

**VARIACIÓN DE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA  
BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA**

**MARIA JIMENA MOGOLLON BEJARANO  
NATALIA NIÑO INFANTE**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

---

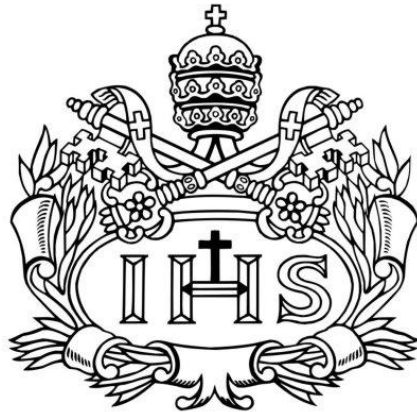
**VARIACIÓN DE LOS PARAMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA  
BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA**

**MARIA JIMENA MOGOLLON BEJARANO  
NATALIA NIÑO INFANTE**

**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director:**

**MANUEL SANTIAGO OCAMPO TERREROS  
Ingeniero Civil, M.Sc., Ph.D.**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

---

---

## DEDICATORIA

*A Dios y a nuestros padres Luis Fernando, Alba Cecilia, Carlos Julio y Ana Sofía, quienes han sido nuestro soporte en este camino, gracias por sus consejos y el gran esfuerzo que han hecho para ayudarnos para a cumplir nuestros sueños.*

*Mayo de 2013*

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Manuel Ocampo y Orlando Rincón por su apoyo incondicional como asesores de la tesis. Además, queremos agradecer a Hermes Vacca, Luis Felipe Prada y Daniel Ruiz por sus valiosos comentarios antes de iniciar este proyecto.

Gracias a todo el personal del Laboratorio de Pruebas y Ensayos que con su colaboración y paciencia fueron parte indispensable para que este estudio se pudiera realizar satisfactoriamente.

---

---

## RESUMEN

A la hora de diseñar y construir obras civiles, es muy importante considerar la degradación de rocas, que constituye un gran problema de ingeniería, ya que cuando estos materiales son susceptibles a degradarse, presentan cambios en el volumen y en los parámetros de resistencia. Esto se ve reflejado en la pérdida de resistencia de los terrenos, por ello es necesario avanzar en el estudio de estos materiales y reconocer su importancia dentro de los distintos proyectos de la ingeniería civil.

En esta investigación se evaluó el efecto que tiene la variación del contenido de humedad (grado de saturación), de la densidad y de la velocidad de falla en los parámetros de resistencia al corte, cohesión  $c$  y ángulo de fricción  $\varphi$ , en rocas blandas (geomateriales intermedios). El material estudiado proviene de un talud ubicado a 126 km de Bogotá D.C. sobre la Ruta Nacional 55 (concesión Briceño-Tunja- Sogamoso) que presenta constantes problemas de inestabilidad; se evaluaron los parámetros de resistencia del material por medio de ensayos de corte directo, para lo cual fue necesario proponer métodos para el armado de las muestras y controlar su granulometría, humedad y densidad. Como resultado final, se obtienen graficas que relacionan humedad, densidad y velocidad de falla con la cohesión y el ángulo de fricción.

---

---

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Planteamiento y justificación.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
<b>2 MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Zona de estudio.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Descripción.....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Localización .....	6
2.2.2 Características climáticas .....	6
2.2.3 Geología .....	7
2.2.4 Litología .....	10
<b>2.3 Tipos de Rocas.....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Roca.....	13
2.3.2 Suelo.....	13
2.3.3 Rocas blandas .....	13
<b>2.4 Resistencia al corte de suelos y rocas.....</b>	<b>14</b>
2.4.1 Ensayo de corte con Veleta .....	15
2.4.2 Ensayo de compresión triaxial .....	16
2.4.3 Ensayo de corte directo .....	17
2.4.4 Envolvente de resistencia .....	20
<b>2.5 Degradación de rocas.....</b>	<b>22</b>
2.5.1 Investigaciones sobre degradación de rocas .....	24
2.5.2 Casos reales de falla de rocas blandas debido a procesos de degradación .....	27
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Reconocimiento del Talud.....</b>	<b>29</b>

---

---

---

<b>3.2 Suministros y Equipos de Laboratorio .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Muestreo en campo.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Caracterización inicial del material .....</b>	<b>34</b>
3.4.1 Análisis granulométrico de suelos por tamizado (INV-E-123-07).....	34
3.4.2 Determinación en laboratorio del contenido de humedad (INV-E-122-07)	35
3.4.3 Determinación del límite líquido (INV-E-125-07).....	35
3.4.4 Determinación del límite plástico e índice de plasticidad (INV-E-126-07)	36
3.4.5 Determinación de la gravedad específica (INV-E-128-07).....	36
<b>3.5 Métodos .....</b>	<b>37</b>
3.5.1 Método de selección de granulometría .....	37
3.5.2 Método de conformación de la muestra a la densidad de ensayo .....	40
3.5.3 Método de humedecimiento.....	45
<b>3.6 Procedimiento de ensayo.....</b>	<b>48</b>
3.6.1 Selección de los parámetros de ensayo .....	49
<b>3.7 Descripción de las características de cada ensayo.....</b>	<b>52</b>
<b>4 RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Caracterización del material.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2 Ensayos de corte directo.....</b>	<b>56</b>
4.2.1 Muestra seca con densidad suelta (MS-DS).....	56
4.2.2 Muestra seca con compacidad del 50% (MS-C50).....	58
4.2.3 Muestra seca con compacidad del 100% (MS-C100).....	59
4.2.4 Muestra con humedad natural con densidad suelta (HN-DS).....	62
4.2.5 Muestra con humedad natural con compacidad del 50% (HN-C50).....	63
4.2.6 Muestra con humedad natural con compacidad del 100% (HN-C100) ...	64
4.2.7 Muestra saturada al 50% con densidad suelta (S50-DS).....	65
4.2.8 Muestra saturada al 50% con compacidad del 50% (S50-C50).....	66
4.2.9 Muestra saturada al 50% con compacidad del 100% (S50-C100).....	67
4.2.10 Muestra saturada al 100% con densidad suelta (S100-DS).....	68
4.2.11 Muestra saturada al 100% con compacidad del 50% (S100-C50).....	69

---

---

---

4.2.12	Muestra saturada al 100% con compacidad del 100% (S100-C100) ..	70
<b>4.3</b>	<b>Resumen de resultados</b> .....	<b>71</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>85</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>87</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>89</b>



---

---

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – RESULTADOS DE ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL

ANEXO B - RESULTADOS DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

ANEXO C - RESULTADOS DE METODOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO D - RESULTADOS DE CONSISTENCIA DE DATOS

---

---

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Geología de la zona de estudio, Municipio de Tunja. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Modificada.....	8
Figura 2. Clasificación de rocas según su resistencia por diferentes autores. (Gannon et al., 1999) .....	12
Figura 3. Diagrama del equipo de veleta de corte .....	15
Figura 4. Diagrama del equipo de prueba triaxial según Bishop y Bjerrum, 1960. (Bjerrum, 1967) .....	17
Figura 5. Cámara de corte usada en la actualidad. (Ocampo, 2009) .....	18
Figura 6. Determinación de los parámetros de resistencia cortante para una arena seca usando los resultados de pruebas de corte directo. (Das, 2001).....	19
Figura 7. Envolvente de falla para arcilla obtenida de pruebas de corte drenada. (Das, 2001).....	19
Figura 8. Gráfica del esfuerzo cortante y cambio en altura del espécimen <i>versus</i> desplazamiento cortante para arenas sueltas .....	20
Figura 9. Gráfica del esfuerzo cortante y cambio en altura del espécimen <i>versus</i> desplazamiento cortante para arenas compactas .....	20
Figura 10. Envolvente de falla de Mohr y criterios de falla de Mohr- Coulomb .....	21
Figura 11. Factores que influyen en el proceso de degradación de rocas. (Sadisun et al., 2000) .....	24

---

---

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Criterio de clasificación de rocas de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM). Fuente: Rodríguez (2007).....	12
Tabla 2. Rangos de las propiedades ingenieriles de rocas arcillosas con diferentes grados de degradación. (Sadisun et al., 2000).....	25
Tabla 3. Clasificación y parámetros de resistencia al corte para rocas lodosas del Reino Unido. (Czerewko y Cripps, 2006) .....	26
Tabla 4. Parámetros de resistencia al corte para muestras de material sano a completamente degradado. (Czerewko y Cripps, 2006) .....	26
Tabla 5. Porcentajes retenidos en cada tamiz de la Granulometría 3 y porcentajes retenidos requeridos para los 4 tamices escogidos.....	38
Tabla 6. Desviación y varianza en los resultados de la densidad suelta .....	42
Tabla 7. Resultados de la densidad compacta usando la mesa de flujo .....	43
Tabla 8. Variabilidad en resultados de la densidad compacta usando la mesa de flujo.....	43
Tabla 9. Codificación del esfuerzo aplicado en el ensayo de corte .....	49
Tabla 10. Valores obtenidos del ensayo de consolidación .....	51
Tabla 11. Identificación de los diferentes tipos de muestra .....	52
Tabla 12. Características de cada ensayo .....	53
Tabla 13 Resultados de límites líquido y plástico.....	55

---

---

Tabla 14. Comparación resultado granulometrías.....	55
Tabla 15. Datos de los esfuerzos normal y cortante y la deformación horizontal..	71
Tabla 16. Deformación Horizontal promedio de las muestras ensayadas a corte directo .....	73
Tabla 17. Resultados de los valores de $C$ y $\phi$ obtenidos de cada ensayo .....	75

---

---

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Vía Tunja- Sogamoso, Concesión BTS.....	5
Fotografía 2. Taludes de corte sobre vía de la Concesión BTS .....	6
Fotografía 3. Talud de la vía seleccionado.....	29
Fotografía 4. Reconocimiento de las fallas presentes en el Talud .....	30
Fotografía 5. Material encontrado en la parte alta del talud .....	30
Fotografía 6. Material encontrado en la parte baja del talud .....	31
Fotografía 7. Vista frontal del talud.....	31
Fotografía 8. Equipo de corte directo .....	32
Fotografía 9. Cámara de corte cuadrada .....	32
Fotografía 10. Obtención de muestras con palustre.....	33
Fotografía 11. (a), (b), (c) y (d): Muestras obtenidas degradadas a 50 cm de profundidad .....	33
Fotografía 12. Serie de tamices para ensayo de granulometría.....	35
Fotografía 13. A, B Y C. Tres puntos para determinación de límite líquido.....	36
Fotografía 14. Rollitos para la determinación del límite plástico.....	36
Fotografía 15. Picnómetro utilizado en el ensayo de gravedad específica.....	37

---

---

Fotografía 16. Separación de la muestra de Roca degradada en las fracciones seleccionadas como representativas .....	39
Fotografía 17. Fracciones consideradas representativas para la granulometría propuesta .....	40
Fotografía 18. Embudo utilizado en la Pluviación para la conformación de la densidad suelta .....	41
Fotografía 19. Mesa de flujo empleada en la conformación de la densidad compacta.....	43
Fotografía 20. Muestra de material con la granulometría definida previamente....	46
Fotografía 21. Muestra de material, agua y cámara de corte .....	46
Fotografía 22. Armado de la primera capa de material .....	47
Fotografía 23. Armado de la segunda capa de material.....	47
Fotografía 24. Armado de la tercera capa de material .....	47
Fotografía 25. Armado de la cuarta capa de material .....	48
Fotografía 26. Prueba de consolidación en el equipo de corte.....	50
Fotografía 27. Muestra húmeda después del ensayo y secada al horno .....	62

---

---

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Comparación de las curvas granulométricas del material en tres diferentes estados .....	38
Gráfica 2. Comparación de porcentajes retenidos en las tres gradaciones .....	39
Gráfica 3. Curva de compacidad relativa (Cr) .....	44
Gráfica 4. Número de golpes requerido para cada densidad seca.....	45
Gráfica 5. Número de sprays requeridos para alcanzar cierta humedad .....	48
Gráfica 6. Curva de consolidación - Método de Taylor.....	51
Gráfica 7. Esfuerzo vs Deformación de las muestras MS-DS .....	56
Gráfica 8. Curva granulométrica de las muestras MS-DS comparada con la granulometría inicial .....	57
Gráfica 9. Comparación de porcentaje retenido de cada muestra MS-DS y la granulometría inicial .....	57
Gráfica 10. Esfuerzo vs Deformación de las muestras MS-C50.....	58
Gráfica 11. Curva granulométrica de las muestras MS-C50 comparada con la granulometría inicial .....	59
Gráfica 12. Comparación de porcentaje retenido de cada muestra MS-C50 y la granulometría inicial .....	59
Gráfica 13. Esfuerzo vs Deformación de las muestras MS-C100.....	60

---

---

Gráfica 14. Curva granulométrica de las muestras MS-C100 comparada con la granulometría inicial .....	61
Gráfica 15. Comparación de porcentaje retenido de cada muestra MS-C100 y la granulometría inicial .....	61
Gráfica 16. Esfuerzo vs Deformación de las muestras HN-DS .....	63
Gráfica 17. Esfuerzo vs Deformación de las muestras HN-C50.....	64
Gráfica 18. Esfuerzo vs Deformación de las muestras HN-C100.....	65
Gráfica 19. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S50-DS .....	66
Gráfica 20. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S50-C50.....	67
Gráfica 21. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S50-C100.....	68
Gráfica 22. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S100-DS .....	69
Gráfica 23. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S100-C50.....	70
Gráfica 24. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S100-C100.....	71
Gráfica 25. Envoltentes de resistencia máxima.....	74
Gráfica 26. Variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto al grado de saturación.....	76
Gráfica 27. Variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto a la densidad de la muestra.....	78
Gráfica 28. Variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto a la velocidad de ensayo.....	79

---

---



## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento y justificación

Colombia, debido a su ubicación geográfica, está expuesta a amenazas naturales que tienen como consecuencia eventos que afectan tanto a las personas como a los recursos naturales y la infraestructura nacional, generando así grandes pérdidas económicas. Estas amenazas se pueden mitigar teniendo mayor conocimiento de los materiales existentes y su respuesta ante dichos eventos (Torres, 2006).

De acuerdo a Nieto (1982), los materiales más comunes en el país son predominantemente arcillolitas, lodolitas, limolitas y areniscas pobremente cementadas, entre otros, los cuales son resultado de un proceso de formación diferente al que se dio en los países donde se desarrollaron los modelos de la mecánica de suelos clásica. Por lo anterior, los modelos usados comúnmente en Colombia son empíricos o aplicables a otro tipo de contextos (Torres, 2005).

En el territorio nacional es usual encontrar rocas sedimentarias y arcillosas, las cuales tienen un comportamiento intermedio entre suelo y roca, conocidas también como rocas blandas (Tovar, 2008). Teniendo en cuenta que las rocas blandas son un material abundante en todo el mundo, ya que representan entre el 45% y el 55% de todas las rocas sedimentarias (Nickmann, Spaun et al. 2006), es necesario avanzar en su estudio con el ánimo de entender de la mejor manera posible su comportamiento, y mejorar los diseños que se realizan sobre estos materiales (Tovar, 2008).

Es importante destacar que este tipo de roca en condiciones inalteradas presenta propiedades mecánicas adecuadas que hacen los cortes de los taludes estables; sin embargo, bajo ciertas condiciones ambientales se degradan rápidamente, disminuyéndose sus parámetros de resistencia, y presentando cambios de

---

volumen, pérdida de rigidez, y en ocasiones, pérdida de continuidad del macizo por fisuras (Alonso y Alcovero, 2004).

Según Torres (2006), el inicio de la investigación sobre este tema se remonta a Terzaghi y Peck hacia los 60's, cuando describieron los shales (lutitas), como materiales localizados entre zonas de cementación incipiente y completa, es decir que varían entre un suelo duro y una roca real. Adicionalmente, Taylor estableció en 1948 que los shales son en sí mismos considerados como rocas, pero cuando se exponen al aire o sufren cambios en el contenido de humedad pueden descomponerse rápidamente.

Entre las primeras investigaciones en el país sobre lutitas se encuentra la realizada por los ingenieros A. Alarcón, G. Ángel y A. Isaza en el año 1976, titulado "Bases para el estudio geotécnico de las lutitas en Colombia", donde se presenta su clasificación, propiedades geotécnicas, comportamiento in situ y algunos resultados de ensayos básicos de laboratorio (Torres, 2006).

El ingeniero Oreste Moretto, explica en su ponencia en el Primer Congreso Suramericano de Mecánica de Rocas en 1982, que prevalecían soluciones de tipo empírico a la hora de diseñar la cimentación de edificaciones, en algunos casos con éxito pero en muchos otros con fracaso, debido a que la expansión y el hinchamiento dependen de la humedad inicial y no es fácil mantener esta característica invariable en las rocas blandas (Torres, 2006).

En la Universidad Nacional de Colombia, se han liderado investigaciones sobre esta temática, entre los cuales se destaca el trabajo "Caracterización geomecánica y comportamiento de las lutitas de la carretera La Vega – Villeta" (Torres, 2006), donde se encontró que en los macizos lutíticos son de vital importancia los estudios geológicos detallados para identificar el comportamiento de los materiales frente a obras de ingeniería; además menciona la dificultad para la realización de los ensayos de laboratorio sobre estas muestras debido al carácter laminar de la roca y su comportamiento frágil (Patiño, 2000).

---

---

Por otro lado, Tovar (2008) realizó el estudio sobre la influencia de los ciclos de humedecimiento y secado en la resistencia al corte de rocas arcillosas, donde propone un método para evaluar la resistencia al corte en muestras de lutitas partiendo de la humedad máxima de la roca.

Como se observa, actualmente existen varias investigaciones en el mundo que han hecho aportes sobre el comportamiento las rocas blandas y su degradación, aunque en el ámbito colombiano no se ha investigado lo suficiente sobre el comportamiento de este tipo de rocas (Tovar, 2008).

De acuerdo con el trabajo doctoral acerca de la degradación de rocas blandas en los taludes de la vía Bogotá-Tunja, del ing. Orlando Rincón, el material presente en los cortes permaneció estable por más de 40 años, en este tiempo no hubo intervención en los taludes; pero con los cortes realizados en 2008 por obras de ampliación, se presentaron casos de inestabilidad y deslizamientos debido a la degradación acelerada que sufrió el material.

Con esta investigación se ampliará el conocimiento acerca del comportamiento de rocas blandas en diferentes estados de humedad, densidad y carga, con lo cual se pueden mejorar los métodos de cálculo que incluyan las condiciones ambientales en este tipo de materiales y su desempeño con el tiempo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar la variación de los parámetros de resistencia de una roca blanda degradada obtenida de un talud de la vía Bogotá-Tunja.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar la cohesión y el ángulo de fricción de las rocas blandas ensayadas a través del ensayo de corte directo.

2. Establecer la relación entre la cohesión y el ángulo de fricción interna del material y el contenido de humedad.
3. Establecer la relación entre la cohesión y el ángulo de fricción interna del material y la densidad del material.
4. Establecer la relación entre la cohesión y el ángulo de fricción interna del material y la velocidad de carga en el ensayo.

## 2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Zona de estudio

La zona seleccionada está comprendida en la vía Bogotá - Tunja por la variante de la concesión Briceño Tunja Sogamoso, en cercanías al aeropuerto de Tunja (ver Fotografía 1). El criterio para su selección fue el conocimiento de la existencia de rocas blandas en el sector que al quedar expuestas en los taludes sufrieron degradación, teniendo consecuencias como deslizamientos y desprendimiento de material en varios taludes.



Fotografía 1. Vía Tunja- Sogamoso, Concesión BTS

### 2.2 Descripción

Por Tunja pasan importantes carreteras que comunican al departamento de Boyacá con Bogotá, Santander, Casanare y otros departamentos al noreste del país. La “carretera central del norte”, la cual pasa por Tunja, une hacia el sureste esta importante ciudad con la capital, y hacia el noreste con Cúcuta, de ella parten carreteras principales y secundarias. El tramo de la troncal norte a su paso por la ciudad de Tunja recibe el nombre de avenida oriental, la cual resulta ser una importante vía para el casco urbano, ya que la ciudad se ha ido extendiendo hacia los lados de la misma. Por tal motivo, y con el fin de descongestionar la ciudad desviando el tráfico por una avenida circunvalar, el Instituto Nacional de Vías,

hace algunos años, inició el Proyecto Doble Calzada Briceño Tunja Sogamoso (BTS).

El INCO, mediante contrato No. 0377 del 15 de Julio de 2002, suscribió un contrato con el Consorcio Solarte-Solarte para adelantar, por su cuenta y riesgo, los Estudios y diseños definitivos, las obras de construcción, rehabilitación y mejoramiento, la operación y el mantenimiento de la carretera Briceño – Tunja – Sogamoso.

### **2.2.1 Localización**

La zona de estudio pertenece al municipio de Tunja, ubicada en la cordillera oriental de Colombia, a los 5°32'7" de latitud Norte y 73°22'04" de longitud Oeste con una elevación de 2275 msnm. En la Fotografía 2 se observan algunos cortes sobre la Ruta 55<sup>1</sup> a 4.7 km de la intersección Tunja-Siachoque.



**Fotografía 2. Taludes de corte sobre vía de la Concesión BTS**

### **2.2.2 Características climáticas**

Las características físicas del área del proyecto corresponde a una zona de clima frío, predominando temperatura promedio multianual entre 12° C y 14° C, la humedad promedio entre el 69% y el 86%, el brillo solar entre 1365 y 1960 horas/año, y la precipitación anual que oscila entre 627 mm y 1361 mm. La

---

<sup>1</sup> La Ruta 55 corresponde a la vía de la concesión BTS que lleva del Municipio de Briceño a Sogamoso sin entrar a la Ciudad de Tunja.

---

variación de la lluvia a través del año se caracteriza por tener un régimen bimodal con dos períodos secos entre los meses de enero – febrero y julio – agosto y, dos períodos húmedos entre abril – junio y octubre – noviembre.

El área de influencia de la Concesión BTS se clasifica en tres regiones. La primera comprendida en el tramo entre Briceño y Villapinzón (K0+000 – K52+700), región predominantemente plana con algunos tramos de terreno ondulado, en donde se encuentra el ascenso desde Sesquilé hasta El Sisga con tramos cortos de terrenos montañosos. La segunda región se encuentra en el sector Villapinzón – Tunja (K52+700 – K99+320 y K0+000 – K16+120) con terreno ondulado a montañoso y pendientes fuertes. Finalmente, la región correspondiente al tramo entre la ciudad de Tunja y Sogamoso, la cual presenta una conformación de plano a ondulado.

