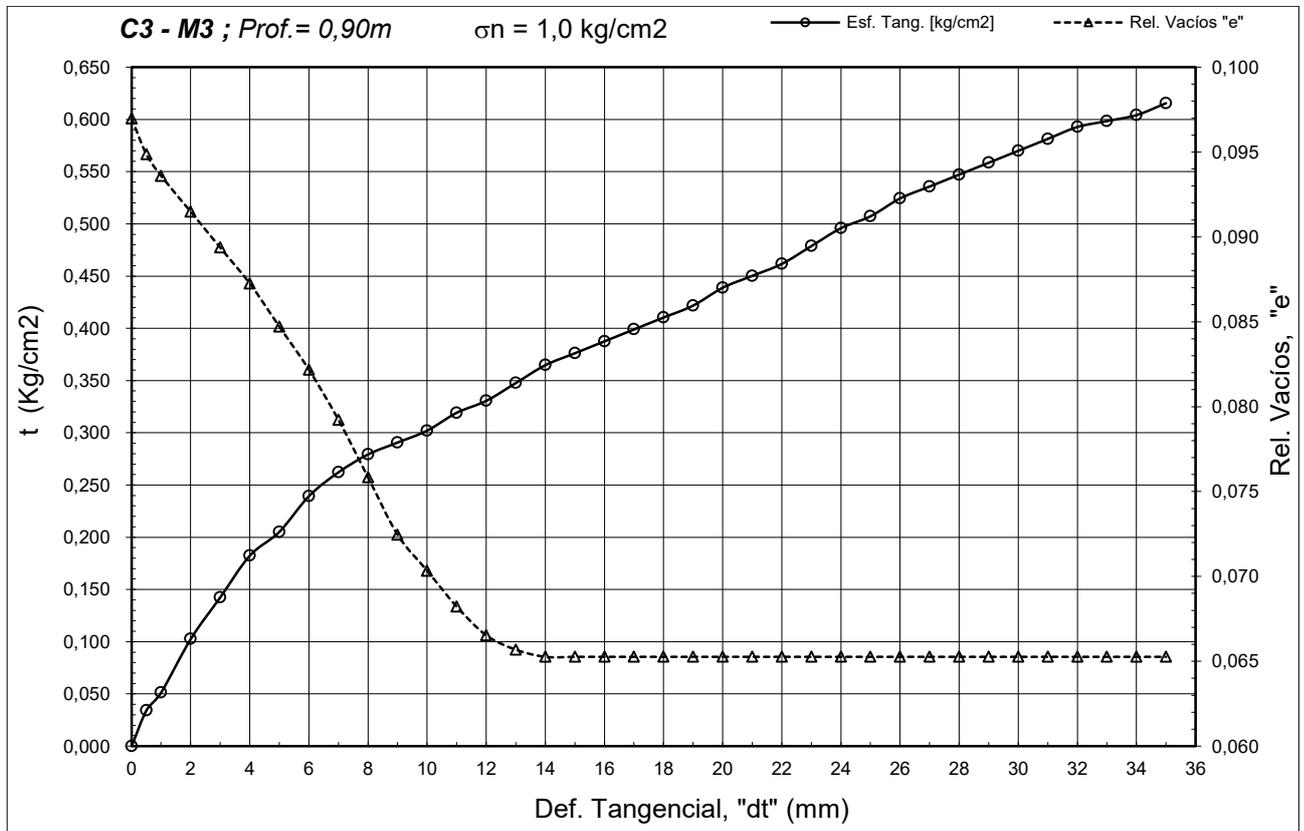
$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	1,00	Velocidad del ensayo =	1 mm / minuto
$e$ =	0,097		

Def. Tangencial $\delta_t$ (mm)	Def. Vertical $\delta_v$ (mm)	Def. Esp. Vertical $\epsilon_v$ (%)	Rel. Vacíos $e$	Carga T (Kg)	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,000	0,000	0,097	0,00	0,000
0,50	0,280	0,193	0,095	33,85	0,034
1,00	0,448	0,308	0,094	50,77	0,051
2,00	0,728	0,501	0,091	101,55	0,103
3,00	1,008	0,694	0,089	141,04	0,142
4,00	1,288	0,887	0,087	180,53	0,182
5,00	1,624	1,118	0,085	203,09	0,205
6,00	1,960	1,349	0,082	236,94	0,239
7,00	2,352	1,619	0,079	259,51	0,262
8,00	2,800	1,928	0,076	276,43	0,279
9,00	3,248	2,236	0,072	287,71	0,291
10,00	3,528	2,429	0,070	299,00	0,302
11,00	3,808	2,622	0,068	315,92	0,319
12,00	4,032	2,776	0,067	327,20	0,331
13,00	4,144	2,853	0,066	344,13	0,348
14,00	4,200	2,892	0,065	361,05	0,365
15,00	4,200	2,892	0,065	372,34	0,376
16,00	4,200	2,892	0,065	383,62	0,388
17,00	4,200	2,892	0,065	394,90	0,399

Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.

18,00	4,200	2,892	0,065	406,19	0,410
19,00	4,200	2,892	0,065	417,47	0,422
20,00	4,200	2,892	0,065	434,39	0,439
21,00	4,200	2,892	0,065	445,68	0,450
22,00	4,200	2,892	0,065	456,96	0,462
23,00	4,200	2,892	0,065	473,88	0,479
24,00	4,200	2,892	0,065	490,81	0,496
25,00	4,200	2,892	0,065	502,09	0,507
26,00	4,200	2,892	0,065	519,01	0,524
27,00	4,200	2,892	0,065	530,30	0,536
28,00	4,200	2,892	0,065	541,58	0,547
29,00	4,200	2,892	0,065	552,86	0,559
30,00	4,200	2,892	0,065	564,15	0,570
31,00	4,200	2,892	0,065	575,43	0,581
32,00	4,200	2,892	0,065	586,71	0,593
33,00	4,200	2,892	0,065	592,35	0,598
34,00	4,200	2,892	0,065	597,99	0,604
35,00	4,200	2,892	0,065	609,28	0,616

d) Gráficas del Ensayo :



*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

Obra : **Escuela Primaria y Secundaria de Ullúm**  
Ubicación : Calle Hermógenes Ruíz s/Nº - Departamento Ullúm  
Muestra : **Calicata C.3 - M.3 ; Prof.= 0,90m**  
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

**ENSAYO DE CORTE RÁPIDO** : Consolidado - Muestra saturada durante 24 hs

**a) Datos Muestra :** Muestra remoldeada a humedad y densidad natural.

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,00	P <sub>sw</sub> (gr) =	35043	A <sub>o</sub> (cm <sup>2</sup> ) =	989,8
$\gamma_{aw}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,213	w <sub>n</sub> (%) =	0,9	h <sub>o</sub> (cm) =	16,0
$\gamma_{do}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,193	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,650	V <sub>o</sub> (cm <sup>3</sup> ) =	15837
e <sub>o</sub> =	0,208				

**b) Consolidación :**

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,00	$\delta_v$ (mm) =	17,320
$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,459	e =	0,078