### **2.2.3 Geología**

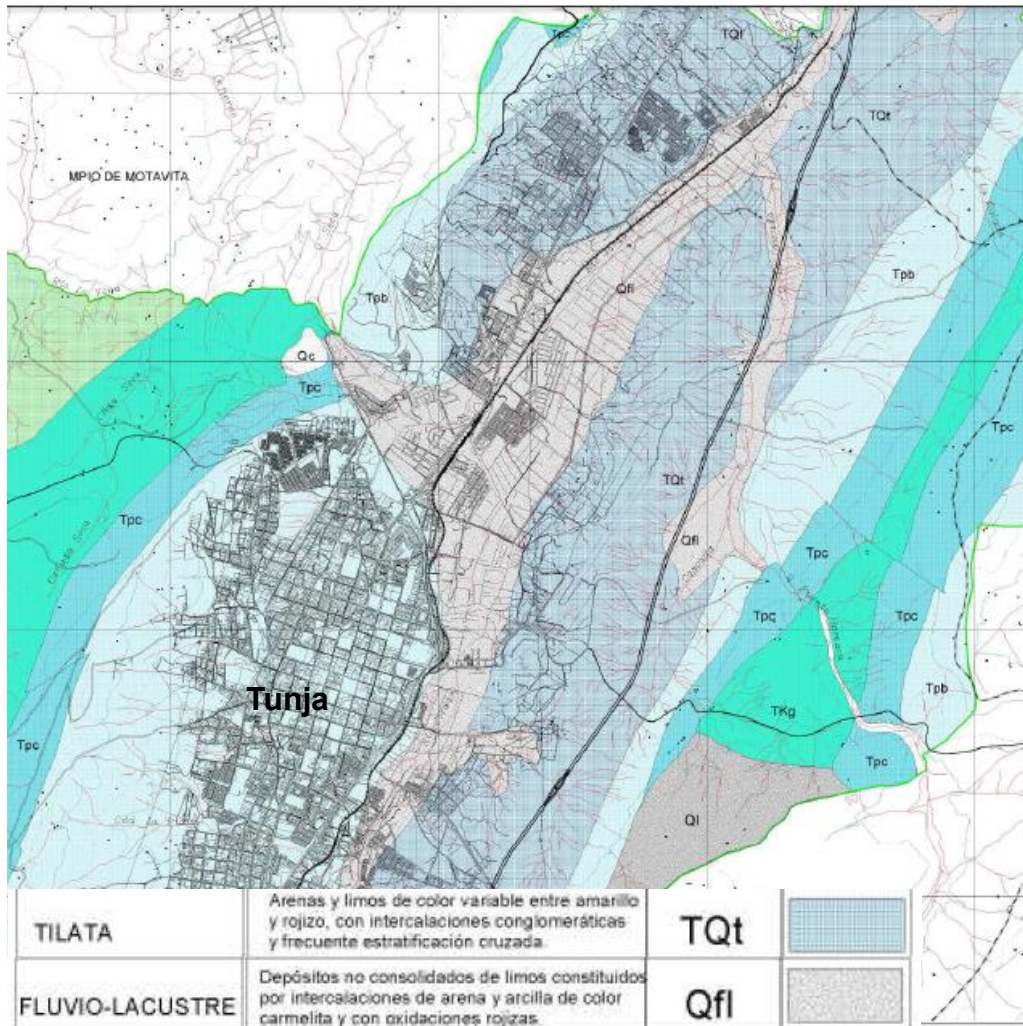
La zona de estudio se encuentra ubicada sobre la unidad morfológica conocida como altiplano Cundiboyacense (Cáceres, 1999), esta unidad abarca parte del departamento de Boyacá y la Sabana de Bogotá (Departamento de Cundinamarca) en la parte axial de la Cordillera Oriental, en la cual se encuentran rocas desde el Cretácico Superior hasta el Cuaternario; las más antiguas se dieron en ambientes marinos con una secuencia de 1200 m de depósitos. El último registro marino es la Formación Labor-Tierna y la parte inferior de la Formación Guaduas y empieza una sedimentación de tipo fluvial. (Montoya y Reyes, 2005).

Este sector es atravesado por importantes vías que comunican a la capital de país con diferentes poblaciones, como lo son: Bogotá-Tunja, Bogotá-La Vega, Bogotá-Melgar, entre otras. Está conformada por una superficie plana (altiplano) y una zona montañosa, la primera se encuentra en la parte central desde Suesca al norte hasta Sibaté en el sur (ver Figura 1), hay presencia de planicies lacustres y terrazas altas; la segunda zona está ubicada en la parte axial de la cordillera oriental, abarca el nacimiento del Río Bogotá y se observan montañas con

---

pendientes escarpadas, cañones profundos, con geoformas de origen fluvioglaciario, fluvial y montañas con formas redondeadas. (Montoya y Reyes, 2005).

De acuerdo con Cáceres (1999) la zona de estudio se encuentra sobre el Grupo Guadalupe, Formación Bogotá y Formación Tilitá (ver Figura 1).



**Figura 1. Geología de la zona de estudio, Municipio de Tunja. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Modificada**

Litológicamente, está conformada por rocas sedimentarias de edades cretáceas a cuaternarias, en las cuales hubo erosión, sedimentación y deformación de las rocas ya existentes, lo que produjo distintas formaciones, tales como:



**Formación Bogotá:** perteneciente al periodo terciario cenozoico (Cáceres, 1999); sucesión monótona de arcillolitas abigarradas, de colores gris, violeta y rojo que conforman horizontes separados por bancos de arenisca arcillosa blanda de color blanco a amarillas (Guacaneme, 2006). Se puede determinar de edad Paleoceno Eoceno Inferior (Montoya y Reyes, 2005).

**Formación Tilatá:** también pertenece al periodo terciario cenozoico (Cáceres, 1999). Depósito de la acumulación de sedimentos por ríos y lagunas, areniscas de grano grueso, lecho-cascajosos con clastos de cuarzo y de “*plaeners*”, terraza alta con sedimentos lacustres y se subdivide en Tequendama, Tibagota y Guasca; afloran en el sinclinal del Sisga y en el sinclinal de Subachoque; terrazas alomadas de varios kilómetros de extensión en forma de abanicos, como se observa en la vía Bogotá-Tunja, se le asigna una edad desde el Mioceno tardío al Plioceno Inferior (Guacaneme, 2006) el borde oriental de la pista de aterrizaje “Gustavo Rojas Pinilla” está conformada por arcillas blancas y grises, subhorizontales y compactas, el lado occidental hay una sucesión de arenas y arcillas variocoloreadas, donde hay procesos erosivos fuertes (Guacaneme, 2006)

**Grupo Guadalupe:** se encuentra al oriente de Bogotá y está conformado por las Formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna. (Montoya y Reyes, 2005)

- **Formación Arenisca Dura:** se encuentra en el cerro El Cable constituida por areniscas en un 63.8 % y 36.2% de limolitas, arcillolitas y liditas. Tiene una morfología abrupta, derivada de la litología constituida principalmente de areniscas, de edad Santoniano-Campaniano.
- **Formación Plaeners:** está representada por arcillolitas, liditas, limolitas y en menor proporción areniscas de grano muy fino, presenta una morfología muy suave, de edad Campaniano Superior a Maastrichtiano temprano.
- **Formación Arenisca Labor-Tierna:** la arenisca de labor comienza con capas gruesas de areniscas que se intercalan con capas muy delgadas de arcillolitas y está separada de la arenisca tierna por 19 m de lodolitas y

arcillolitas y esta última presenta capas muy gruesas de areniscas de tamaño más grueso, se le considera de edad Maastrichtiano tardío.

Se puede considerar de edad Coniciano - Maastrichtiano, Plaeners presenta porcelanitas, chert y esporádicas fosforitas, con una parte intermedia de arcillas y areniscas, la Labor y Tierna con lutitas grises oscuras con pequeñas intercalaciones de arenisca. Es de origen marino y hace parte del sinclinal de Tunja. (Guacaneme, 2006)

#### **2.2.4 Litología**

Se habla de una matriz rocosa cuando esta presenta un conjunto de rocas con las mismas propiedades (Plaza, 2008); y de un macizo rocoso cuando hay unión de varias matrices rocosas que presentan discontinuidades, comportamiento discontinuo y normalmente anisótropo (Rodríguez, 2007).

Los macizos de roca blanda están constituidos por materiales generalmente sedimentarios de grano fino, como arcillolitas, lodolitas, limolitas, tobas y margas, y también areniscas o conglomerados pobremente cementadas, cuyo comportamiento geomecánico está controlado por la roca intacta, y por las fracturas, diaclasas y fallas (Duque, 2003). Los macizos de roca meteorizada también pueden ser considerados como masas de roca blanda cuyas discontinuidades son rellenos de materiales tipo suelo; dichos macizos a menudo muestran una transición hacia suelos residuales.

### **2.3 Tipos de Rocas**

El proceso de formación de las rocas da como resultado tres tipos de rocas: ígneas, metamórficas y sedimentarias; de acuerdo con Plaza (2008), las rocas ígneas y metamórficas representan aproximadamente el 95% de la corteza terrestre, y las rocas sedimentarias ocupan el 75% de la superficie terrestre. Lo anterior indica que la mayoría de las obras de ingeniería se construyen sobre rocas sedimentarias.

---

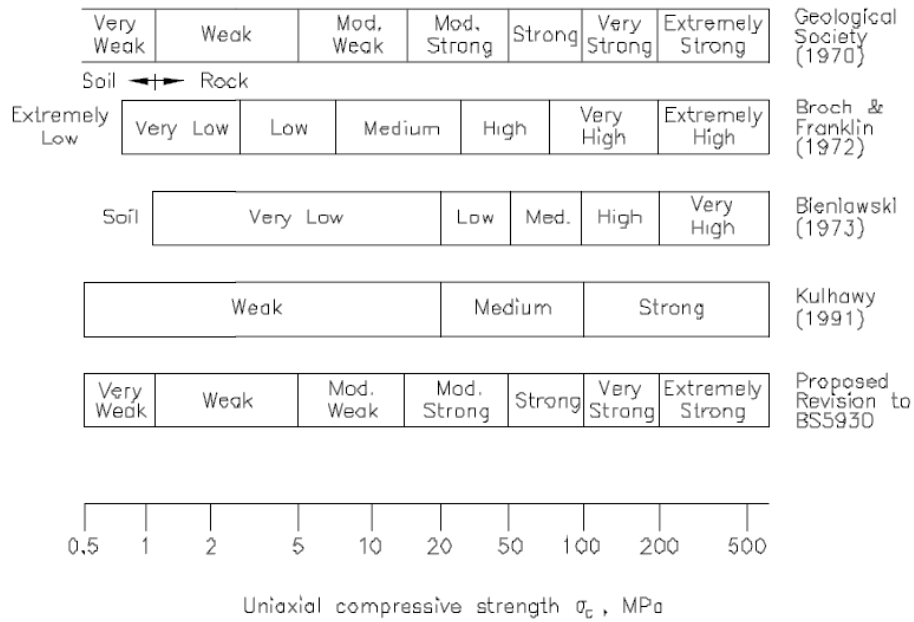
Estudios recientes de reconocidos Institutos encargados de realizar investigaciones y asistir técnicamente a las agencias estatales y locales, como *The Federal Highway Administration* (FHWA), de Estados Unidos y *The Construction Industry Research and Information Association* (CIRIA), de Reino Unido, reconocen y clasifican los geomateriales en Rocas duras, Suelos y Rocas Blandas, Geomateriales Intermedios (*Intermediate geomaterials*) o Rocas débiles (*Weak Rock*).

Lo que se ha logrado a través de diferentes investigaciones es establecer una distinción entre suelo, roca y materiales intermedios de acuerdo a valores encontrados de resistencia a la compresión como los mostrados en la Figura 2 y en la

Tabla 1.

Duque (2003), establece los rangos de resistencia a la compresión uniaxial para clasificación de suelos y rocas como se muestra a continuación:

- Suelo blando menos de 4 kg/cm<sup>2</sup>.
- Suelo duro entre 4 y 10 kg/cm<sup>2</sup>.
- Roca blanda de 10 a 375 kg/cm<sup>2</sup>.
- Roca intermedia de 375 a 700 kg/cm<sup>2</sup>.
- Roca dura más de 700 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 2. Clasificación de rocas según su resistencia por diferentes autores. (Gannon et al., 1999)**

**Tabla 1. Criterio de clasificación de rocas de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM). Fuente: Rodríguez (2007)**

Clase	Descripción	Identificación de Campo	≈ Resistencia a la compresión (MPa)
S <sub>1</sub>	Suelo muy blando	El puño penetra fácilmente varios cm.	< 0.0025
S <sub>2</sub>	Suelo blando	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0.0025 - 0.05
S <sub>3</sub>	Suelo firme	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo.	0.05 - 0.10
S <sub>4</sub>	Suelo rígido	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.	0.10 - 0.25
S <sub>5</sub>	Suelo muy rígido	Con cierta presión puede marcarse la uña.	0.25 - 0.50
S <sub>6</sub>	Suelo duro	Se marca con dificultad al presionar con la uña.	> 0.50
R <sub>0</sub>	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña.	0.25 - 1.0
R <sub>1</sub>	Roca muy blanda	Al golpear con la punta del martillo la roca se desmenuza. Con navaja se talla fácilmente.	1.0 - 5.0
R <sub>2</sub>	Roca blanda	Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas. Con la navaja se talla con dificultad.	5.0 - 25
R <sub>3</sub>	Roca moderadamente dura	Con un golpe fuerte del martillo puede fracturarse. Con la navaja no puede tallarse.	25 - 50
R <sub>4</sub>	Roca dura	Se requiere más de un golpe del martillo	50 - 100

Clase	Descripción	Identificación de Campo	≈ Resistencia a la compresión (MPa)
		para fracturarla.	
R <sub>5</sub>	Roca muy dura	Se requiere muchos golpes del martillo para fracturarla.	100 - 250
R <sub>6</sub>	Roca extremadamente dura	Al golpear con el martillo sólo saltan esquirlas.	> 250

De acuerdo a lo anterior, se pueden definir los materiales clasificados como rocas, suelos y geomateriales intermedios o rocas blandas, como se muestra a continuación:

### 2.3.1 Roca

Una roca es una masa sólida relativamente dura, formada naturalmente que consta de varios minerales y cuya formación se debe un gran número de procesos físicos y químicos. La masa de roca es generalmente tan grande y con tanta resistencia que se requiere relativamente grandes esfuerzos (por ejemplo, explosiones o fuerzas de aplastamiento) para descomponerla en partículas más pequeñas.

### 2.3.2 Suelo

El suelo se puede definir como un conglomerado partículas pequeñas derivadas de una roca madre a través de procesos de meteorización mecánica generados por acción del aire y/o la abrasión del agua, ciclos de congelación-descongelación, cambios de temperatura, actividad de plantas y animales y de los procesos químicos que incluyen la oxidación y carbonatación por la intemperie. La masa de suelo puede contener aire, el agua, y/o materiales orgánicos derivados de la descomposición de la vegetación, entre otros.

### 2.3.3 Rocas blandas

Las rocas blandas son aquellas rocas de origen arcilloso o limoso, y tienen un comportamiento mecánico intermedio entre suelo y roca por la presencia de un agente cementante que une las partículas de arcilla y limo (Gómez, 2008).

Estudios más avanzados definen a las rocas débiles o blandas, como rocas intrínsecamente débiles (han sido objeto de una cantidad limitada de compactación y cementación por acción de la gravedad) o por ser producto de la desintegración de las rocas que inicialmente eran fuertes progresivamente se han debilitado debido a la degradación, la erosión y la alteración por distintos factores (Gannon et al., 1999).

Los factores que pueden dar origen a este tipo de rocas son los siguientes:

- Depositación seguida de compactación gravitacional (proceso físico asociado a la reducción en el contenido de agua).
- Cambios minerales y cementación.
- Desintegración física y/o química por ejemplo meteorización y alteración.

Los índices que se usan para conocer las propiedades físicas de la roca blanda son la disgregación en agua, contenido de finos, contenido de humedad, densidad y límites de Atterberg. Valores extremos de este tipo de propiedades pueden ser un indicativo de la sensibilidad de la roca y de si esta es susceptible a reducciones en su resistencia y rigidez generadas por cambios en el contenido de agua y esfuerzos efectivos.

#### **2.4 Resistencia al corte de suelos y rocas**

Los parámetros de resistencia comúnmente utilizados para evaluar el comportamiento mecánico de suelos y rocas son el ángulo de fricción interna y la cohesión. La resistencia al corte se define como el valor máximo de la resistencia al corte que se puede inducir dentro de la masa de suelo antes de que ceda. La formación de una superficie de deslizamiento por corte da lugar a movimientos de deslizamiento, avalanchas, rotación de taludes o fallas en excavaciones, de manera que la evaluación de los parámetros es necesaria en los procedimientos de análisis y diseño relacionados con cimentaciones, muros de contención y cortes en terreno (Whitlow, 2001).

---

Dentro de los ensayos de resistencia al corte de suelos se encuentran el Ensayo de Corte con Veleta, el Ensayo de Corte Directo y la Prueba de Compresión Triaxial, los cuales son explicados a continuación:

#### 2.4.1 Ensayo de corte con Veleta

El ensayo de corte con veleta consiste básicamente en colocar una veleta de cuatro hojas dentro del suelo inalterado, y en girarla desde la superficie para determinar la fuerza de torsión necesaria para lograr que una superficie cilíndrica sea cortada por la veleta; con esta fuerza de corte se halla, entonces, la resistencia unitaria de dicha superficie (Instituto Nacional de Vías, 2007).

A medida que las fuerzas de torsión se hagan más grandes durante un ensayo, un empuje lateral en el instrumento se traducirá en un incremento de fricción no considerado en las lecturas iniciales sin carga. Esta consiste en cuatro placas de acero delgadas de igual tamaño soldadas a una barra de torsión hecha del mismo metal (ver Figura 3). El procedimiento consiste en hincar la veleta en el suelo, luego se aplica un torque para hacer girar la veleta con rapidez uniforme. Un cilindro de suelo de altura  $h$  y diámetro  $d$  resistirá el torque hasta que falle el suelo (Das, 2001).

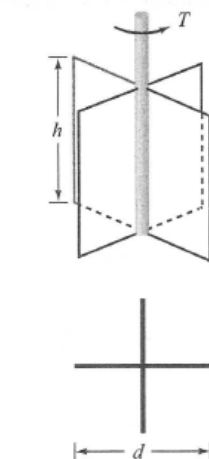


Figura 3. Diagrama del equipo de veleta de corte

---

---

## **2.4.2 Ensayo de compresión triaxial**

Esta prueba es considerada uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de resistencia cortante ya que proporciona información sobre el comportamiento esfuerzo-deformación unitaria del suelo (característica que no se puede conocer en el corte directo) y muestra condiciones más uniformes de esfuerzo que las representadas en el corte directo por el plano de falla (Das, 2001).

En esta prueba el espécimen está sometido a esfuerzos de compresión que actúan a lo largo de tres ejes que conforman ángulos rectos entre sí. La aplicación de estos esfuerzos se hace en varias etapas. Primero se usa la presión del agua de la cámara para aplicar un esfuerzo de confinamiento, luego, se continúa la prueba aumentando la carga axial de manera que el esfuerzo de compresión vertical aumente, los dos esfuerzos laterales permanecen iguales. Cuando se presenta la falla al corte o se alcanza la carga última, el esfuerzo de compresión vertical habrá aumentado y recibe el nombre de esfuerzo desviador. Como en los lados del espécimen no se desarrollan esfuerzos cortantes los esfuerzos axiales verticales y laterales son los esfuerzos principales mayor y menor (Whitlow, 2001). En la Figura 4 se muestra un diagrama del arreglo de la prueba triaxial.



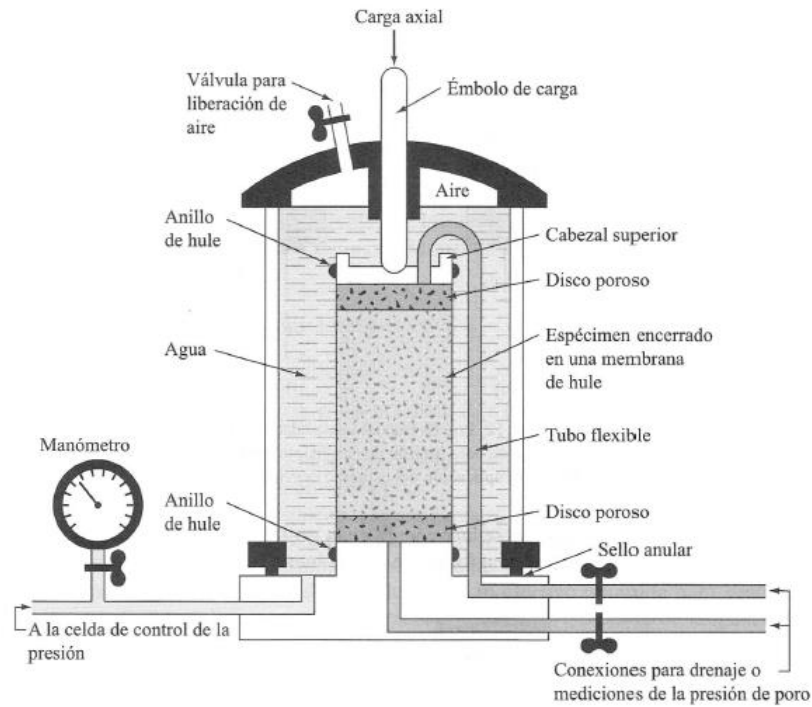


Figura 4. Diagrama del equipo de prueba triaxial según Bishop y Bjerrum, 1960. (Bjerrum, 1967)

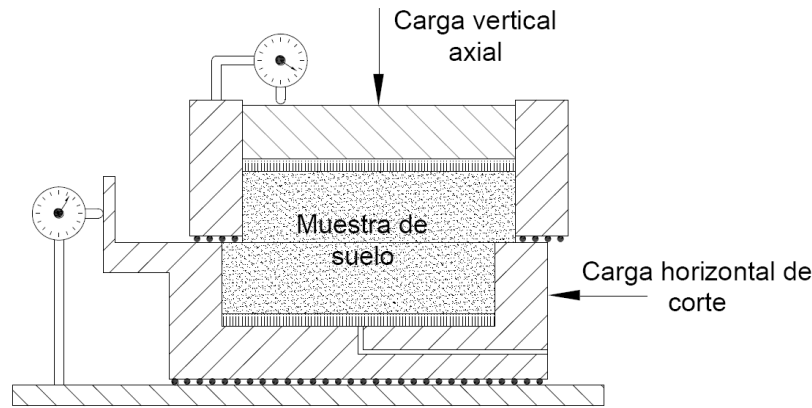
### 2.4.3 Ensayo de corte directo

El ensayo de resistencia al corte es la manera más sencilla de encontrar los parámetros de resistencia del suelo y la roca, como son la cohesión y ángulo de fricción, mediante la deformación de una muestra en un rango de deformación controlada, llevando la muestra de suelo a la falla siguiendo una superficie de falla impuesta. De esta manera, a través de tres pruebas, se determina el efecto de variar la carga normal aplicada, sobre la resistencia y la deformación del espécimen (Lambe, 1969).

Aunque no se sabe con certeza, se cree que el primer ensayo de corte fue descrito por Alexander Collin en 1846, quien estaba interesado en medir la resistencia al corte de los suelo para estudiar la estabilidad de taludes. Lo que hizo este ingeniero francés en su ensayo fue cargar transversalmente una muestra de arcilla de sección cuadrada de 4 cm hasta fallarla por corte directo doble.

---

Actualmente se realiza el ensayo de corte directo en equipos más aproximados pero siguiendo el esquema básico usado por Collin. (Ver Figura 5).



**Figura 5. Cámara de corte usada en la actualidad. (Ocampo, 2009)**

El ensayo de corte directo usado en la actualidad, el cual se le acredita a Krey, Terzaghi y Casagrande, consiste en confinar horizontalmente una muestra delgada de suelo, la cual puede ser cilíndrica o rectangular, entre dos cajas rígidas, y verticalmente entre dos piedras porosas o dos platos dentados (Asmirza, 2004). Dentro de las desventajas que puede tener este ensayo está el estado de esfuerzos y deformaciones que en el equipo de corte directo no son uniformes, ya que la sección del suelo común a las dos cajas de corte cambia continuamente y el que el esfuerzo principal mayor es aplicado por la parte superior e inferior de la muestra y se considera uniforme a pesar de la rigidez de los platos de carga. (Ocampo, 2009).

La prueba de corte directo se realiza a varios especímenes aplicando diferentes esfuerzos normales. Estos esfuerzos y su correspondiente valor de resistencia cortante pico permiten el trazado de una gráfica, de la cual se obtendrán los parámetros de resistencia al corte (Das, 2001). A continuación en la Figura 6 y la Figura 7, se muestran graficas típicas de ensayos de corte directo sobre arena suelta y sobre arcillas.

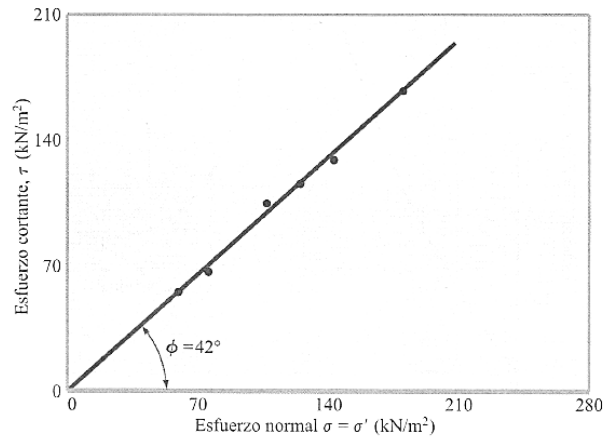


Figura 6. Determinación de los parámetros de resistencia cortante para una arena seca usando los resultados de pruebas de corte directo. (Das, 2001)

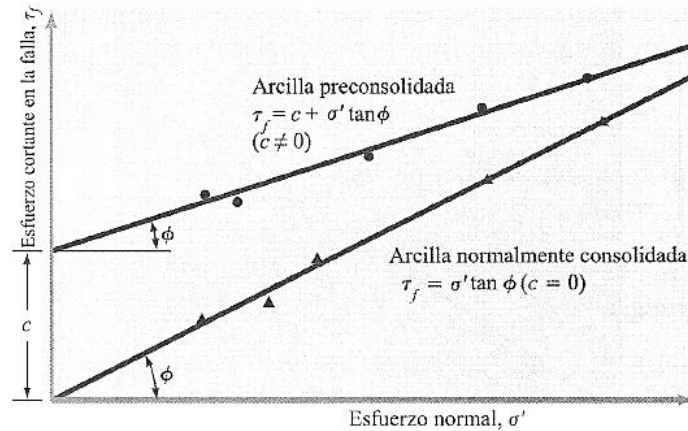


Figura 7. Envolvente de falla para arcilla obtenida de pruebas de corte drenada. (Das, 2001)

Para arenas sueltas y densas existen gráficas típicas del esfuerzo de corte y el cambio en la altura del espécimen en relación al desplazamiento cortante, como las mostradas a continuación en la Figura 8 y la Figura 9:

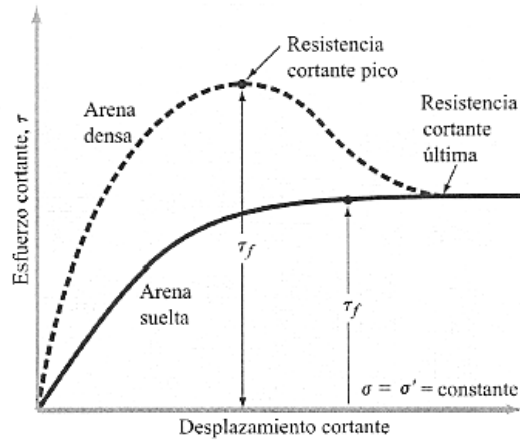


Figura 8. Gráfica del esfuerzo cortante y cambio en altura del espécimen *versus* desplazamiento cortante para arenas sueltas

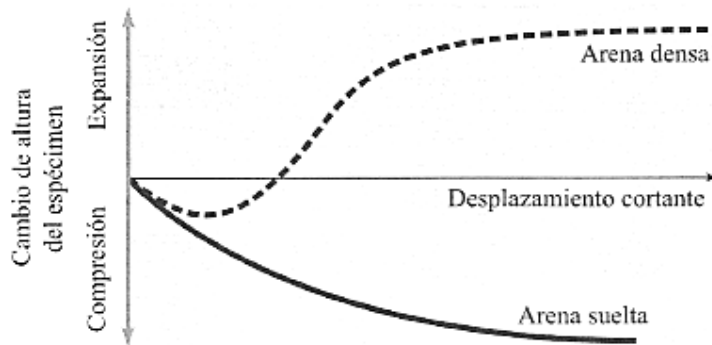


Figura 9. Gráfica del esfuerzo cortante y cambio en altura del espécimen *versus* desplazamiento cortante para arenas compactas

#### 2.4.4 Envoltente de resistencia

En 1900, Mohr presentó una teoría afirmando que la falla de un material se debía a la combinación crítica de esfuerzo normal - esfuerzo cortante, de tal manera que la relación entre un esfuerzo normal  $\sigma_n$  y un esfuerzo cortante  $\tau$  sobre un plano de falla se puede expresar de la forma:

$$\tau = f(\sigma_n) \quad \text{Ecuación 1}$$

La envoltente de falla definida por la anterior ecuación es una línea curva (ver Figura 10), la cual se puede aproximar el esfuerzo cortante sobre el plano de falla como una función lineal del esfuerzo normal, de manera que la resistencia de un suelo queda definida en función de los esfuerzos desarrollados en el punto

máximo de la curva esfuerzo–deformación expresada por la Ley de Mohr-Coulomb, que incluye, como se muestra a continuación, la cohesión y el ángulo de fricción o ángulo de resistencia al corte (Lambe, 1969).

$$\tau = c' + \sigma_n * \tan \phi$$

Ecuación 2

Dónde:

- $\tau$  : Resistencia al corte.
- $c'$  : Cohesión.
- $\sigma_n$  : Tensión Normal.
- $\phi$  : Ángulo de fricción interna.

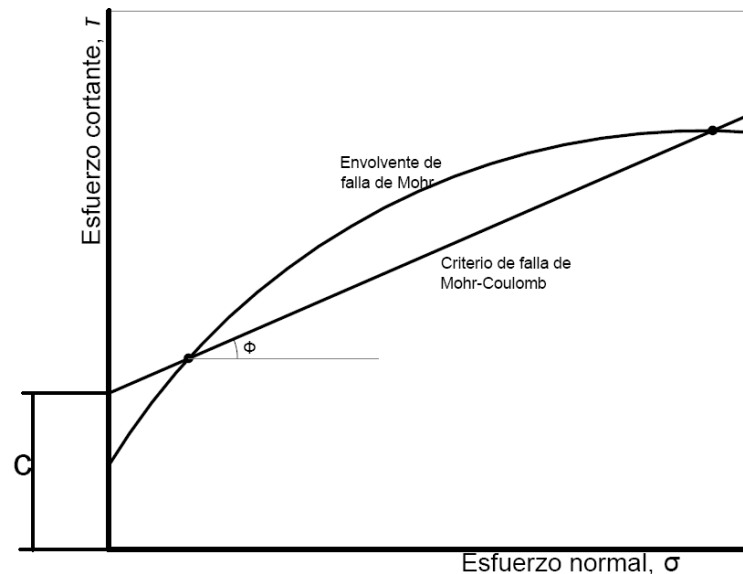


Figura 10. Envolvente de falla de Mohr y criterios de falla de Mohr- Coulomb

Dentro de los factores que influyen sobre resistencia al corte están la presión de confinamiento, la relación de vacíos y la velocidad de carga; así mismo, existen otros factores que hacen que la resistencia cambie de un suelo a otro, aún en las mismas condiciones de presión de confinamiento y relación de vacíos, como son el tamaño de las partículas que componen la muestra, y la humedad del mismo.

## **2.5 Degradación de rocas**

La ISRM sugiere que los factores geológicos que dominan el comportamiento y las propiedades mecánicas de los macizos rocosos son: la litología, las propiedades de la matriz rocosa, la estructura geológica, las discontinuidades, el estado de esfuerzos a que está sometido el material y el grado de alteración o meteorización (Pérez, 2012).

Además, Plaza (2008) afirma que la ISRM recomienda estudiar las siguientes propiedades en cada emplazamiento de rocas para evaluar la resistencia del macizo:

- Compresión (simple o confinada).
- Cohesión.
- Ángulo de fricción.
- Resistencia al desgaste.
- Dureza.
- Tracción indirecta (Ensayo brasilero y Ensayo Franklin).

Estos parámetros de resistencia se pueden ver afectados por distintas condiciones externas que van degradando la roca, lo que causa alteraciones que modifican las propiedades de las mismas (Rodríguez, 2007). En el caso particular de las rocas blandas, la degradación se caracteriza porque modifican su comportamiento en cortos periodos de tiempo, pasando de tener uno parecido al de una roca a uno más similar al de un suelo (Gómez, 2008).

La degradación causa principalmente pérdida de resistencia del material, cambios de volumen, pérdida de rigidez, y la aparición de fisuras por agrietamiento (Alonso y Alcoverro, 2003); la experiencia ha mostrado que la degradación se causa por fenómenos de descarga, y por exposición a ciertas condiciones atmosféricas (Tovar, 2008).

---

De acuerdo con Gómez (2008), diferentes autores atribuyen la degradación de rocas blandas a su proceso de formación, pues cuando los sedimentos son depositados, estos inician una fase de consolidación que incrementa las tensiones efectivas actuantes; cuando hay presencia de minerales cementantes, el material se cementa y hay un aumento de la resistencia y la rigidez, y una disminución del volumen a medida que el agua de los poros es expulsada (Tovar, 2008). Cuando el material es sometido a una descarga, este queda en estado sobreconsolidado y adquiere cohesión y resistencia. De igual modo se expande por la liberación de la energía de deformación elástica almacenada durante la compactación, lo que indica que los materiales con menos cementación liberan la energía más rápido; por otro lado, entre menor sea esta energía, la degradación que sufre la roca será menor, ya que el material trata de buscar un equilibrio cuando sufre una descarga (Bjerrum, 1967).

Por lo anterior, la formación de la roca y su historia geológica van a determinar, en gran medida, su comportamiento mecánico; y su estudio dependerá de las condiciones de cada región y no se deberá generalizar (Gómez, 2008).

La degradación también es causada por meteorización; la meteorización sobre rocas intactas decolora el material y disminuye su resistencia, y su efecto sobre minerales y materiales cementados hace que la roca sana se degrade y se convierta en suelo residual (Hack y Price 1997). Esta puede ser física o química; la más significativa es la física, que es algún proceso que ocasiona fracturamiento sin cambios mineralógicos (Tovar, 2008), y puede ser debida a cambios tensionales (procesos de descarga) y a cambios en la humedad presente en el terreno (ciclos de humedecimiento y secado) como consecuencia de cambios ambientales (Gómez, 2008).

Tovar (2008), señala que la degradación física está controlada por tres factores: expansión de minerales arcillosos debido a la absorción de agua, desleimiento, y presencia de cualquier tipo de discontinuidad. En resumen, la Figura 11 muestra los factores que influyen en el proceso de degradación de rocas.

---



**Figura 11. Factores que influyen en el proceso de degradación de rocas. (Sadisun et al., 2000)**

En general, como resultado de distintas investigaciones, se ha observado que la degradación de rocas blandas se manifiesta en una disminución del ángulo de fricción interna del material y de la cohesión (Tovar, 2008); sin embargo, como ya se ha mencionado, este comportamiento no puede ser generalizado, pues está condicionado por distintos factores externos e internos.

### **2.5.1 Investigaciones sobre degradación de rocas**

Sadisun et al. (2000), en su investigación sobre caracterización de rocas arcillosas degradadas y su importancia en la ingeniería, afirma que una roca alterada por procesos de meteorización tendrá características ingenieriles inusuales al compararlas con rocas sanas o suelo residual. En esta investigación se usó el sistema de clasificación del grado de degradación de rocas, adoptado por organizaciones internacionales como la ISRM, en el cual hay 6 grados de degradación. Se evaluaron las propiedades de las rocas arcillosas tales como porosidad efectiva, densidad, esfuerzo puntual, cohesión y ángulo de fricción



interna. En la Tabla 2 se observan los resultados obtenidos y las correlaciones para cada variable. Se concluye que entre más cercano esté al material a la superficie, más alto va a ser el grado de degradación; esta degradación puede ser:

- Grado I (roca sana).
- Grado II (ligeramente degradada).
- Grado III (moderadamente degradada).
- Grado IV (fuertemente degradada).
- Grado V (completamente degradada).
- Grado VI (suelo residual).

Por otro lado, las propiedades evaluadas muestran diferencias significativas para cada nivel de degradación, por eso la clasificación usada puede ser muy útil para entender el comportamiento de estos materiales.

**Tabla 2. Rangos de las propiedades ingenieriles de rocas arcillosas con diferentes grados de degradación. (Sadisun et al., 2000)**

Grade	Effective Porosity (%)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Point Load Strength Index (kg/cm <sup>2</sup> )	Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> )	Internal Friction Angle (°)
VI	30.78 - 49.45	1.614 - 1.802	0.12 - 0.20	0.0474 - 0.1708	8.5 - 14
V	31.28 - 46.46	1.785 - 1.922	0.16 - 0.42	0.1224 - 0.2921	10 - 20
IV	17.94 - 32.66	1.868 - 2.172	0.38 - 0.94	0.2484 - 0.3485	18.5 - 26
III	12.88 - 20.08	1.904 - 2.307	0.85 - 1.36	0.3329 - 0.5141	20 - 32
II	8.51 - 17.94	2.195 - 2.379	1.02 - 1.83	0.3086 - 0.6330	27 - 32.5
I	3.69 - 9.66	2.322 - 2.714	1.72 - 2.66	0.5351 - 0.7612	30.5 - 42
$n_e = 5.8676 x^{1.0824}$ ; $R^2 = 0.8811$		$c = -0.0998x + 0.7037$ ; $R^2 = 0.8606$			
$\gamma = 2.6228 e^{-0.0722x}$ ; $R^2 = 0.8690$		$\varphi = -4.7845x + 39.82$ ; $R^2 = 0.8775$			
$I_s = -1.155 \ln(x) + 2.2519$ ; $R^2 = 0.9143$					

Czerewko y Cripps (2006), reunieron los parámetros de resistencia al corte de las rocas lodosas (*mudrocks*) que hay en la literatura del Reino Unido (ver Tabla 3), llegando a la conclusión que no hay tendencia aparente en los datos. Luego, en su investigación de la degradación de rocas lodosas, realizaron ensayos de corte directo drenados (ver Tabla 4), en los que se observó que los resultados

dependen de la mineralogía y el tamaño del grano y concluyeron que se requiere un enfoque más pragmático para la selección de los parámetros de resistencia al corte.

**Tabla 3. Clasificación y parámetros de resistencia al corte para rocas lodosas del Reino Unido. (Czerewko y Cripps, 2006)**

Material	Liquid Limit %	Plastic Limit %	Plastic Index %	Class	c' kPa	$\phi' ^\circ$	$\phi'_r ^\circ$
<b>Mudstone</b>							
F - S weathered	42	29	13	MI	20 - 131	30 - 45.5	-
M - H weathered	39 - 49	30	9 - 19	MI	15 - 30	21 - 30	12 - 14
<b>Carboneaceous Mudstone</b>							
F - S weathered	44 - 51	26	15 - 23	MI	-	30 - 45.5	-
M - H weathered	42 - 45	27 - 32	16	MI/CL	15	29 - 39	16
<b>Seatearth</b>							
F - S weathered	34	18 - 21	16	CL	20 - 131	32 - 37	-
M - H weathered	30 - 34	20 - 23	12 - 15	CL	16 - 38	31 - 39	13 - 26

F= fresh; S= slightly; M= moderately; H= highly.

**Tabla 4. Parámetros de resistencia al corte para muestras de material sano a completamente degradado. (Czerewko y Cripps, 2006)**

Material	State	Liquid Limit %	Plastic Limit %	Plastic Index %	Class	c' kPa	$\phi' ^\circ$	c <sub>r</sub> ' kPa	$\phi'_r ^\circ$
1a	I-F	20	16	4	ML	260	40	0	24.5
1b	R-F	27	23	4	ML	2	16	0	9.5
1c	R-W	24	18	6	ML	25	23	20	20
2a	I-CW	51	29	22	MH/CL	48	18	0	10.9
2b	I-CW	50	34	16	MI	70	19	0	10.2
2c	R-CW	52	31	21	MH	-	-	0	10.9
3a	R-CW	47	25	22	CI	25	23	0	16
3b	R-CW	51	24	27	CH	0	49	0	26
3c	I-CW	50	29	21	MH	30.5	29	0	26
4a	R-W	32	19	13	CL	-	-	8.2	11.5
4b	R	19	28	9	CL	-	-	21.3	12
4c	R	25	19	6	ML	-	-	14.5	19
5a	R-W	40	27	13	MI/CI	26	24	20	16
5b	R-CW	42	20	22	CI	21	20	17	11
5c	R-CW	45	22	23	CI	24	21	0	14

I= intact specimen; R= remoulded specimen; F= fresh; W= weathered mudrock; CW= completely weathered.

## **2.5.2 Casos reales de falla de rocas blandas debido a procesos de degradación**

La influencia del desgaste de la roca en el comportamiento mecánico tiene gran importancia en muchos aspectos de la ingeniería geotécnica, ya que propiedades como la resistencia al corte, la compresibilidad y la permeabilidad son susceptibles de ser modificadas dependiendo del tipo de cambio producido sobre la estructura del suelo por efectos del desgaste. Algunas rocas arcillosas en las que ha sido afectado su comportamiento mecánico por este proceso, son por ejemplo, las margas en la Presa de Monreal de Pamplona, en las cuales según Pineda et al. (2010) la fuerte degradación de las rocas en términos de pérdida de resistencia al corte y reblandecimiento llegó a generar gran incertidumbre en la correcta elección de parámetros de resistencia al momento de diseñar la cimentación para la presa.

Otro caso, es el ocurrido en una carretera cerca de Falset en el norte de España, cuando en 1991 los taludes de la carretera fallaron debido a que el efecto de la intemperie no fue tenido en cuenta en el diseño del corte. Es así que la masa de roca que quedó expuesta sufrió una gran disminución en sus parámetros de resistencia afectando considerablemente la estabilidad del talud y llevándolo a la falla (Huisman et al., 2004).

Algunas investigaciones como la llevada a cabo por investigadores del Instituto Chino de Ciencias (Shengwen et al., 2009) se enfocan en caracterizar rocas arcillosas, cuya investigación parte de la problemática generada al encontrar este tipo de rocas durante el desarrollo de una nueva ciudad en las montañas por encima del embalse de las Tres Gargantas en el río Yangtze en China central, donde se encontraron cambios en la composición química y las propiedades mecánicas de la piedra debido a la degradación que sufrida por la roca .

En Brasil es muy común encontrar gneises en el área metropolitana de Rio de Janeiro y en parte del sur de Brasil. Este tipo de rocas ha sido causante de problemas de deslizamientos e inestabilidad en túneles (Marques et al., 2010). Un

---

estudio llevado a cabo por investigadores de la Universidad Federal de Rio de Janeiro se encargó de identificar muestras de rocas con diferentes niveles de resistencia a la intemperie y se ensayaron para determinar sus propiedades mineralógicas, físicas y geomecánicas, todo esto con el fin de evaluar la influencia de la intemperie en las propiedades de la roca y dar recomendaciones para la construcción sobre estos materiales.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se va a centrar en aquellos materiales que se clasifican como rocas blandas, y que fueron encontrados en el talud seleccionado en la vía de la Concesión BTS a la altura de la ciudad de Tunja.

Como primera medida se realizó una visita inicial de reconocimiento del sector y la elección del talud objeto de estudio; posteriormente se tomaron las muestras de material necesarias que fueron llevadas al Laboratorio de Pruebas y Ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

#### 3.1 Reconocimiento del Talud

La visita de reconocimiento comprendió la observación de los taludes de la Vía Tunja-Sogamoso, los cuales hacen parte de la concesión BTS. Se buscó un talud que mostrara desprendimiento de material, y estuviera constituido por rocas blandas. En la Fotografía 3 se puede apreciar la magnitud del talud en comparación con los vehículos que circulan por la vía. En este talud (ver Fotografía 4) se puede apreciar que hay presencia de deslizamientos que inician en su parte alta, donde todavía se observan afloramientos de roca sana.



Fotografía 3. Talud de la vía seleccionado



Fallas del talud

**Fotografía 4. Reconocimiento de las fallas presentes en el Talud**

Al realizar una inspección visual al material, se encontró una diferencia entre las características de este y el material en la parte alta del talud; donde en la parte alta se observaron bloques de material de apariencia dura y continua (como se ve en la Fotografía 5), material que difiere al encontrado en la parte baja del talud, el cual es posible disgregar con la mano; este material presenta grietas importantes, y es notoria su degradación por la gradación fina observada (ver Fotografía 6). En la Fotografía 7, se puede observar la variación del material, que va de roca sana en la parte superior a material degradado en la parte baja.



**Fotografía 5. Material encontrado en la parte alta del talud**



**Fotografía 6. Material encontrado en la parte baja del talud**



**Fotografía 7. Vista frontal del talud**

### 3.2 Suministros y Equipos de Laboratorio

Los equipos necesarios para los diferentes ensayos llevados a cabo fueron proporcionados por el Laboratorio de Pruebas y Ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana. A continuación en la Fotografía 8 y la Fotografía 9 se muestran el equipo de corte y la cámara de corte cuadrada utilizados en los ensayos.