**c) Corte Rápido:** Planilla del Ensayo.

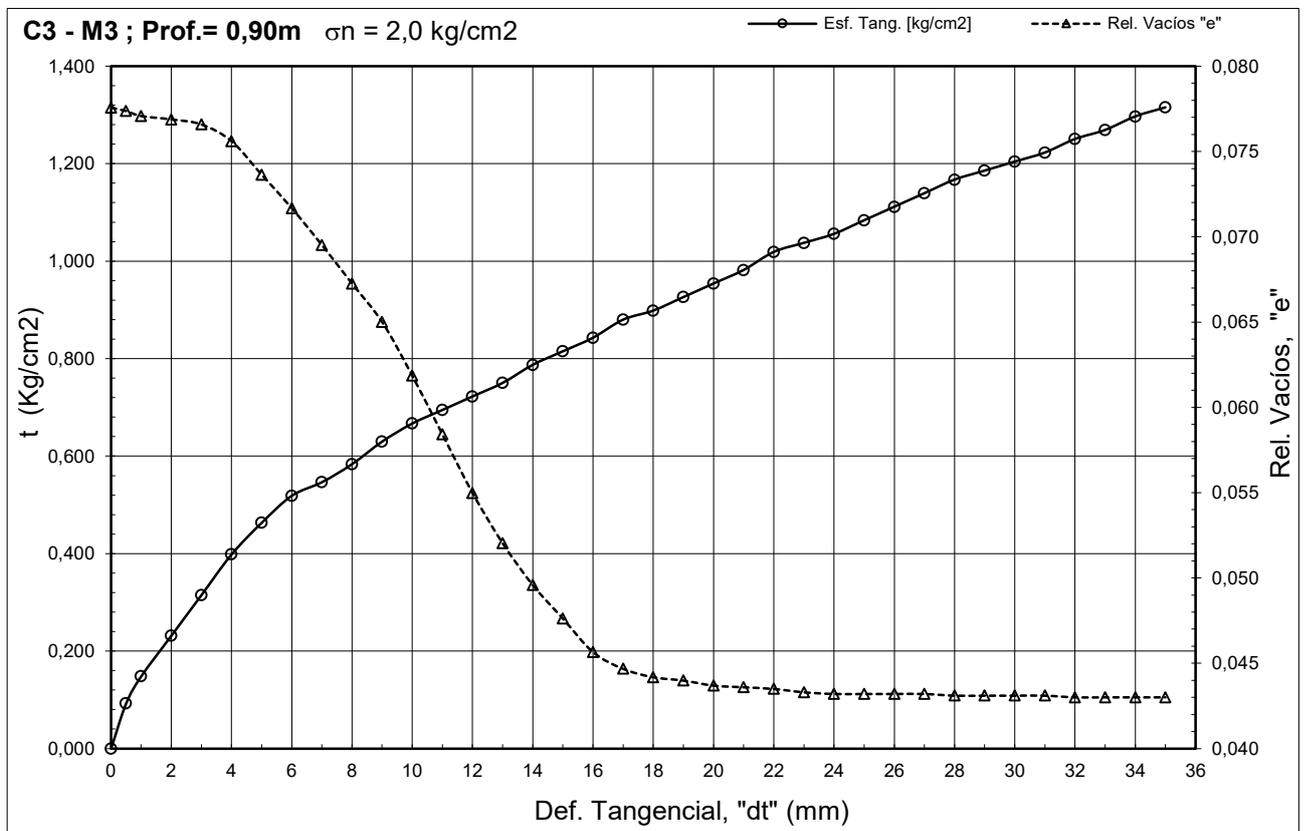
$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,00	Velocidad del ensayo =	1 mm / minuto
e =	0,078		

Def. Tangencial $\delta_t$ (mm)	Def. Vertical $\delta_v$ (mm)	Def. Esp. Vertical $\epsilon_v$ (%)	Rel. Vacíos e	Carga T (Kg)	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,000	0,000	0,078	0,00	0,000
0,50	0,026	0,018	0,077	91,67	0,093
1,00	0,065	0,046	0,077	146,68	0,148
2,00	0,091	0,064	0,077	229,18	0,232
3,00	0,130	0,091	0,077	311,69	0,315
4,00	0,260	0,182	0,076	394,20	0,398
5,00	0,520	0,364	0,074	458,37	0,463
6,00	0,780	0,547	0,072	513,37	0,519
7,00	1,066	0,747	0,070	540,88	0,546
8,00	1,365	0,957	0,067	577,54	0,583
9,00	1,664	1,166	0,065	623,38	0,630
10,00	2,080	1,458	0,062	660,05	0,667
11,00	2,535	1,777	0,058	687,55	0,695
12,00	2,990	2,096	0,055	715,06	0,722
13,00	3,380	2,369	0,052	742,56	0,750
14,00	3,705	2,597	0,050	779,23	0,787
15,00	3,965	2,779	0,048	806,73	0,815
16,00	4,225	2,961	0,046	834,23	0,843
17,00	4,355	3,052	0,045	870,90	0,880
18,00	4,420	3,098	0,044	889,24	0,898

Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.

19,00	4,446	3,116	0,044	916,74	0,926
20,00	4,485	3,143	0,044	944,24	0,954
21,00	4,498	3,153	0,044	971,74	0,982
22,00	4,511	3,162	0,044	1008,41	1,019
23,00	4,537	3,180	0,043	1026,75	1,037
24,00	4,550	3,189	0,043	1045,08	1,056
25,00	4,550	3,189	0,043	1072,58	1,084
26,00	4,550	3,189	0,043	1100,08	1,111
27,00	4,550	3,189	0,043	1127,59	1,139
28,00	4,563	3,198	0,043	1155,09	1,167
29,00	4,563	3,198	0,043	1173,42	1,186
30,00	4,563	3,198	0,043	1191,76	1,204
31,00	4,563	3,198	0,043	1210,09	1,223
32,00	4,576	3,207	0,043	1237,60	1,250
33,00	4,576	3,207	0,043	1255,93	1,269
34,00	4,576	3,207	0,043	1283,43	1,297
35,00	4,576	3,207	0,043	1301,77	1,315

d) Gráficas del Ensayo :