Fotografía 8. Equipo de corte directo



Fotografía 9. Cámara de corte cuadrada

### 3.3 Muestreo en campo

Las muestras del material objeto de estudio fueron extraídas a 50 cm de la superficie del talud con ayuda de un palustre (ver Fotografía 10), teniendo los cuidados necesarios para conservar su humedad y su gradación, y con una

---



adecuada identificación, almacenamiento y transporte. En la Fotografía 11 se puede observar la identificación de las muestras.



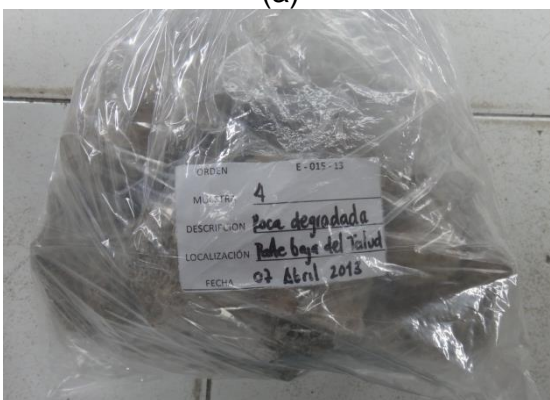
Fotografía 10. Obtención de muestras con palustre



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía 11. (a), (b), (c) y (d): Muestras obtenidas degradadas a 50 cm de profundidad

### **3.4 Caracterización inicial del material**

Los primeros ensayos a los que se sometió el material son los que se listan a continuación; de acuerdo a los lineamientos establecidos en las especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras del Instituto Nacional de Vías del año 2007.

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado INV-E-123-07 (Instituto Nacional de Vías, 2007).
- Determinación en laboratorio del contenido de humedad INV-E-122-07 (Instituto Nacional de Vías, 2007).
- Determinación del límite líquido INV-E-125-07 (Instituto Nacional de Vías, 2007)
- Determinación del límite plástico e índice de plasticidad INV-E-126-07 (Instituto Nacional de Vías, 2007).
- Determinación de la gravedad específica INV-E-128-07 (Instituto Nacional de Vías, 2007)

#### **3.4.1 Análisis granulométrico de suelos por tamizado (INV-E-123-07)**

El análisis granulométrico de los suelos por tamizado permite determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de suelo, y se puede clasificar, de acuerdo a la *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* y la *Unified Soil Classification System (USCS)*, qué tipo de suelo se encuentra en zona de estudio. En la Fotografía 12 se muestra la serie de tamices utilizada en el ensayo.



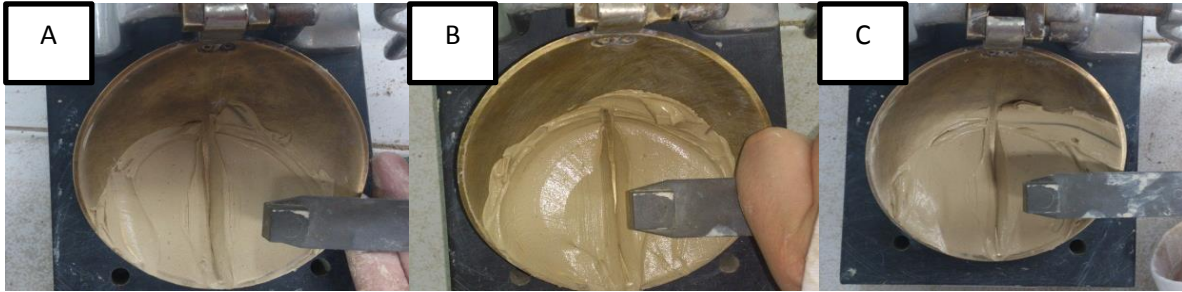
Fotografía 12. Serie de tamices para ensayo de granulometría

### **3.4.2 Determinación en laboratorio del contenido de humedad (INV-E-122-07)**

Este método cubre la determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en el suelo, por peso. El contenido de agua del material se define como la relación, expresada en porcentaje, entre la masa de agua que llena los poros o "agua libre" en una masa de material, y la masa de las partículas sólidas de material.

### **3.4.3 Determinación del límite líquido (INV-E-125-07)**

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado al horno, lo cual representa la humedad a la cual el suelo se encuentra entre el estado líquido y el estado plástico. El procedimiento de ensayo se puede apreciar en la Fotografía 13.



Fotografía 13. A, B Y C. Tres puntos para determinación de límite líquido

#### 3.4.4 Determinación del límite plástico e índice de plasticidad (INV-E-126-07)

La finalidad de la determinación del límite plástico de una muestra de suelo es encontrar la humedad más baja a la que se pueden realizar rollos de 3 mm de diámetro y que al llegar a esta medida empiecen a fisurarse (ver Fotografía 14). Esto es útil para conocer el índice de plasticidad del suelo.



Fotografía 14. Rollitos para la determinación del límite plástico

#### 3.4.5 Determinación de la gravedad específica (INV-E-128-07)

La gravedad o peso específico del suelo es la relación entre los pesos unitarios del material y el peso unitario del agua destilada, ambos con el mismo volumen y a la misma temperatura. El material utilizado fue pasa Tamiz #10. En la Fotografía 15 se observa el material en el picnómetro.

---



Fotografía 15. Picnómetro utilizado en el ensayo de gravedad específica

### 3.5 Métodos

Debido a que no existen normas que regulen o sugieran una metodología de preparación de muestras para realizar ensayos con este tipo de material, en este trabajo se propone un método para alcanzar la humedad deseada y otro para la conformación de la densidad; estos métodos requirieron un control de la gradación del material. Los métodos propuestos fueron desarrollados como se explica a continuación.

#### 3.5.1 Método de selección de granulometría

Debido a que el material puede cambiar fácilmente de granulometría por la acción de los distintos factores que lo degradan, se propone la siguiente metodología de preparación de la muestra para controlar esta característica.

1. Se selecciona la granulometría. Esto se realizó partiendo de la caracterización granulométrica inicial del material (Granulometría 1 en la Gráfica 1), la cual fue comparada con las granulometrías obtenida después de haber realizado la compactación del mismo en estado húmedo (Granulometría 2 en la Gráfica 1, compactada por el método que se explica en el numeral 3.5.2.2) y en estado seco (Granulometría 3 en la Gráfica 1). A partir de esta comparación (Gráfica 1), se concluyó que, en este caso particular, los tamices No.4, No. 10, No. 40 y No. 100 eran los más representativos en proporción de tamaños dentro de las

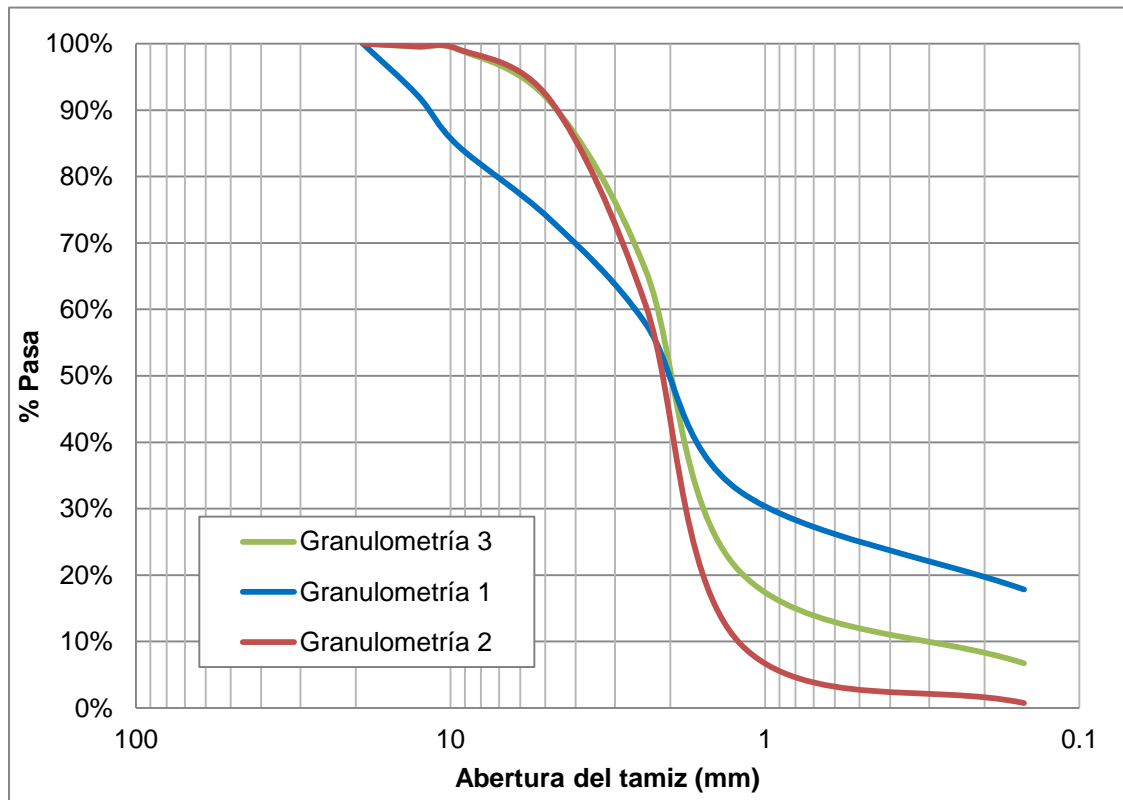
muestras (ver Gráfica 2); por lo cual se decidió trabajar con estos cuatro tamaños de partículas para todos los ensayos de corte directo.

2. Se elige la granulometría que mejor representa el estado en que va a estar el material durante los ensayos, en este caso la Granulometría 3 (Gráfica 1), con los porcentajes retenidos de cada tamaño que se muestran en la Tabla 5.

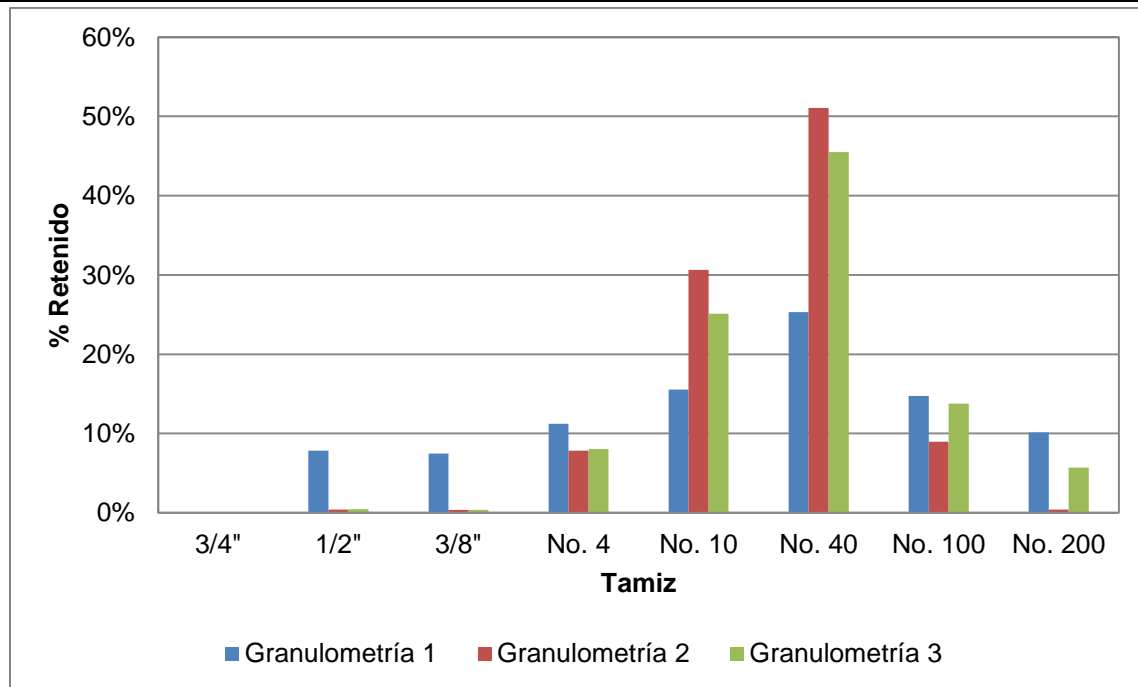
**Tabla 5. Porcentajes retenidos en cada tamiz de la Granulometría 3 y porcentajes retenidos requeridos para los 4 tamices escogidos**

Tamiz	% Retenido	% Retenido para 4 tamices
3/8"	0%	0%
No. 4*	8%	9%
No. 10*	26%	27%
No. 40*	46%	49%
No. 100*	14%	15%
No. 200	6%	0%

\* Tamices elegidos como representativos para el control de la granulometría.



**Gráfica 1. Comparación de las curvas granulométricas del material en tres diferentes estados**



**Gráfica 2. Comparación de porcentajes retenidos en las tres gradaciones**

Con esta metodología, la granulometría, al inicio de cada ensayo, será conocida, y se compara con la obtenida a final de cada uno de los ensayos de corte directo. En la Fotografía 16 y la Fotografía 17 se aprecia el material separado en cada uno de los tamices considerados representativos.



**Fotografía 16. Separación de la muestra de Roca degradada en las fracciones seleccionadas como representativas**



**Fotografía 17. Fracciones consideradas representativas para la granulometría propuesta**

### **3.5.2 Método de conformación de la muestra a la densidad de ensayo**

#### **3.5.2.1 Método de conformación de la densidad suelta**

Para obtener la densidad suelta se usó la técnica de pluviación comúnmente utilizada para arenas sueltas, según la norma INV-E136-07 “Determinación de la masa unitaria máxima y mínima para el cálculo de la densidad relativa” (Instituto Nacional de Vías, 2007). Esta técnica se seleccionó debido a la semejanza del material de estudio en estado seco con los materiales granulares. El ensayo se hizo con la ayuda de un embudo, como se muestra en la Fotografía 18.





**Fotografía 18. Embudo utilizado en la Pluviación para la conformación de la densidad suelta**

Para la preparación de la muestra se propone el método descrito a continuación:

1. Inicialmente se llena la cámara de corte con el material haciendo uso del embudo; esto se realizó ocho veces por cada tesista (operador), para determinar la precisión del método, tal como se hace en métodos de prueba de las normas de la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) (American Society for Testing and Materials, 2002), donde un mismo operador con el mismo equipo toma un cierto número de repeticiones dentro de cada laboratorio en un tiempo muy corto, lo cual provee una situación ideal que deberá ser la variación más pequeña entre lecturas. Este procedimiento influye positivamente en la repetibilidad de las mediciones, y se representa calculando la desviación estándar de la variable medida. De esta manera, y a partir de las mediciones de cada operador, se obtiene la desviación estándar entre los valores de densidad suelta logrados por cada operador, y así seleccionar el operador cuyos datos presentaran mayor precisión. En la Tabla 6 se encuentran los resultados de cada operador; en estos se observa que el operador 2 presenta menor variación en los datos, por lo que éste se eligió para conformar las muestras de densidad suelta.

Tabla 6. Desviación y varianza en los resultados de la densidad suelta

		Operador 1		Operador 2	
TIPO DENSIDAD	#	Peso <sub>r+mh</sub> (g)	$\gamma_{\min}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Peso <sub>r+mh</sub> (g)	$\gamma_{\min}$ (g/cm <sup>3</sup> )
SUELTA	1	378.5	1.192	381.8	1.225
	2	381.3	1.220	384.2	1.249
	3	385.7	1.264	381.4	1.221
	4	385.3	1.260	382.0	1.227
	5	386.8	1.275	384.5	1.252
	6	384.1	1.248	380.8	1.215
	7	384.3	1.250	383.8	1.245
	8	384.5	1.252	381.8	1.225
		<b>Desviación estándar</b>	0.027	<b>Desviación estándar</b>	0.014
		<b>Varianza</b>	0.0007	<b>Varianza</b>	0.0002

2. A continuación, el operador elegido deposita el material dentro del embudo y llena la cámara, teniendo especial cuidado de disponer el material de manera uniforme dentro de ésta.

### 3.5.2.2 Método de armado de densidad compacta

La densidad compacta se obtuvo llenando un molde de volumen conocido con suelo previamente secado al horno. Con el fin de obtener las diferentes densidades, se aplicaron diferentes números de golpes al molde haciendo uso de la mesa de flujo empleada para el ensayo “Fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo)” INV-E-325-07 (Instituto Nacional de Vías, 2007), (ver Fotografía 19). La metodología seguida se describe a continuación:

1. La compactación de la muestra en la mesa de flujo se realizó con una altura de caída de 0.5 cm y una velocidad de 1.67 golpes/s. Para este trabajo se hicieron series de 5, 15 y 25 golpes, para las cuales cada operador realizó tres repeticiones, dando como resultado los valores de densidad y las variaciones que se muestran en la Tabla 7 y la Tabla 8.

**Tabla 7. Resultados de la densidad compacta usando la mesa de flujo**

TIPO DENSIDAD	#	Operador 1		Operador 2	
		Peso <sub>r+mh</sub> (g)	$\gamma_{min}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Peso <sub>r+mh</sub> (g)	$\gamma_{min}$ (g/cm <sup>3</sup> )
COMPACTA 5 GOLPES	1	389.1	1.298	385.2	1.259
	2	388.5	1.292	379.8	1.205
	3	390.8	1.315	385.1	1.258
COMPACTA 15 GOLPES	1	392.4	1.331	386.5	1.272
	2	392.5	1.332	386.5	1.272
	3	394.9	1.356	388.2	1.289
COMPACTA 25 GOLPES	1	395.6	1.363	383.4	1.241
	2	396.6	1.373	387.8	1.285
	3	397.8	1.385	385.7	1.264

**Tabla 8. Variabilidad en resultados de la densidad compacta usando la mesa de flujo**

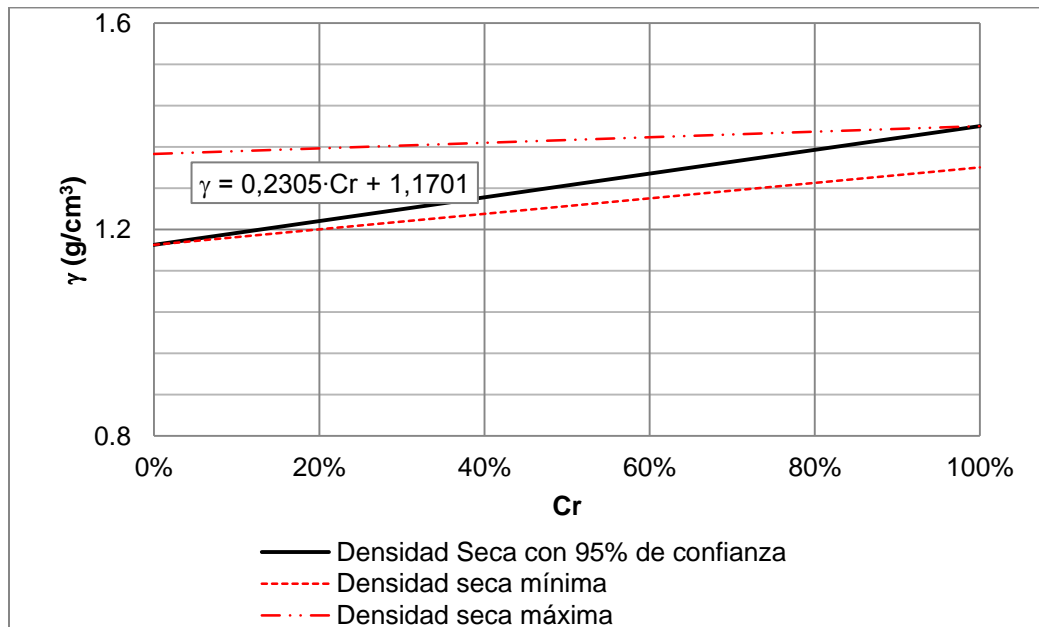
No. De golpes	Parámetro	Operador 1	Operador 2
5	Desviación estándar	0.012	0.031
	Varianza	0.00014	0.00095
15	Desviación estándar	0.014	0.010
	Varianza	0.00020	0.00010
25	Desviación estándar	0.011	0.022
	Varianza	0.00012	0.00048

A partir de los datos en la Tabla 8 se encuentra que, para el armado de la densidad compacta, hay menor variación con el operador 1.



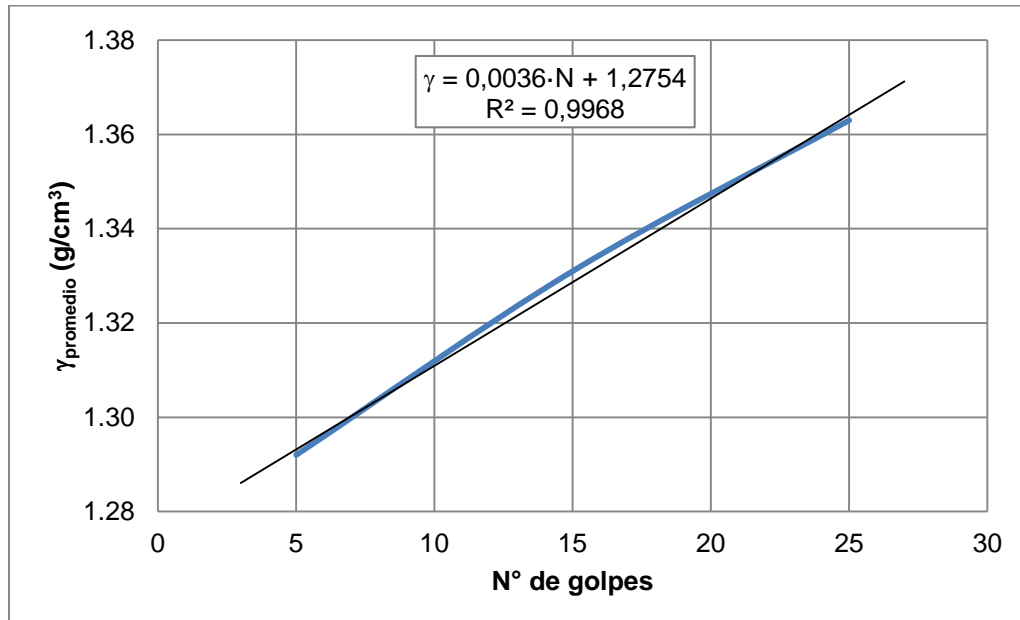
**Fotografía 19. Mesa de flujo empleada en la conformación de la densidad compacta**

2. Posteriormente se obtuvieron los valores promedios de la densidad suelta; se obtuvo la desviación estándar y se sacó el valor mínimo posible con un 95% de confianza, este valor se asumió como la compactación relativa cercana al 0% (densidad seca mínima). La cámara de corte con el material no se sujetó a la mesa de flujo, ya que por su propio peso ésta se mantiene estable durante la aplicación del número de golpes.
3. De manera semejante se obtuvo el valor promedio de la densidad compacta obtenida con 25 golpes (la cual será la máxima). A los datos obtenidos se le calculó la desviación estándar, encontrando el valor máximo posible con un 95% de confianza; este valor se asumió como la compactación relativa cercana al 100%.
4. Luego de obtener los valores de compactación, se elabora la gráfica de densidad contra compactación relativa dentro del rango de 95% de confianza (Gráfica 3), a partir de la cual se encuentra la densidad seca del material para cada compactación requerida (0%, 50% y 100%).