*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

Obra : **Escuela Primaria y Secundaria de Ullúm**  
Ubicación : Calle Hermógenes Ruíz s/Nº - Departamento Ullúm  
Muestra : **Calicata C.3 - M.3 ; Prof.= 0,90m**  
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

**ENSAYO DE CORTE RÁPIDO** : Consolidado - Muestra saturada durante 24 hs

**a) Datos Muestra :** Muestra remoldeada a humedad y densidad natural.

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	4,00	P <sub>sw</sub> (gr) =	35043	A <sub>o</sub> (cm <sup>2</sup> ) =	989,8
$\gamma_{aw}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,213	w <sub>n</sub> (%) =	0,9	h <sub>o</sub> (cm) =	16,0
$\gamma_{do}$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,193	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,650	V <sub>o</sub> (cm <sup>3</sup> ) =	15837
e <sub>o</sub> =	0,208				

**b) Consolidación :**

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	4,00	$\delta_v$ (mm) =	21,410
$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> ) =	2,532	e =	0,047

**c) Corte Lento :** Planilla del Ensayo.

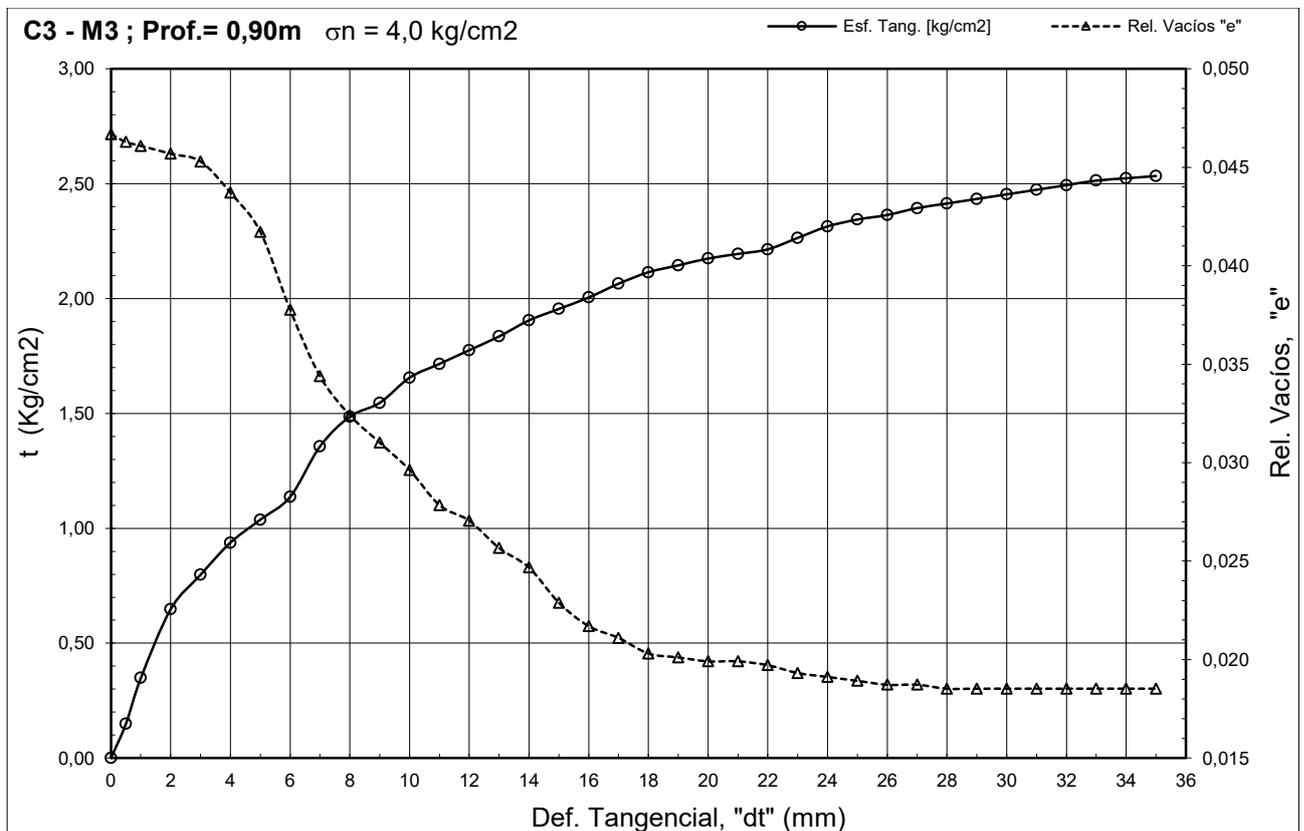
$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	4,00	Velocidad del ensayo =	1 mm / minuto
e =	0,047		