Gráfica 3. Curva de compactación relativa (Cr)

5. Finalmente, con los valores promedio de los pesos unitarios compactos, se obtiene el número de golpes requeridos para cada compactación relativa (ver Gráfica 4).



Gráfica 4. Número de golpes requerido para cada densidad seca

### 3.5.3 Método de humedecimiento

El método de humedecimiento consiste en la aplicación de agua por medio de un *spray*<sup>2</sup> hasta la obtención de las tres humedades propuestas: humedad natural, saturación del 50%, y saturación del 100%. Los pasos llevados a cabo se explican a continuación:

<sup>2</sup> Según la Real Academia de la Lengua Española RAE, son igualmente válidos los términos *espray* y *spray*.

1. Selección del material. En la Fotografía 20 se observa el material utilizado.



**Fotografía 20. Muestra de material con la granulometría definida previamente**

2. El procedimiento se inicia con el armado de la muestra en cuatro capas. Después de conformar la primera capa se realiza la aplicación de un determinado número de sprays (5, 8, 10 y 15 sprays). En la Fotografía 21 y la Fotografía 22 se observan los materiales empleados en la calibración y armado de la primera capa.



**Fotografía 21. Muestra de material, agua y cámara de corte**



**Fotografía 22. Armado de la primera capa de material**

3. Luego de humedecer cada capa, y de manera que el agua quede distribuida uniformemente, se pesa el recipiente contenedor del agua, con el fin de que al final de las cuatro capas se obtenga la cantidad de agua añadida por capa y la humedad que ésta representa en la muestra. De la Fotografía 23 a la Fotografía 25 se observa la disposición de cada capa.



**Fotografía 23. Armado de la segunda capa de material**

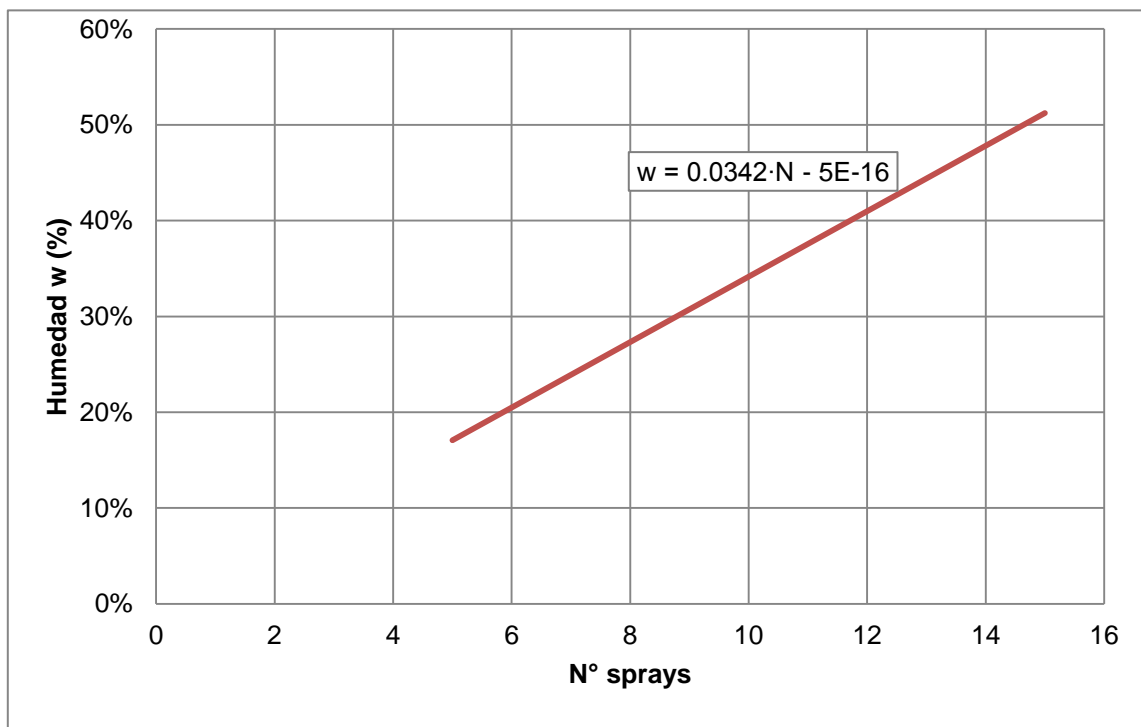


**Fotografía 24. Armado de la tercera capa de material**



Fotografía 25. Armado de la cuarta capa de material

- Finalmente, se relaciona el número de sprays requeridos para alcanzar las distintas condiciones de humedad (Gráfica 5).



Gráfica 5. Número de sprays requeridos para alcanzar cierta humedad

### 3.6 Procedimiento de ensayo

Después de haber calibrado los métodos propuestos se continuó con la conformación de las muestras en las diferentes condiciones requeridas de



humedad (seca, natural, saturación del 50%, y saturación del 100%), y de densidad (densidad suelta, compacidad del 50%, y compacidad del 100%), cuyas combinaciones se desean evaluar para determinar la variación de los parámetros de resistencia, cohesión y ángulo de fricción.

### 3.6.1 Selección de los parámetros de ensayo

La selección de los parámetros de esfuerzo y velocidad requeridos en el ensayo de corte directo se explica a continuación:

#### 3.6.1.1 Esfuerzo normal aplicado

Considerando que la altura del talud objeto de estudio es de trece metros aproximadamente, y la densidad promedio con la que se va a trabajar el material es de  $1.48 \text{ ton/m}^2$ , se considera que el talud puede estar sujeto a un esfuerzo de  $19.2 \text{ ton/m}^2$  ( $1.92 \text{ kg/cm}^2$ ). Por lo anterior se eligió tomar como valor del esfuerzo más alto  $2 \text{ kg/cm}^2$ , y se eligieron 3 valores menores de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.4 \text{ kg/cm}^2$  y  $0.8 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo así cuatro esfuerzos en cada ensayo de corte realizado. En el desarrollo del ensayo de corte directo, se identificó cada esfuerzo con números del 1 al 4 colocados después del código de la muestra, ver Tabla 9.

**Tabla 9. Codificación del esfuerzo aplicado en el ensayo de corte**

<b>Esfuerzo</b>	<b>Código esfuerzo</b>	<b>Ejemplo código esfuerzo muestra MS-DS</b>
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>		
0.2	1	MS-DS-1
0.4	2	MS-DS-2
0.8	3	MS-DS-3
2.0	4	MS-DS-4

#### 3.6.1.2 Velocidad de ensayo

Para el material seco y la humedad natural se hicieron ensayos no consolidados no drenados (UU) a una velocidad de ensayo de  $0.5 \text{ mm/min}$ , la cual se seleccionó de valores comunes de velocidad de ensayo en arcillas ( $0.35$  a  $0.45 \text{ mm/min}$ ) y en arenas sueltas ( $0.55$  a  $2 \text{ mm/min}$ ) (Pacheco) . Para los ensayos con el material

---

saturado al 50% y al 100% se hicieron ensayos consolidados drenados (CD) y se escogió la menor velocidad comúnmente usada en arcillas (Bro et al.), la cual corresponde a 0.35 mm/min.

Se llevó a cabo una prueba de consolidación en el equipo de corte (ver Fotografía 26), para verificar la elección de velocidad de ensayo para los ensayos UU.



**Fotografía 26. Prueba de consolidación en el equipo de corte**

La Gráfica 6 muestra la curva de consolidación de Taylor del material, esta curva se realizó siguiendo el procedimiento de la norma INV-E-151-07 “Consolidación unidimensional de los suelos” (Instituto Nacional de Vías, 2007). Luego de acuerdo a la formulación presentado en la norma INV-E-154-07 “Determinación de la resistencia al corte Método de corte directo” (Instituto Nacional de Vías, 2007), a partir de la cual se obtuvo un tiempo de falla de 23.8 minutos a una velocidad de ensayo de 0.504 mm/min (ver Tabla 10).

$$t_f = 50 \cdot t_{50}$$

**Ecuación 3**

Dónde:

- $t_f$  : Tiempo calculado para la falla.
- $t_{50}$  : Tiempo requerido por la muestra para lograr el 50% de consolidación bajo la fuerza normal.

$$v_c = \frac{d_f}{t_f}$$

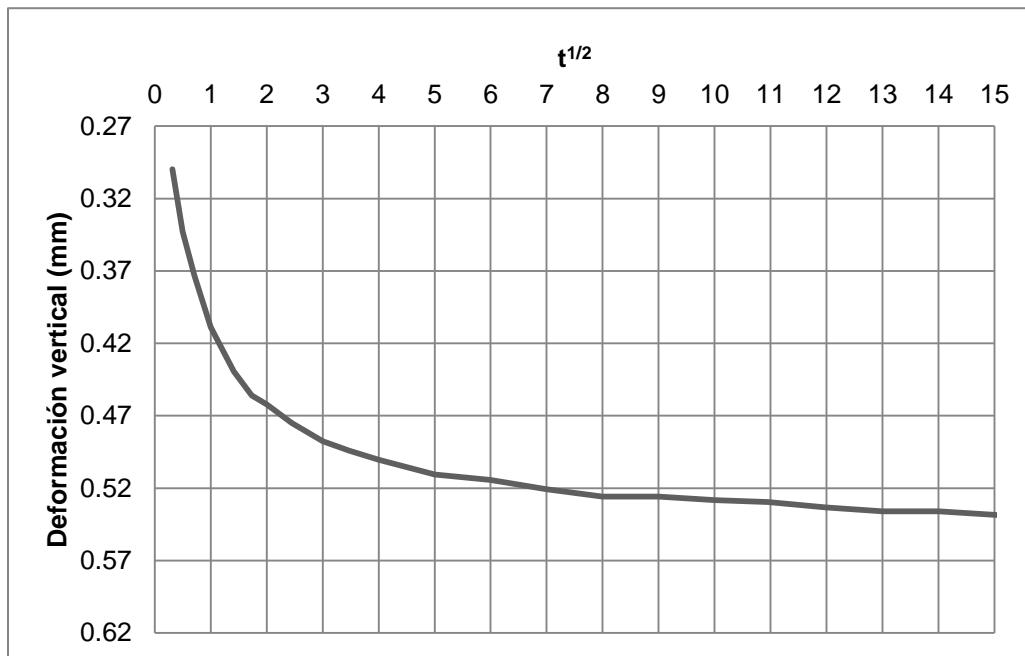
Ecuación 4

Dónde:

- $d_f$  : La norma recomienda utilizar 12mm para suelos normalmente consolidado.

Tabla 10. Valores obtenidos del ensayo de consolidación

<b>t<sub>90</sub> (min)</b>	5,760
<b>t<sub>50</sub> (min)</b>	0,476
<b>t<sub>f</sub> (min)</b>	23,805
<b>V<sub>c</sub> (mm/min)</b>	0,504



Gráfica 6. Curva de consolidación - Método de Taylor

### 3.7 Descripción de las características de cada ensayo

Las tres condiciones de densidad, y las cuatro de humedad, se consiguieron conformando los doce tipos de muestras relacionadas en la Tabla 11.

**Tabla 11. Identificación de los diferentes tipos de muestra**

Muestra #	ID Muestra	Condición de	
		Humedad	Compacidad
1	MS-DS	seca	Suelta
2	MS-C50		AI 50%
3	MS-C100		AI 100%
4	HN-DS	Natural	Suelta
5	HN-C50		AI 50%
6	HN-C100		AI 100%
7	S50-DS	AI 50%	Suelta
8	S50-C50		AI 50%
9	S50-C100		AI 100%
10	S100-DS	AI 100%	Suelta
11	S100-C50		AI 50%
12	S100-C100		AI 100%

A continuación, en la Tabla 12, se muestran las características de cada uno de los ensayos. La humedad para los materiales saturados al 50% y 100% se obtuvo mediante relaciones de fase usando la gravedad específica del material; el peso unitario seco  $\gamma_d$  se obtuvo de la Gráfica 3; el peso unitario total  $\gamma_t$  se calculó a partir de la humedad  $w$  y el  $\gamma_d$ ; el número de golpes se obtuvo de la Gráfica 4; y el número de sprays se obtuvo de la Gráfica 5. Todo el material se secó en el horno a 60° C durante 24 horas; después se separó en los 4 tamices elegidos, y de acuerdo a los porcentajes obtenidos en la Tabla 5 y conociendo el  $\gamma_d$  requerido, se calcularon los pesos necesarios de cada fracción del material.

**Tabla 12. Características de cada ensayo**

	w	$\gamma_t$	$\gamma_d$	Golpes	N° sprays	Tipo de ensayo	Velocidad
	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(número)	(número)		(mm/min)
<b>MS-DS</b>	0%	1.17	1.17	0	0	UU	0.50
<b>MS-C50</b>	0%	1.29	1.29	3	0	UU	0.50
<b>MS-C100</b>	0%	1.40	1.40	35	0	UU	0.50
<b>HN-DS</b>	15%	1.35	1.17	0	4	UU	0.50
<b>HN-C50</b>	15%	1.48	1.29	3	4	UU	0.50
<b>HN-C100</b>	15%	1.61	1.40	35	4	UU	0.50
<b>S50-DS</b>	22%	1.42	1.17	0	6	CD	0.35
<b>S50-C50</b>	18%	1.51	1.29	3	5	CD	0.35
<b>S50-C5100</b>	15%	1.61	1.40	35	4	CD	0.35
<b>S100-DS</b>	43%	1.68	1.17	0	13	CD	0.35
<b>S100-C50</b>	35%	1.74	1.29	3	10	CD	0.35
<b>S100-C100</b>	29%	1.81	1.40	35	9	CD	0.35



## 4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Caracterización del material

La gravedad específica del material se obtuvo con material pasa Tamiz #10, de manera que no es ponderada y fue de 2.35, y sus límites líquido y plástico son iguales a 80% y 20%, respectivamente (ver Tabla 13). De acuerdo a los ensayos descritos en el numeral 3.4, se obtuvo que el material inicialmente estaba compuesto en un 66% por arenas, 27% de gravas, y 8% de partículas finas. Luego de ser compactado el material, su granulometría cambió a 90% arenas, 9% gravas y 1% finos (ver Tabla 14).

**Tabla 13 Resultados de límites líquido y plástico**

Parámetro	Valor
LL	80%
LP	20%
IP	60%

**Tabla 14. Comparación resultado granulometrías**

Granulometría 1		Granulometría 3	
% Gravas	27%	% Gravas	9%
% Arenas	66%	% Arenas	99%
% Finos	8%	% Finos	1%
D <sub>10</sub> (mm)	0.88	D <sub>10</sub> (mm)	0.30
D <sub>30</sub> (mm)	1.00	D <sub>30</sub> (mm)	1.60
D <sub>60</sub> (mm)	2.5	D <sub>60</sub> (mm)	2.10
C <sub>U</sub>	2.84	C <sub>U</sub>	7.00
C <sub>C</sub>	0.45	C <sub>C</sub>	4.06

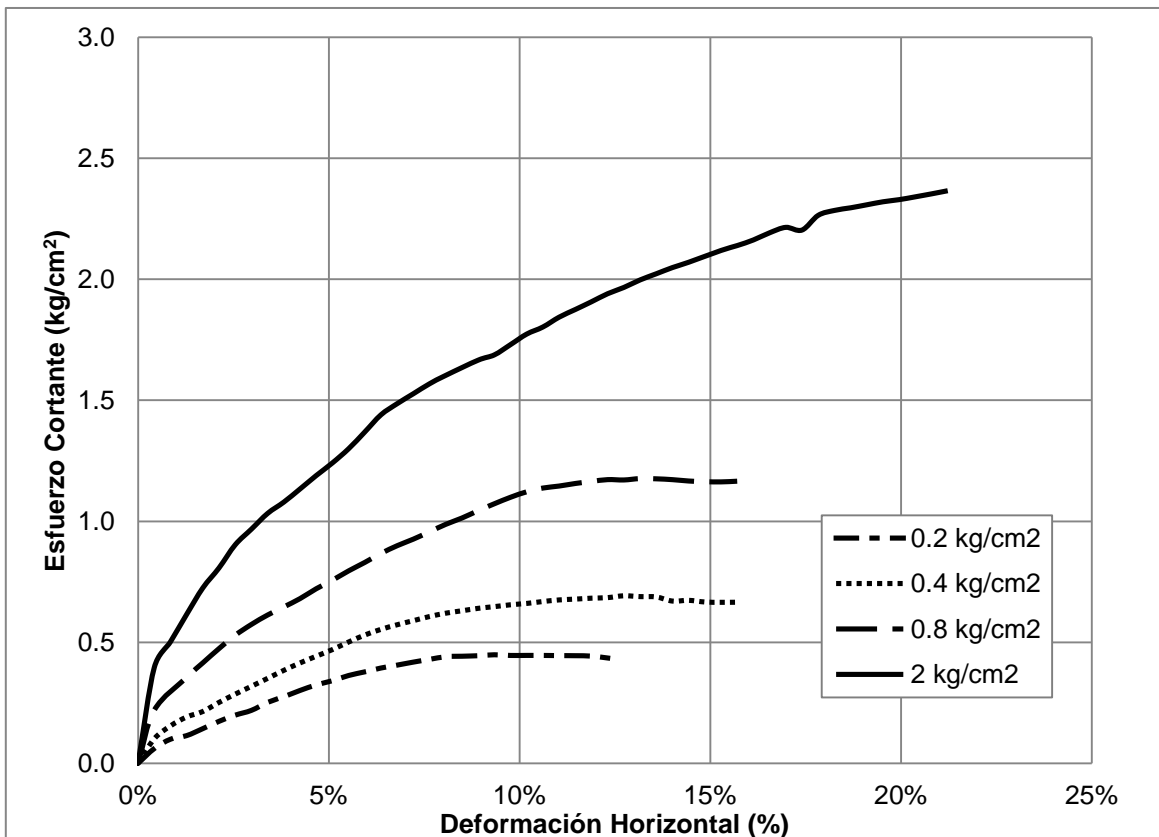
De acuerdo a la clasificación USCS, el material califica como arena arcillosa pobremente gradada (SP-SC); y de acuerdo a la clasificación de la AASHTO el material se clasifica como A-2-7 (0).

## 4.2 Ensayos de corte directo

Después de haber realizado los diferentes ensayos de corte directo, y considerando las condiciones explicadas en los numerales 3.6 y 3.7, se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación.

### 4.2.1 Muestra seca con densidad suelta (MS-DS)

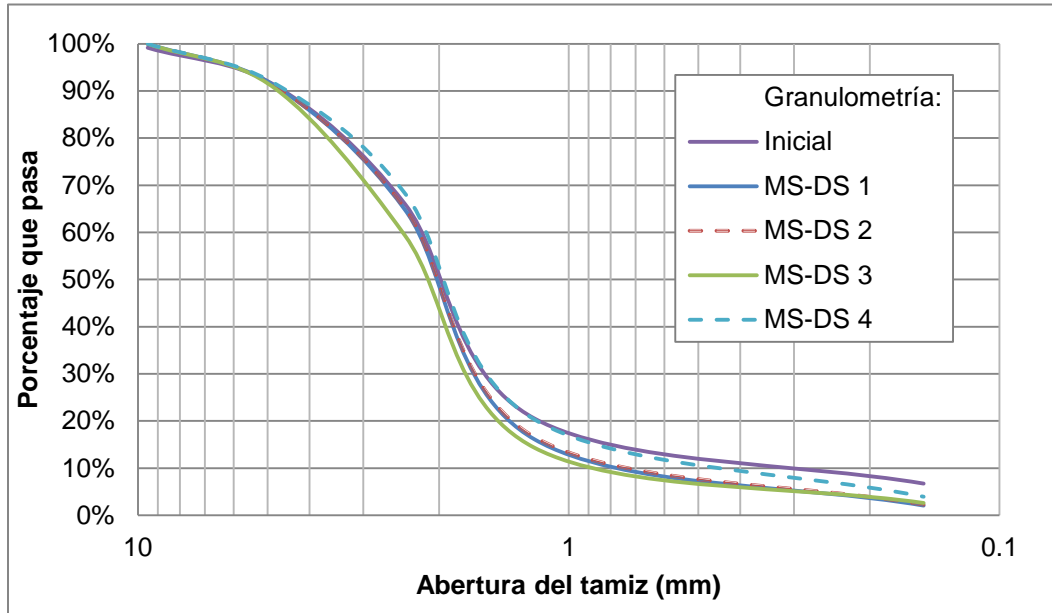
En la Gráfica 7 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



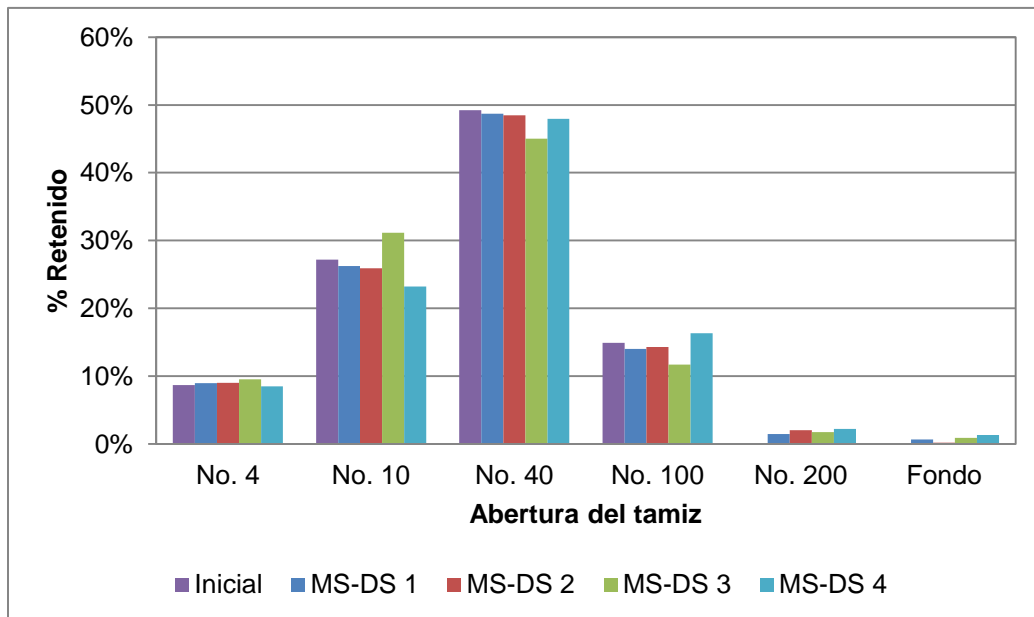
Gráfica 7. Esfuerzo vs Deformación de las muestras MS-DS



A continuación, en la Gráfica 8 y Gráfica 9, se muestra el cambio en la granulometría del material debido a las diferentes condiciones de esfuerzo (de acuerdo con la codificación presentada en la Tabla 9).



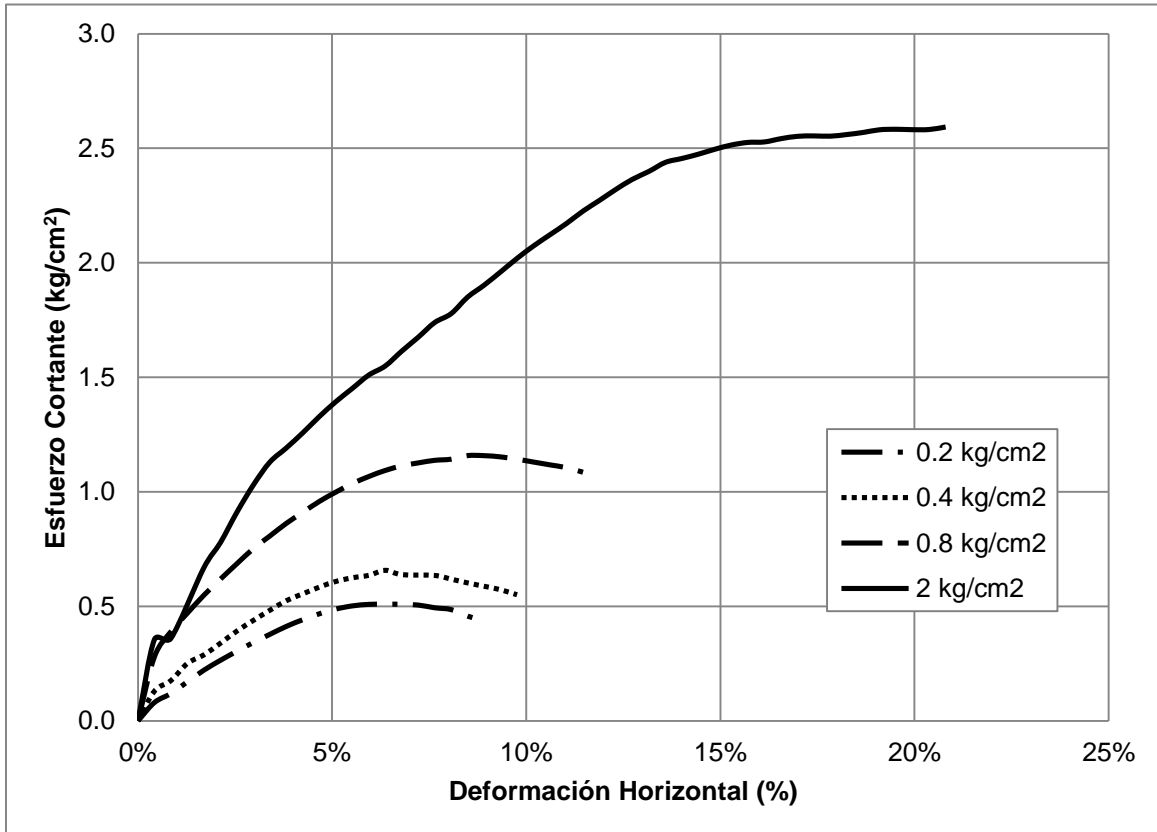
**Gráfica 8. Curva granulométrica de las muestras MS-DS comparada con la granulometría inicial**



**Gráfica 9. Comparación de porcentaje retenido de cada muestra MS-DS y la granulometría inicial**

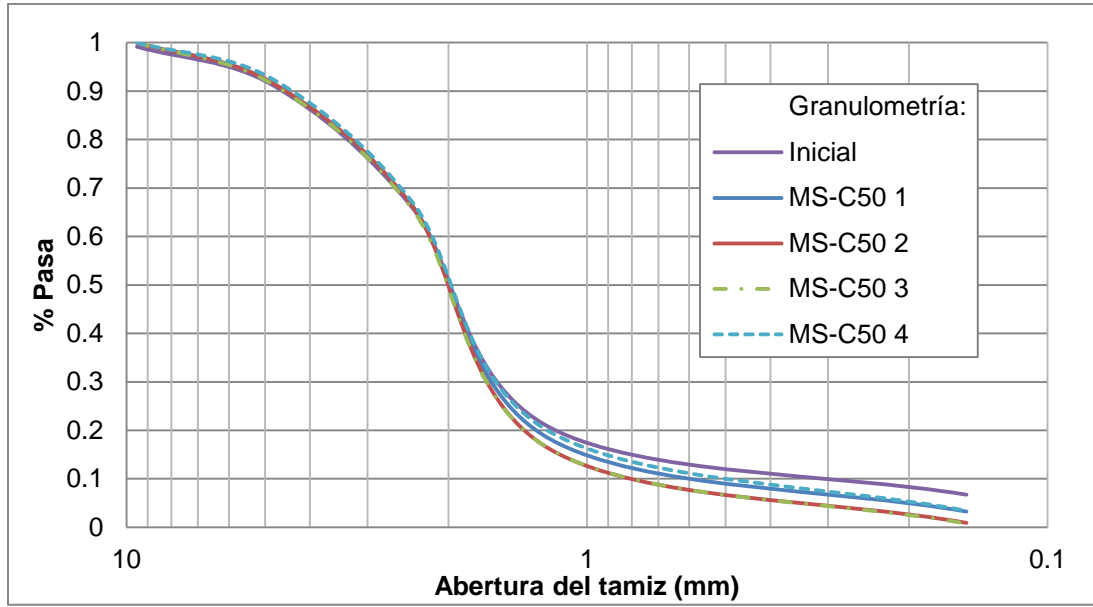
#### 4.2.2 Muestra seca con compacidad del 50% (MS-C50)

En la Gráfica 10 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.

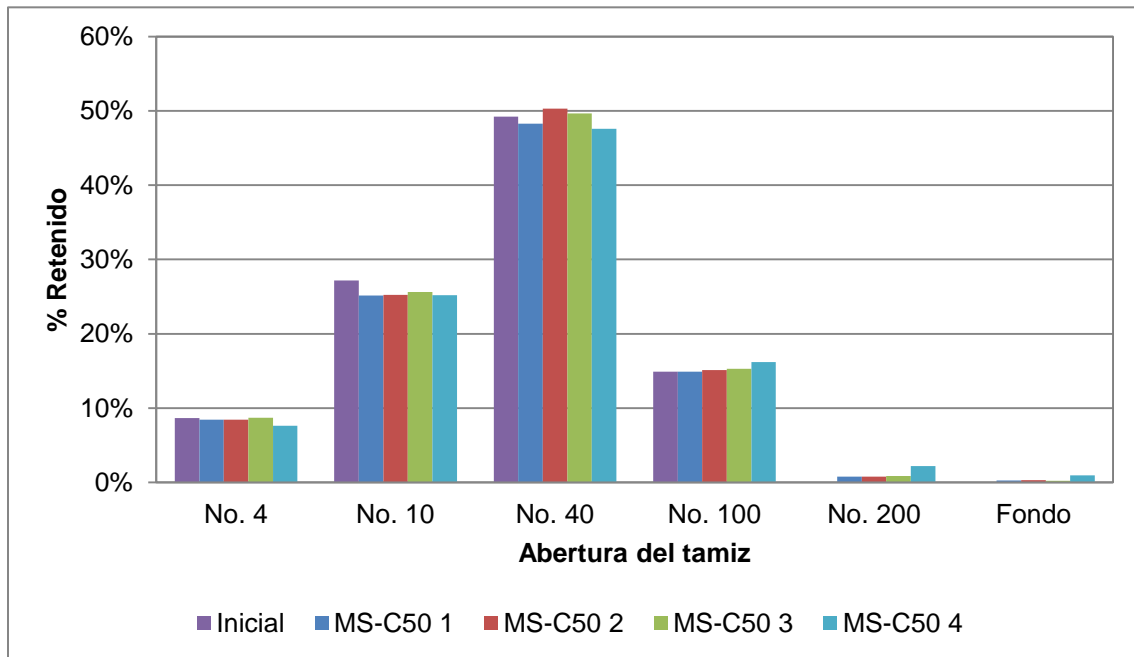


Gráfica 10. Esfuerzo vs Deformación de las muestras MS-C50

A continuación, en la Gráfica 11 y Gráfica 12, se muestra el cambio en la granulometría del material debido a las diferentes condiciones de esfuerzo (de acuerdo con la codificación presentada en la Tabla 9).



Gráfica 11. Curva granulométrica de las muestras MS-C50 comparada con la granulometría inicial

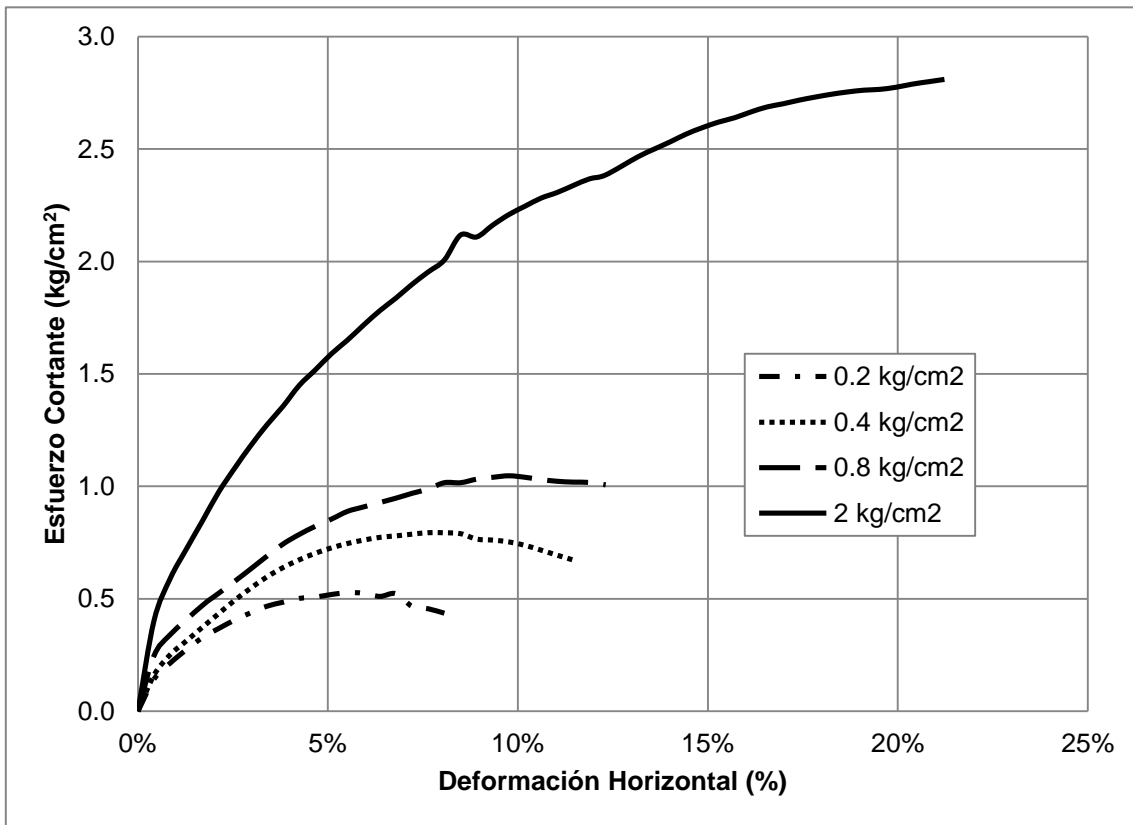


Gráfica 12. Comparación de porcentaje retenido de cada muestra MS-C50 y la granulometría inicial

#### 4.2.3 Muestra seca con compacidad del 100% (MS-C100)

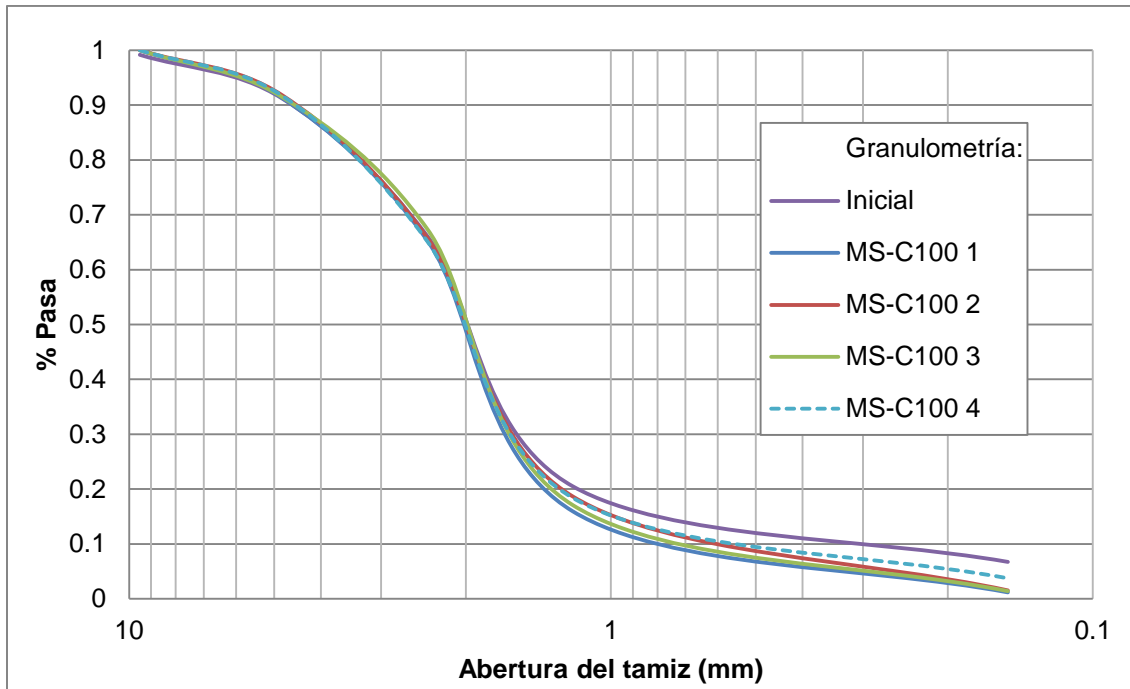
En la Gráfica 13 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se

presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.

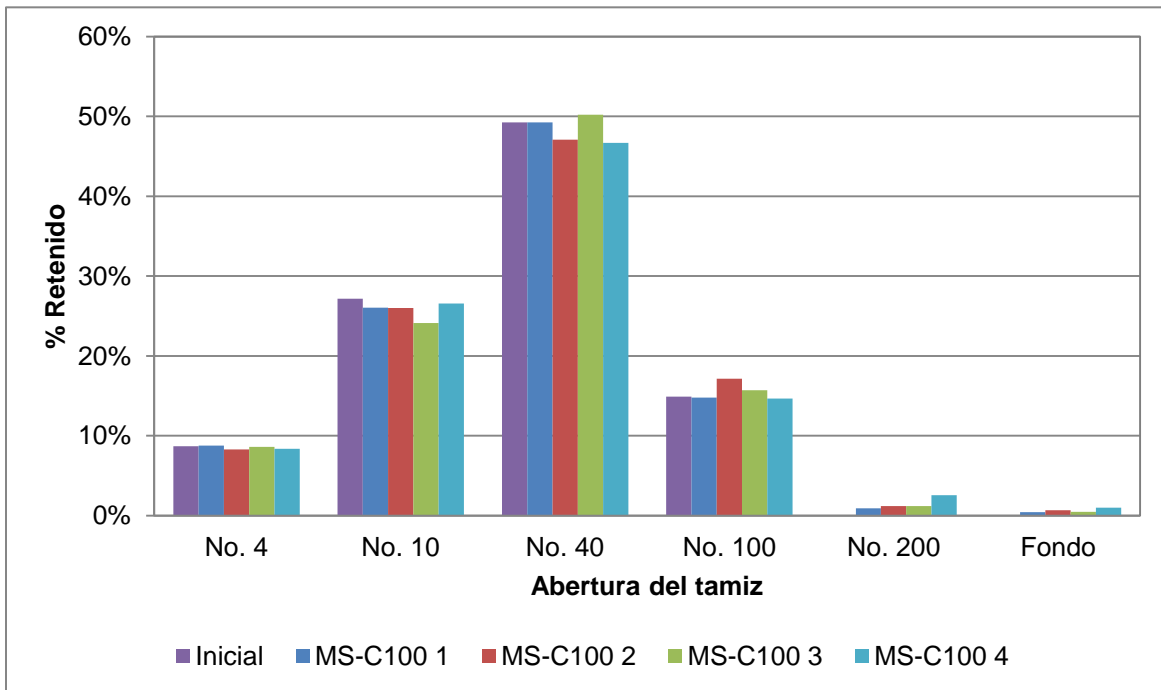


**Gráfica 13. Esfuerzo vs Deformación de las muestras MS-C100**

A continuación, en la Gráfica 14 y Gráfica 15, se muestra el cambio en la granulometría del material debido a las diferentes condiciones de esfuerzo (de acuerdo con la codificación presentada en la Tabla 9).



Gráfica 14. Curva granulométrica de las muestras MS-C100 comparada con la granulometría inicial



Gráfica 15. Comparación de porcentaje retenido de cada muestra MS-C100 y la granulometría inicial

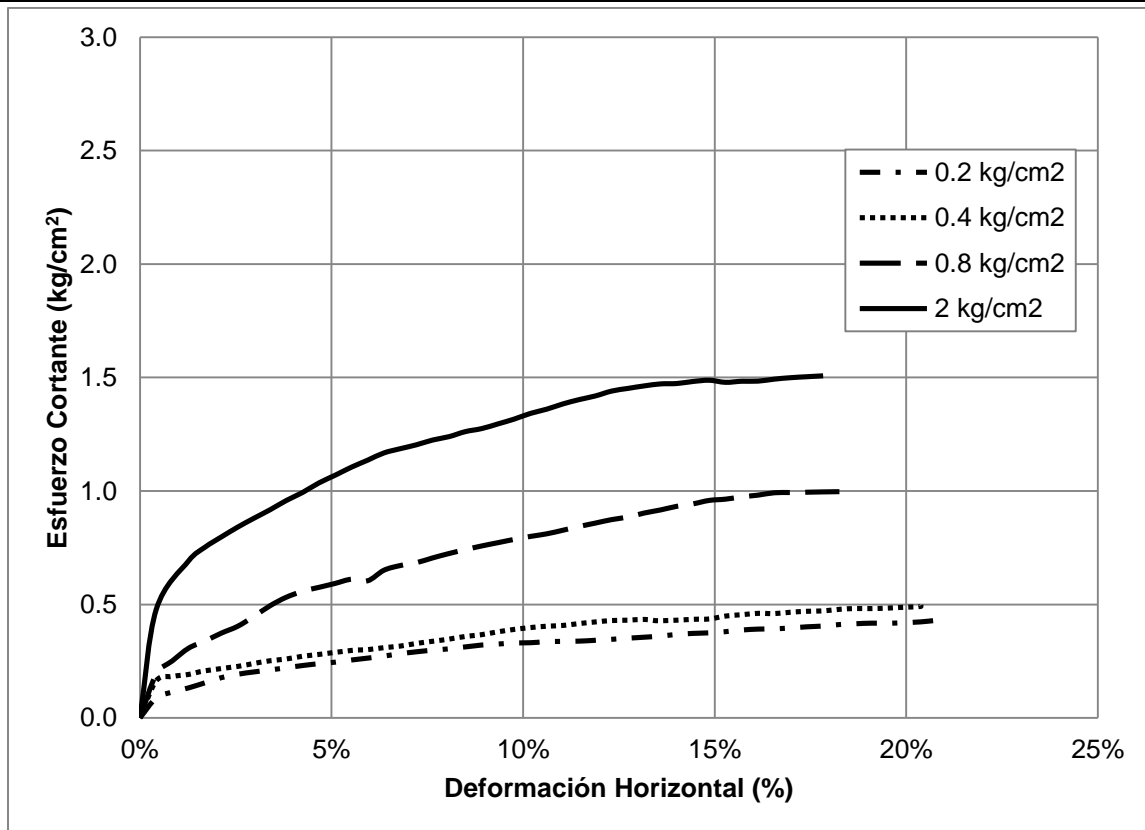
---

#### 4.2.4 Muestra con humedad natural con densidad suelta (HN-DS)

En la Gráfica 16 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia. Para estas muestras, y todas las siguientes, no se realizó el análisis granulométrico después de ser ensayadas a corte, debido a que por su condición de humedad al final del ensayo, su consistencia no permitía pasar la muestra por los tamices; y si eran secadas al horno, su condición final no sería representativa para este tipo de análisis (ver Fotografía 27).