Def. Tangencial $\delta_t$ (mm)	Def. Vertical $\delta_v$ (mm)	Def. Esp. Vertical $\epsilon_v$ (%)	Rel. Vacíos e	Carga T (Kg)	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,000	0,000	0,047	0,00	0,000
0,50	0,053	0,038	0,046	148,09	0,150
1,00	0,079	0,057	0,046	345,54	0,349
2,00	0,131	0,095	0,046	641,72	0,648
3,00	0,184	0,133	0,045	789,80	0,798
4,00	0,394	0,284	0,044	928,02	0,938
5,00	0,656	0,474	0,042	1026,75	1,037
6,00	1,181	0,852	0,038	1125,47	1,137
7,00	1,628	1,174	0,034	1342,67	1,357
8,00	1,890	1,364	0,032	1471,01	1,486
9,00	2,074	1,496	0,031	1530,25	1,546
10,00	2,258	1,629	0,030	1638,84	1,656
11,00	2,494	1,799	0,028	1698,08	1,716
12,00	2,599	1,875	0,027	1757,32	1,775
13,00	2,783	2,008	0,026	1816,55	1,835
14,00	2,914	2,102	0,025	1885,66	1,905
15,00	3,150	2,273	0,023	1935,02	1,955
16,00	3,308	2,387	0,022	1984,38	2,005
17,00	3,386	2,443	0,021	2043,62	2,065

Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.

18,00	3,491	2,519	0,020	2092,98	2,115
19,00	3,518	2,538	0,020	2122,60	2,144
20,00	3,544	2,557	0,020	2152,22	2,174
21,00	3,544	2,557	0,020	2171,96	2,194
22,00	3,570	2,576	0,020	2191,71	2,214
23,00	3,623	2,614	0,019	2241,07	2,264
24,00	3,649	2,633	0,019	2290,43	2,314
25,00	3,675	2,652	0,019	2320,05	2,344
26,00	3,701	2,671	0,019	2339,80	2,364
27,00	3,701	2,671	0,019	2369,41	2,394
28,00	3,728	2,690	0,019	2389,16	2,414
29,00	3,728	2,690	0,019	2408,90	2,434
30,00	3,728	2,690	0,019	2428,65	2,454
31,00	3,728	2,690	0,019	2448,39	2,474
32,00	3,728	2,690	0,019	2468,14	2,494
33,00	3,728	2,690	0,019	2487,88	2,514
34,00	3,728	2,690	0,019	2497,76	2,524
35,00	3,728	2,690	0,019	2507,63	2,533

d) Gráficas del Ensayo :