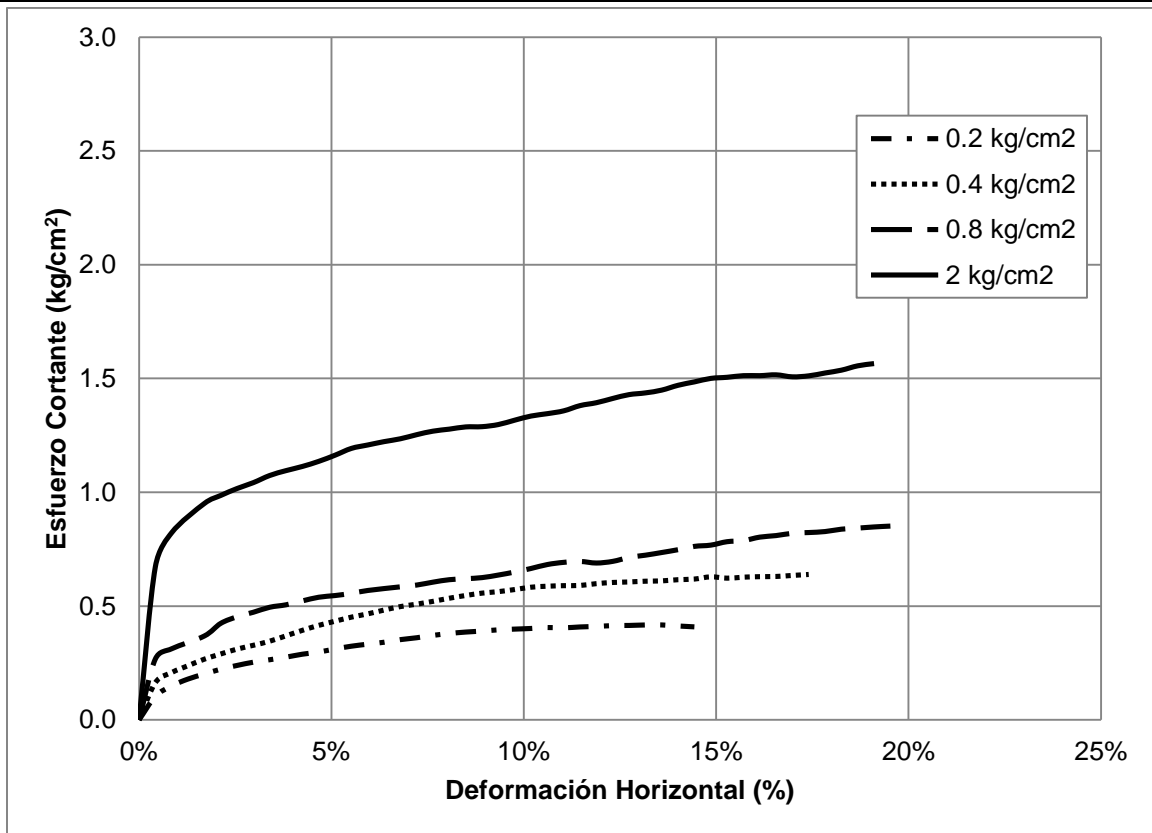
**Fotografía 27. Muestra húmeda después del ensayo y secada al horno**



Gráfica 16. Esfuerzo vs Deformación de las muestras HN-DS

#### 4.2.5 Muestra con humedad natural con compacidad del 50% (HN-C50)

En la Gráfica 17 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.

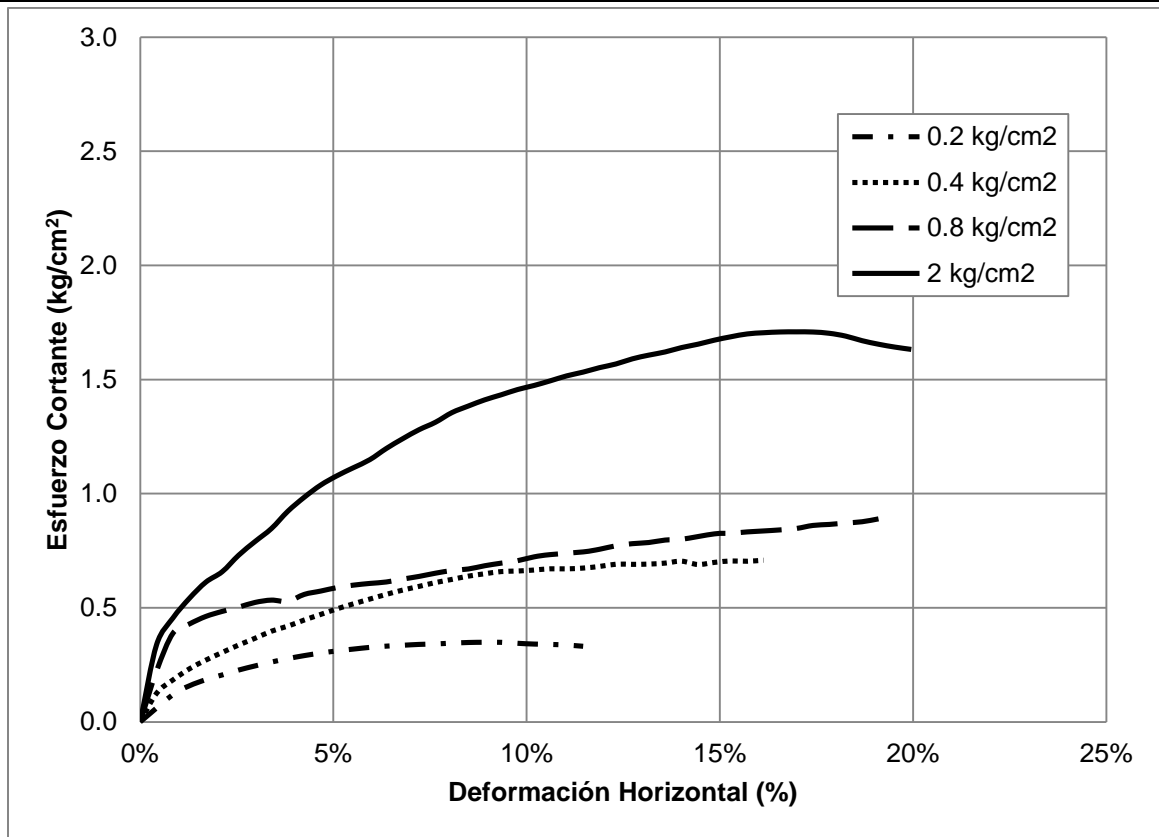


Gráfica 17. Esfuerzo vs Deformación de las muestras HN-C50

#### 4.2.6 Muestra con humedad natural con compacidad del 100% (HN-C100)

En la Gráfica 18 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.

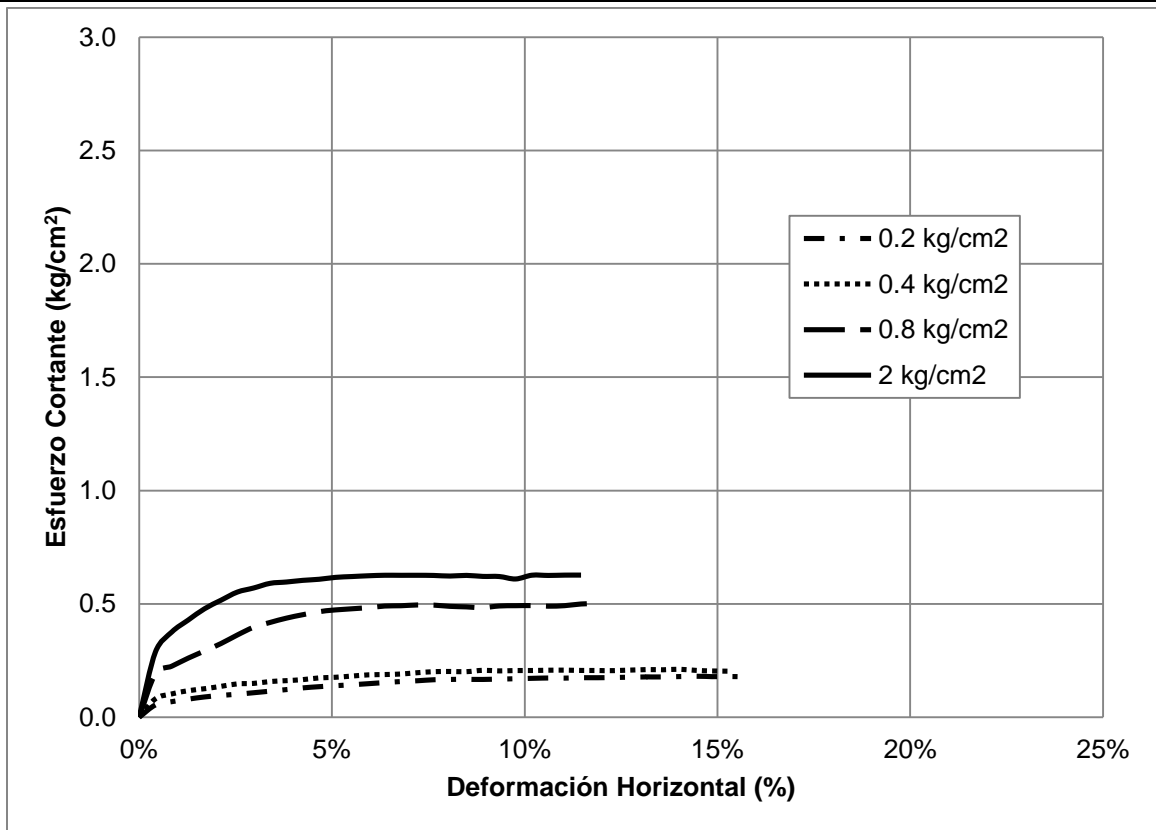




Gráfica 18. Esfuerzo vs Deformación de las muestras HN-C100

#### 4.2.7 Muestra saturada al 50% con densidad suelta (S50-DS)

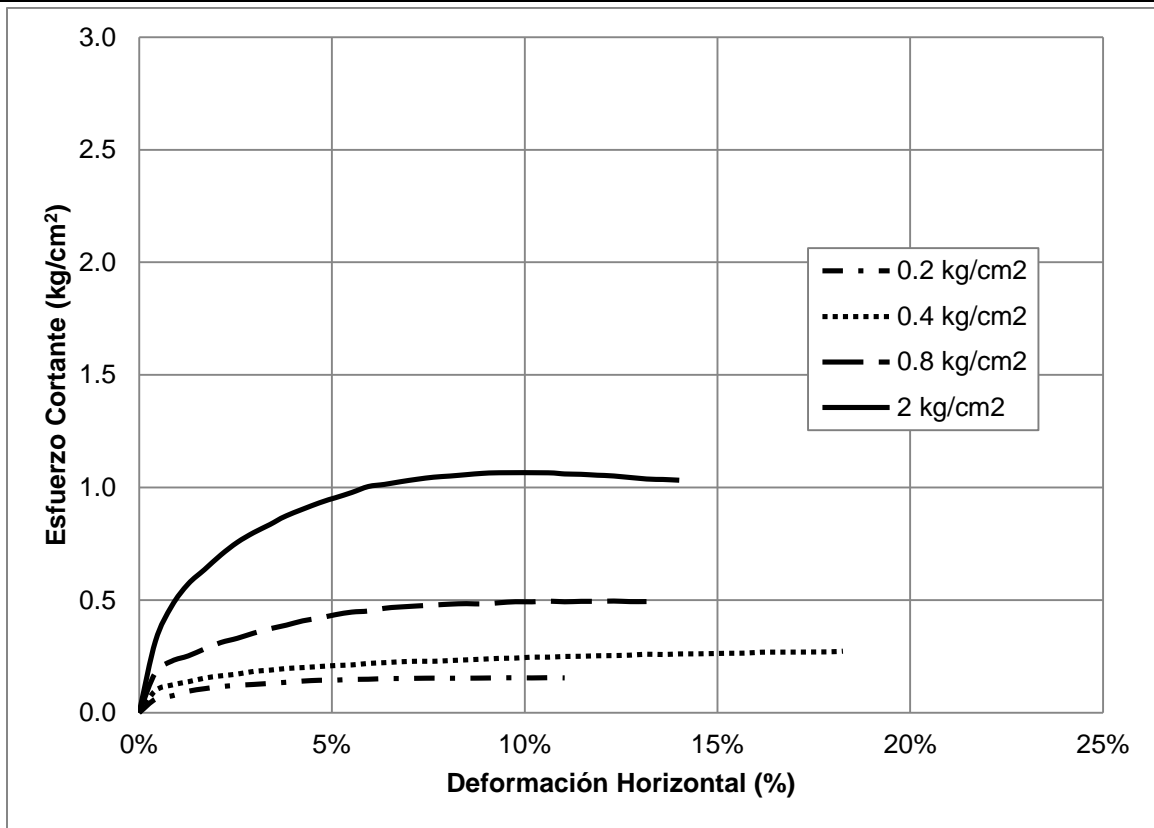
En la Gráfica 19 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



Gráfica 19. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S50-DS

#### 4.2.8 Muestra saturada al 50% con compacidad del 50% (S50-C50)

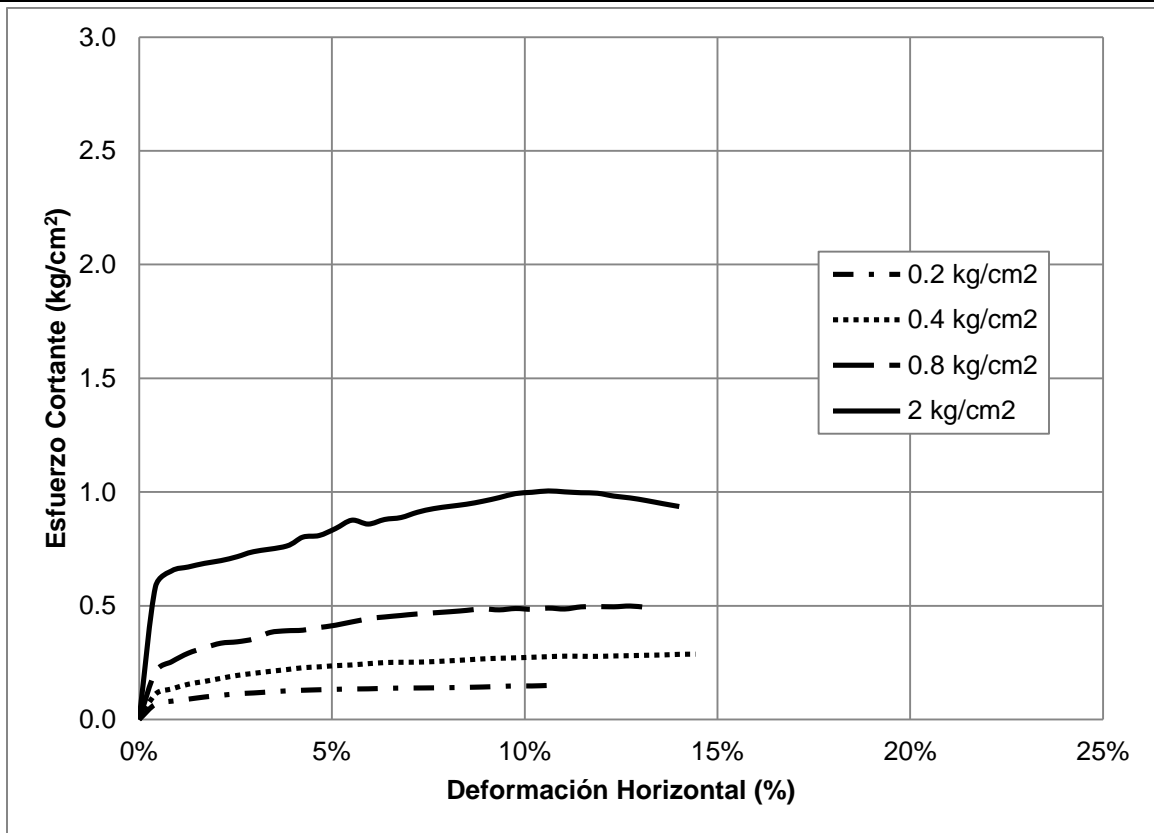
En la Gráfica 20 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



Gráfica 20. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S50-C50

#### 4.2.9 Muestra saturada al 50% con compacidad del 100% (S50-C100)

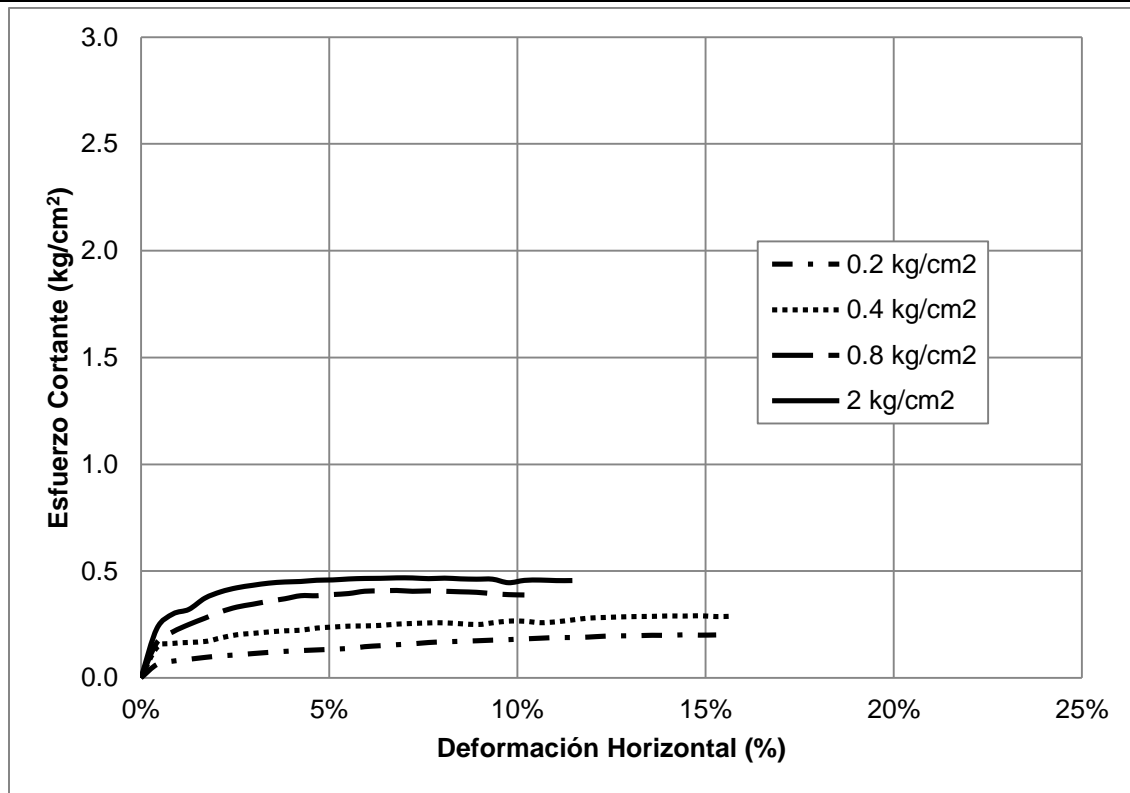
En la Gráfica 21 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



Gráfica 21. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S50-C100

#### 4.2.10 Muestra saturada al 100% con densidad suelta (S100-DS)

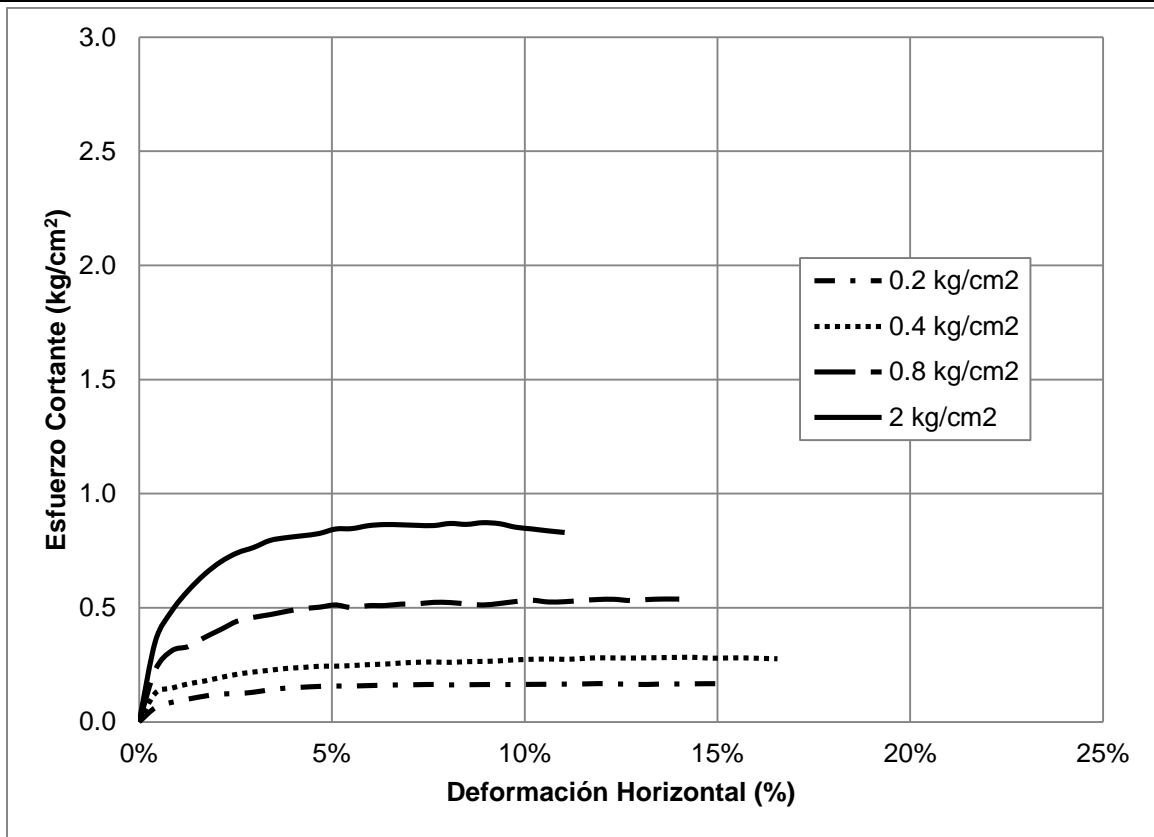
En la Gráfica 22 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



Gráfica 22. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S100-DS

#### 4.2.11 Muestra saturada al 100% con compacidad del 50% (S100-C50)

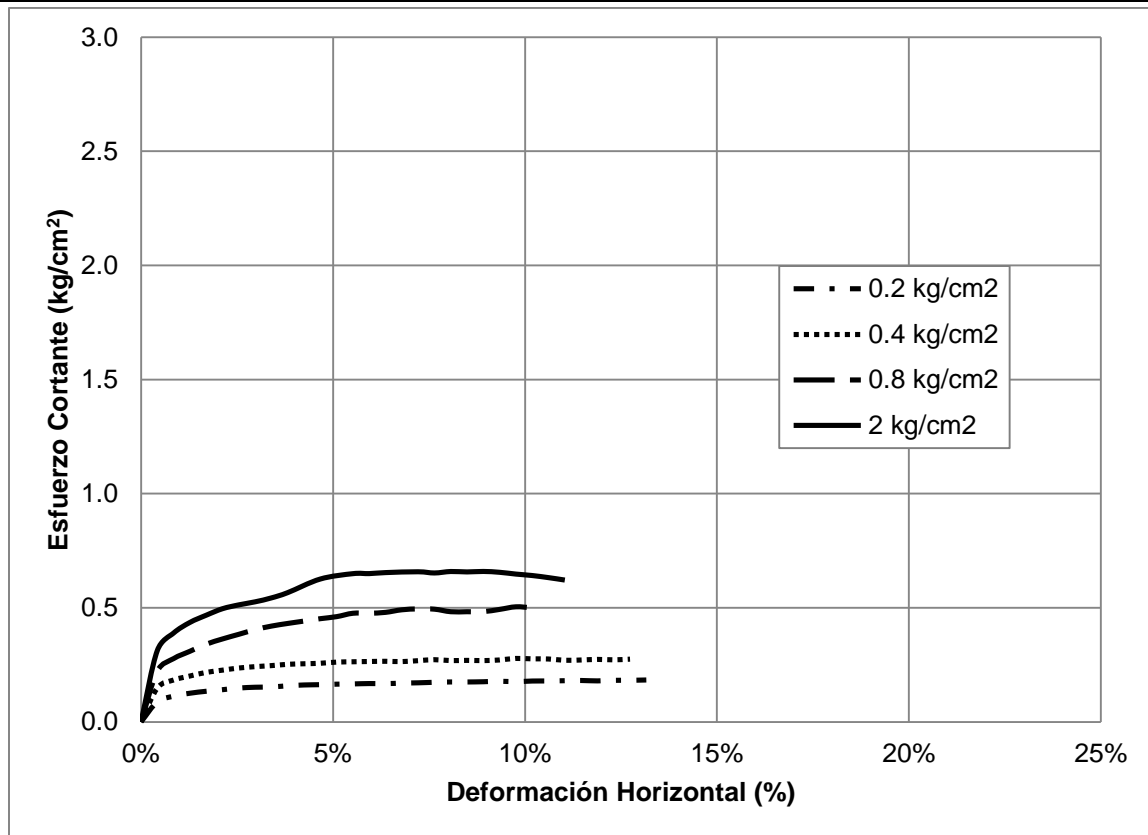
En la Gráfica 23 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



Gráfica 23. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S100-C50

#### 4.2.12 Muestra saturada al 100% con compacidad del 100% (S100-C100)

En la Gráfica 24 se observa la curva de esfuerzo - deformación, obtenida al ensayar las cuatro muestras a diferente esfuerzo normal  $\sigma$ . En el ANEXO B se presentan los resultados del ensayo de corte para esta muestra, incluyendo deformación vertical y envolventes de resistencia.