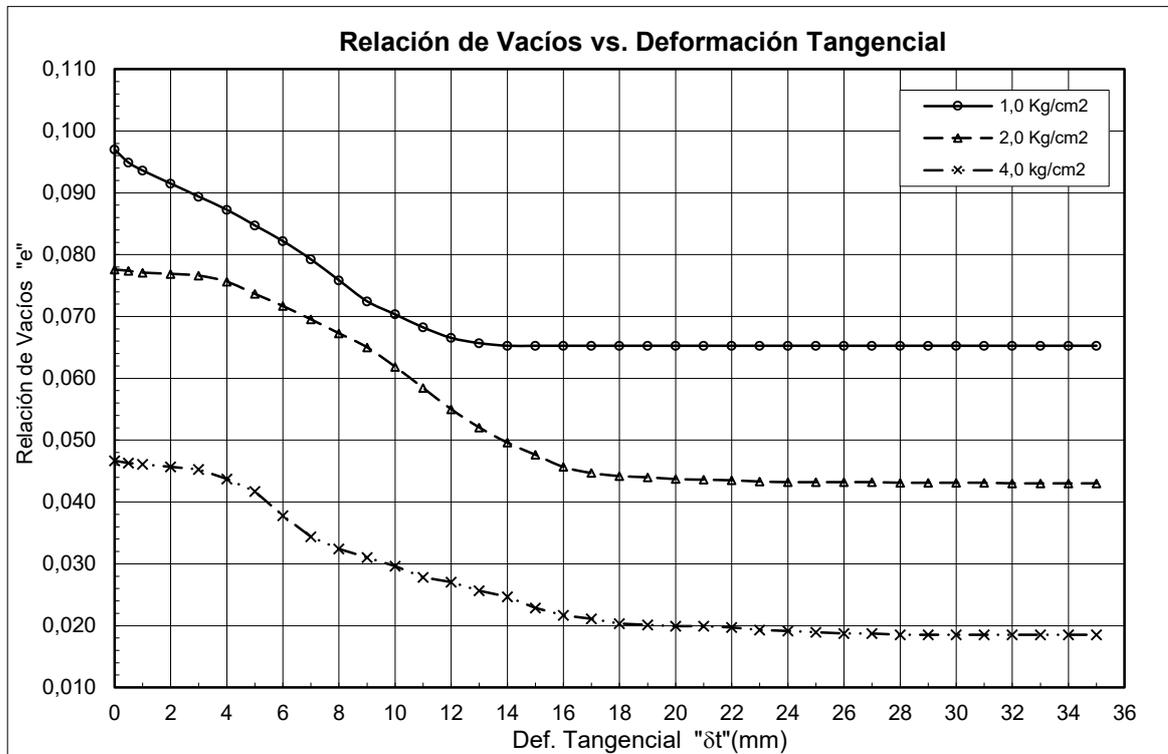
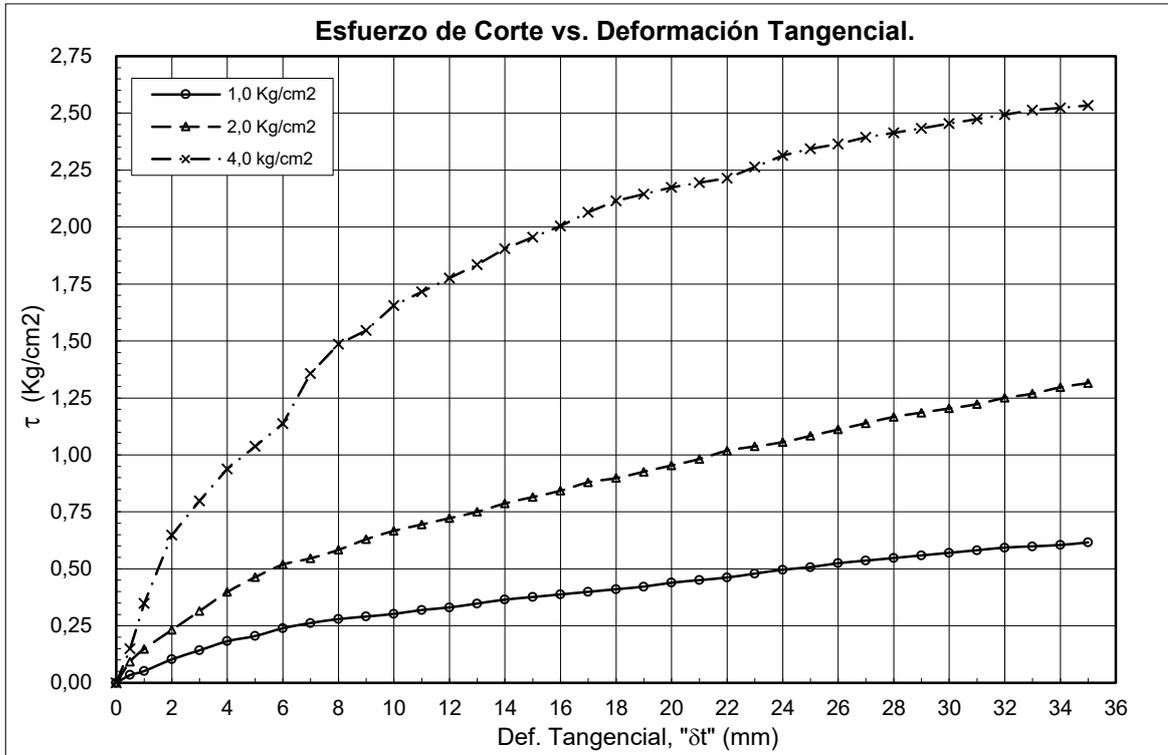
*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

Obra : **Escuela Primaria y Secundaria de Ullúm**  
Ubicación : Calle Hermógenes Ruíz s/Nº - Departamento Ullúm  
Muestra : **Calicata C.3 - M.3 ; Prof.= 0,90m**  
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

**ENSAYO DE CORTE RÁPIDO :** Consolidado - Drenado - Muestra saturada durante 24 hs.

$\sigma_n$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) =	1,00		2,00		4,00	
Def. Tangencial $\delta t$ (mm)	Rel. Vacíos e	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rel. Vacíos e	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rel. Vacíos e	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,097	0,000	0,078	0,000	0,047	0,000
0,50	0,095	0,034	0,077	0,093	0,046	0,150
1,00	0,094	0,051	0,077	0,148	0,046	0,349
2,00	0,091	0,103	0,077	0,232	0,046	0,648
3,00	0,089	0,142	0,077	0,315	0,045	0,798
4,00	0,087	0,182	0,076	0,398	0,044	0,938
5,00	0,085	0,205	0,074	0,463	0,042	1,037
6,00	0,082	0,239	0,072	0,519	0,038	1,137
7,00	0,079	0,262	0,070	0,546	0,034	1,357
8,00	0,076	0,279	0,067	0,583	0,032	1,486
9,00	0,072	0,291	0,065	0,630	0,031	1,546
10,00	0,070	0,302	0,062	0,667	0,030	1,656
11,00	0,068	0,319	0,058	0,695	0,028	1,716
12,00	0,067	0,331	0,055	0,722	0,027	1,775
13,00	0,066	0,348	0,052	0,750	0,026	1,835
14,00	0,065	0,365	0,050	0,787	0,025	1,905
15,00	0,065	0,376	0,048	0,815	0,023	1,955
16,00	0,065	0,388	0,046	0,843	0,022	2,005
17,00	0,065	0,399	0,045	0,880	0,021	2,065
18,00	0,065	0,410	0,044	0,898	0,020	2,115
19,00	0,065	0,422	0,044	0,926	0,020	2,144
20,00	0,065	0,439	0,044	0,954	0,020	2,174
21,00	0,065	0,450	0,044	0,982	0,020	2,194
22,00	0,065	0,462	0,044	1,019	0,020	2,214
23,00	0,065	0,479	0,043	1,037	0,019	2,264
24,00	0,065	0,496	0,043	1,056	0,019	2,314
25,00	0,065	0,507	0,043	1,084	0,019	2,344
26,00	0,065	0,524	0,043	1,111	0,019	2,364
27,00	0,065	0,536	0,043	1,139	0,019	2,394
28,00	0,065	0,547	0,043	1,167	0,019	2,414
29,00	0,065	0,559	0,043	1,186	0,019	2,434
30,00	0,065	0,570	0,043	1,204	0,019	2,454
31,00	0,065	0,581	0,043	1,223	0,019	2,474
32,00	0,065	0,593	0,043	1,250	0,019	2,494
33,00	0,065	0,598	0,043	1,269	0,019	2,514
34,00	0,065	0,604	0,043	1,297	0,019	2,524
35,00	0,065	0,616	0,043	1,315	0,019	2,533

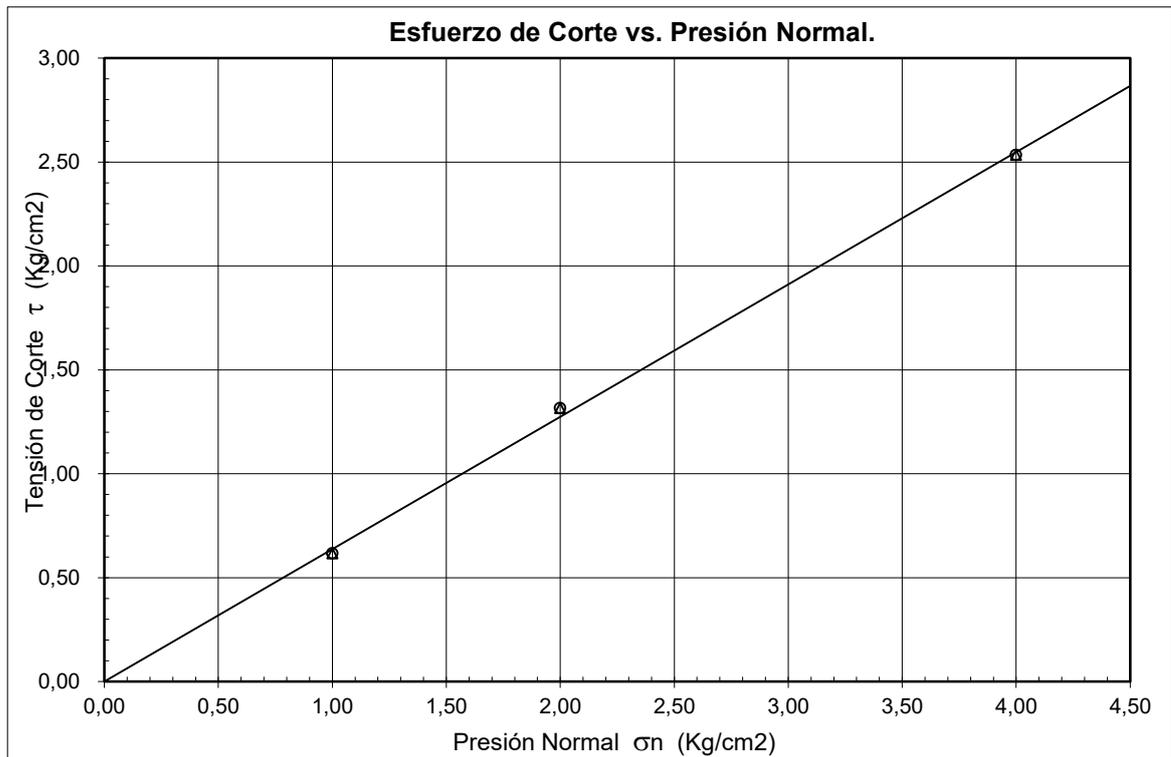
Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.



*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

Obra : **Escuela Primaria y Secundaria de Ullúm**  
Ubicación : Calle Hermógenes Ruíz s/Nº - Departamento Ullúm  
Muestra : **Calicata C.3 - M.3 ; Prof.= 0,90m**  
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

**ENSAYO DE CORTE RÁPIDO :** Consolidado - Drenado - Muestra saturada durante 24 hs.



Fricción residual (°) = **32,45**

Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>) = **0**

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*

## 10) FOTOGRAFÍAS.



**Fotografía N°1:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.1**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.



**Fotografía N°2:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.1**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°3 y 4:** Calicata **C.1.** Se muestra el perfil estratigráfico de suelos formado por un primer estrato de suelo natural de 1,10m de espesor de limo arenoso, y subyacente aparece el estrato granular grueso del cono aluvial del Río San Juan formado por una grava arenosa. Se muestra el ensayo de densidad in situ por el método del cono y la arena (Norma DNV) a la profundidad de 1,40m en el estrato granular grueso formado por una grava arenosa.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°5:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.2**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.



**Fotografía N°6:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.2**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°7 y 8:** Calicata **C.2.** Se muestra el perfil estratigráfico de suelos formado por un relleno superior de 1,00m de espesor, le continúa el primer estrato de suelo natural de 1,10m de espesor de limo arenoso, y subyacente a la profundidad de 2,20m aparece el estrato granular grueso del cono aluvial del Río San Juan formado por una grava arenosa. Se muestra el ensayo de densidad in situ por el método del cono y la arena (Norma DNV) a la profundidad de 1,40m en el estrato de suelo fino formado por un limo arenoso.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°9:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.3**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.



**Fotografía N°10:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.3**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°11 y 12:** Calicata C.3. Se muestra el perfil estratigráfico de suelos formado por un primer estrato de suelo natural de 0,50m de espesor de limo arenoso, y subyacente a la profundidad de 0,50m aparece el estrato granular grueso del cono aluvial del Río San Juan formado por una grava arenosa. Se muestra el ensayo de densidad in situ por el método del cono y la arena (Norma DNV) a la profundidad de 0,90m en el estrato de suelo fino formado por un limo arenoso.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°13:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.4**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.



**Fotografía N°14:** Vista de la posición en el terreno de la Calicata **C.4**. Se observan los trabajos de excavación y toma de muestra.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°15 y 16:** Calicata **C.4**. Se muestra el perfil estratigráfico de suelos formado por un primer estrato de suelo natural de 0,70m de espesor de limo arenoso, y subyacente a la profundidad de 0,70m aparece el estrato granular grueso del cono aluvial del Río San Juan formado por una grava arenosa. Se muestra el ensayo de densidad in situ por el método del cono y la arena (Norma DNV) a la profundidad de 1,10m en el estrato de suelo fino formado por un limo arenoso.

*Un Estudio Geotécnico evalúa el suelo en interacción con la estructura, bajo las demandas del medio ambiente.*



**Fotografía N°17:** Se observa el dispositivo de corte para suelos granulares bajo # 1 1/2" con diámetro 36cm.



**Fotografía N°18:** Se muestra la probeta ensayada a corte rápido para la calicata C.3 – Prof.= 0,90m; observando el plano de corte.