Gráfica 24. Esfuerzo vs Deformación de las muestras S100-C100

#### 4.3 Resumen de resultados

En la Tabla 15 están resumidos los valores de resistencia máxima de cada uno de los ensayos, y el valor de la deformación para cada esfuerzo.

Tabla 15. Datos de los esfuerzos normal y cortante y la deformación horizontal

Muestra	Resistencia máxima		
	Esfuerzo Normal (kg/ cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/ cm <sup>2</sup> )	Deformación horizontal (%)
MS-DS	0.22	0.45	0.09
	0.45	0.69	0.13
	0.94	1.17	0.12
	2.44	2.28	0.18
MS-C50	0.21	0.51	0.06
	0.42	0.66	0.06
	0.90	1.16	0.08

Muestra	Resistencia máxima		
	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante	Deformación horizontal
	(kg/ cm <sup>2</sup> )	(kg/ cm <sup>2</sup> )	(%)
	2.35	2.51	0.15
MS-C100	0.21	0.53	0.06
	0.42	0.79	0.08
	0.93	1.05	0.10
	2.42	2.72	0.17
HN-DS	0.25	0.43	0.21
	0.49	0.50	0.20
	0.99	0.99	0.17
	2.31	1.47	0.14
HN-C50	0.23	0.41	0.12
	0.46	0.63	0.15
	1.02	0.85	0.19
	2.34	1.50	0.15
HN- C100	0.22	0.35	0.08
	0.44	0.69	0.12
	1.02	0.89	0.19
	2.37	1.70	0.16
S50-DS	0.22	0.17	0.11
	0.43	0.21	0.09
	0.89	0.50	0.07
	2.12	0.62	0.06
S50-C50	0.21	0.15	0.06
	0.45	0.26	0.13
	0.92	0.49	0.10
	2.19	1.06	0.09
S50-C100	0.23	0.15	0.11
	0.44	0.28	0.11
	0.91	0.49	0.09
	2.23	1.00	0.11
S100-DS	0.23	0.20	0.14
	0.45	0.29	0.13
	0.88	0.41	0.06
	2.12	0.47	0.06
S100-C50	0.22	0.16	0.08
	0.44	0.28	0.12
	0.87	0.51	0.05
	2.13	0.86	0.06



Muestra	Resistencia máxima		
	Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante	Deformación horizontal
	(kg/ cm <sup>2</sup> )	(kg/ cm <sup>2</sup> )	(%)
S100-C100	0.22	0.18	0.09
	0.42	0.27	0.08
	0.89	0.49	0.07
	2.11	0.65	0.06

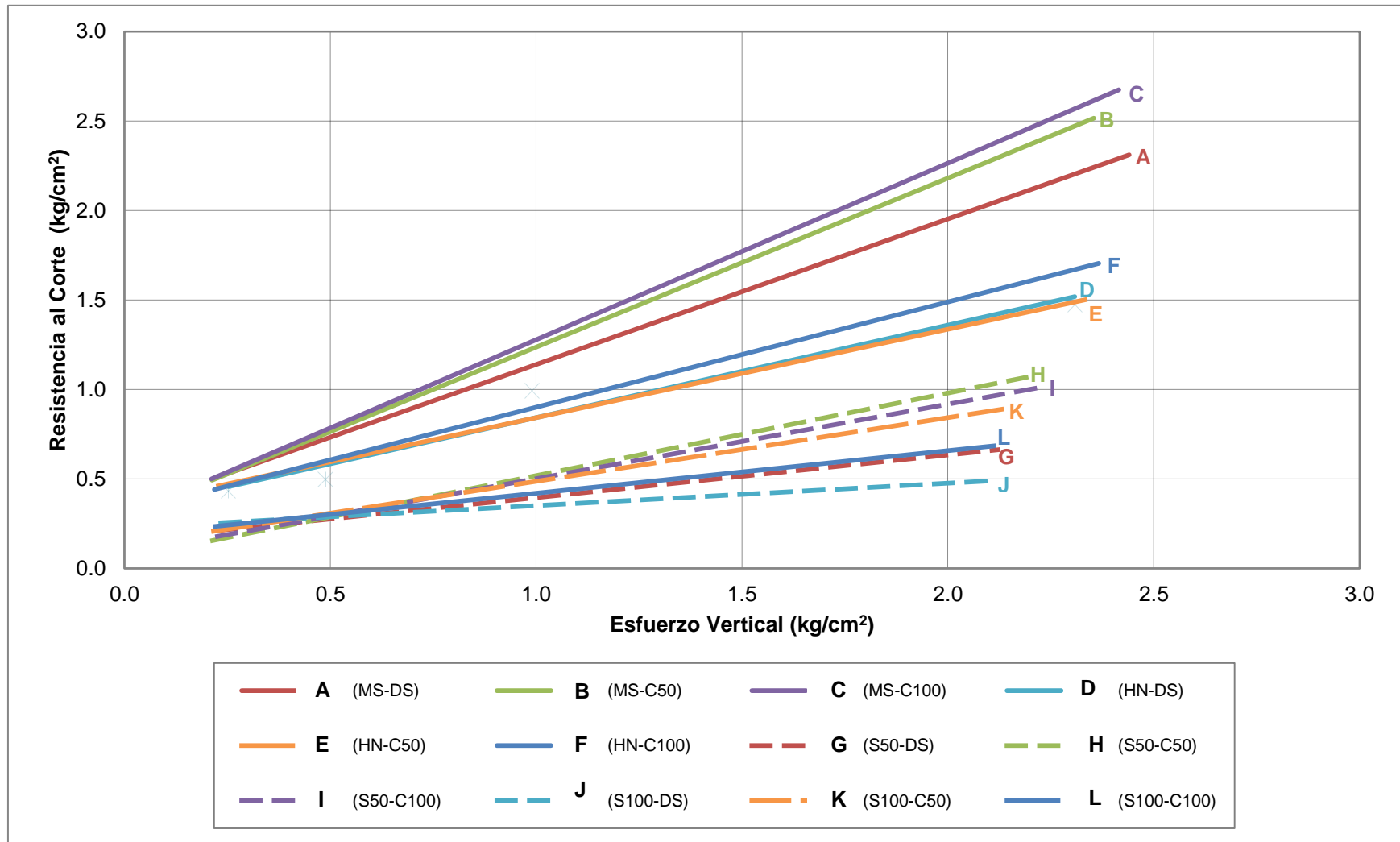
En la Tabla 16, se observa la deformación horizontal promedio que alcanzaron las muestras en los diferentes estados de humedad y de compacidad.

**Tabla 16. Deformación Horizontal promedio de las muestras ensayadas a corte directo**

		Deformación horizontal (%)
<b>Condición de Humedad</b>	Muestras secas	0.11
	Humedad natural	0.16
	Saturación 50%	0.09
	Saturación 100%	0.08
<b>Condición de Compacidad</b>	Muestras sueltas	0.12
	Compacidad 50%	0.10
	Compacidad 100%	0.10

A continuación, en la Gráfica 25, se muestran las envolventes de resistencia máxima de cada ensayo, de las cuales se obtuvieron los valores de cohesión  $C$  y de ángulo de fricción  $\phi$  para todas las muestras ensayadas.

En la Tabla 17 se muestran los valores de  $C$  y  $\phi$  obtenidos de cada ensayo, acompañados de los parámetros variables.

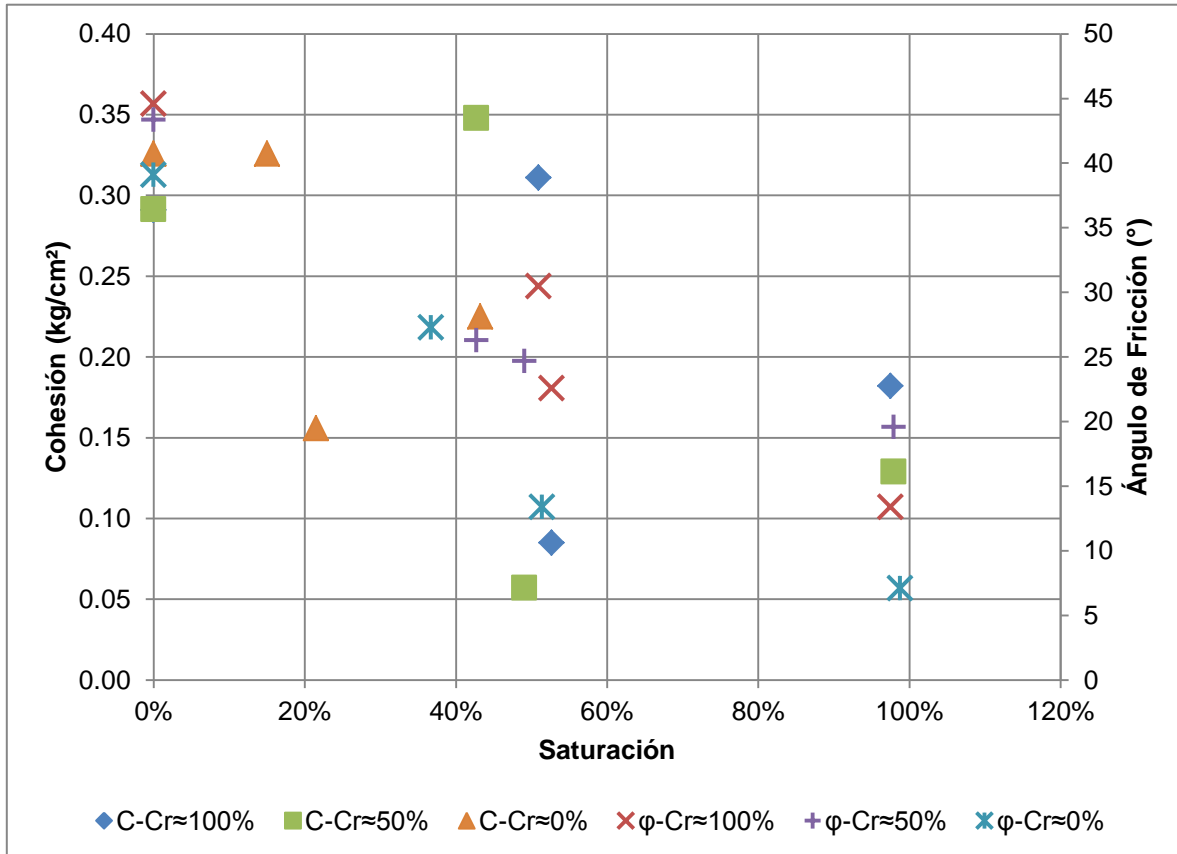


Gráfica 25. Envoltentes de resistencia máxima

**Tabla 17. Resultados de los valores de C y  $\phi$  obtenidos de cada ensayo**

Muestra	w teórica	w real	S	$\gamma_t$	Velocidad de ensayo	Resistencia Máxima	
	(%)	(%)	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )		$\phi$	C
						(°)	(kg/cm <sup>2</sup> )
MS-DS	0%	0%	0%	1.17	0.50	39.10	0.33
MS-C50	0%	0%	0%	<b>1.29</b>	0.50	43.37	0.29
MS-C100	0%	0%	0%	1.40	0.50	44.60	0.29
HN-DS	15%	18.6%	36.7%	1.35	0.50	27.30	0.33
HN-C50	15%	15.2%	42.7%	1.48	0.50	26.30	0.35
HN- C100	15%	15.8%	50.9%	1.61	0.50	30.50	0.31
S50-DS	22%	23%	51.4%	1.42	0.35	13.40	0.16
S50-C50	18%	15.9%	49.1%	1.51	0.35	24.70	0.06
S50-C100	15%	17.4%	52.7%	1.61	0.35	22.60	0.09
S100-DS	43%	43%	98.8%	1.68	0.35	7.10	0.23
S100-C50	35%	34.1%	97.9%	1.74	0.35	19.60	0.13
S100-C100	29%	29.4%	97.5%	1.81	0.35	13.40	0.18

En la Gráfica 26 se presenta la variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto al grado de saturación. En esta gráfica se puede observar que a mayor saturación de la muestra se presenta un menor ángulo de fricción de la misma. Respecto a la cohesión, no se encontró un patrón de comportamiento definido.

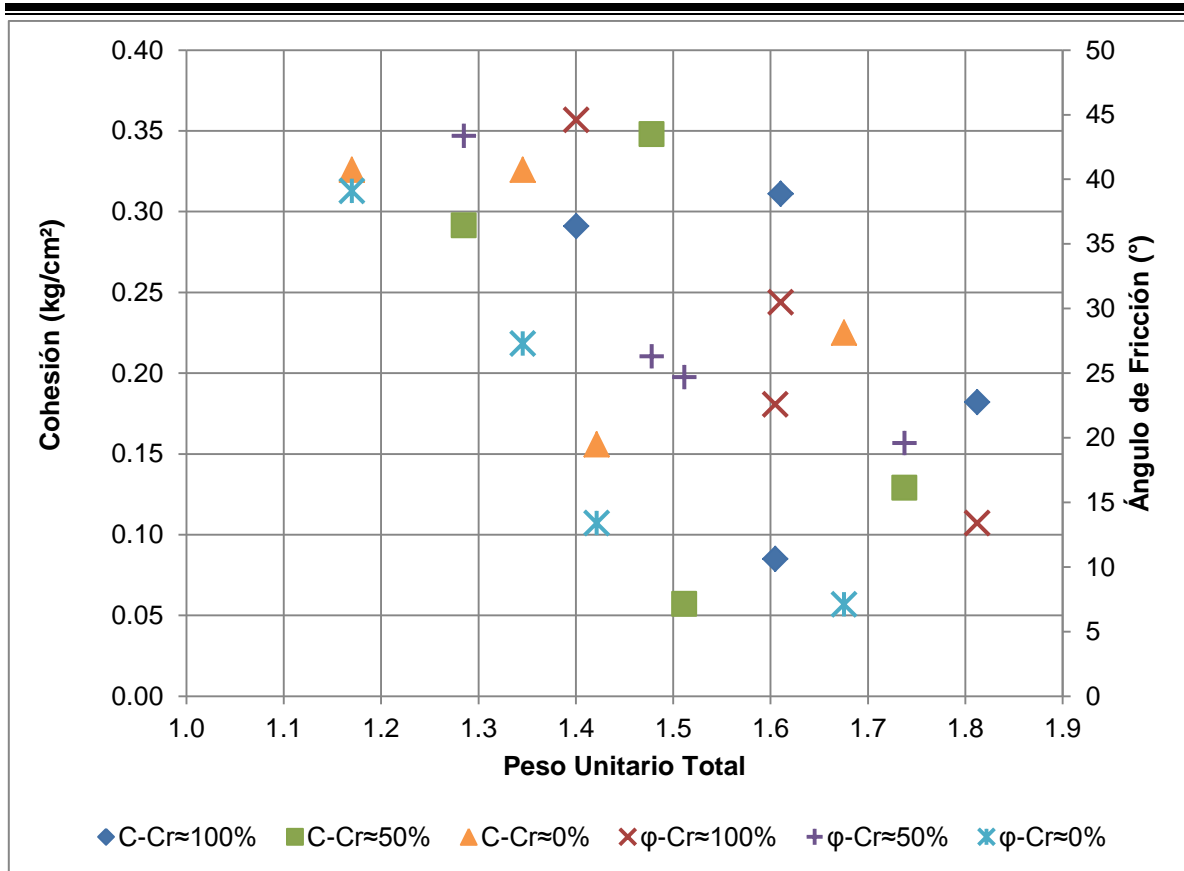


**Gráfica 26. Variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto al grado de saturación**

En la Gráfica 27 se presenta la variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto a la densidad de la muestra. En esta gráfica se puede observar lo siguiente:

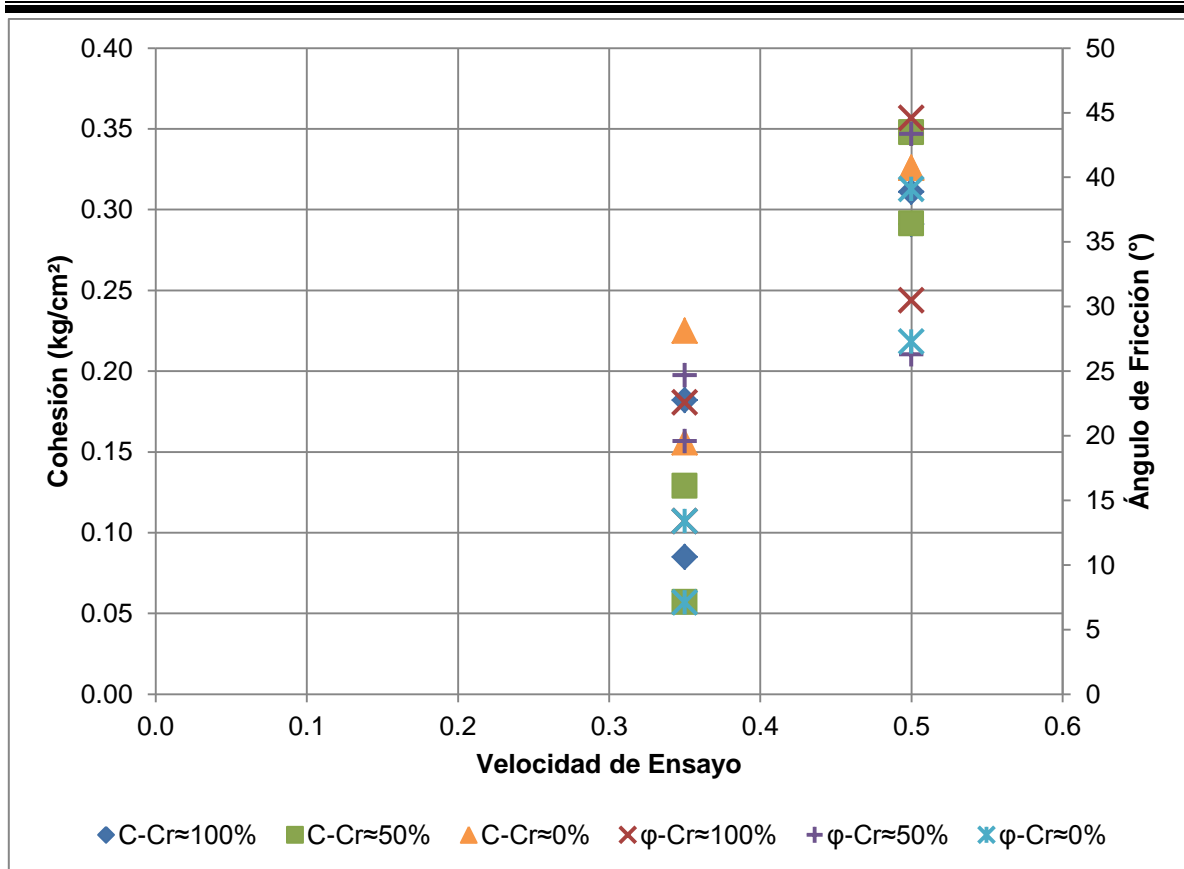
- Para grados de saturación bajos ( $S < 50\%$ ):
  - Muestra suelta: se obtiene el menor ángulo de fricción en la muestra. Esto es debido a la falta de encaje entre las partículas de la muestra.

- Muestra medianamente compacta (compacidad del 50%): se obtiene un mayor ángulo de fricción en la muestra, comparado con la muestra suelta. Esto es debido a un mejor acomodamiento (encaje) entre las partículas de la muestra.
  - Muestra altamente compacta (compacidad del 100%): se obtiene el mayor ángulo de fricción en la muestra. Esto es debido a que las partículas presentan su mejor acomodamiento (encaje).
- Para grados de saturación altos ( $S \geq 50\%$ ):
- Muestra suelta: se obtiene el menor ángulo de fricción en la muestra. Esto es debido a la falta de encaje entre las partículas de la muestra, influenciado por el contenido de agua que no fue drenado de la muestra en la etapa de consolidación llevada a cabo para lograr la compacidad.
  - Muestra medianamente compacta (compacidad del 50%): se obtiene el mayor ángulo de fricción en la muestra, debido a un mejor drenaje del agua durante la etapa de consolidación permitiendo un que la muestra alcance un estado parcialmente saturado y donde la presión del agua en los meniscos será negativa (succión capilar) favoreciendo esto a la resistencia de la muestra.
  - Muestra altamente compacta (compacidad del 100%): se obtiene el menor ángulo de fricción en la muestra, debido a que por los altos esfuerzos en la etapa de consolidación, y su contenido de humedad, se pierde la estructura interna de la misma, sin posibilidad de presentar un buen encaje entre las partículas.
-



**Gráfica 27. Variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto a la densidad de la muestra**

En la Gráfica 28 se presenta la variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto a la velocidad de ensayo. En esta figura se puede observar que, en este caso, la velocidad de ensayo no es un parámetro de comparación; lo anterior debido a que la mayor velocidad se aplicó para los ensayos no consolidados – no drenados (UU), y la menor para los ensayos consolidados – drenados (CD).



Gráfica 28. Variación de la cohesión y el ángulo de fricción respecto a la velocidad de ensayo





## 5 CONCLUSIONES

Respecto al objetivo específico de “Evaluar la cohesión y el ángulo de fricción de las rocas blandas ensayadas a través del ensayo de corte directo”:

- Las muestras en condición seca presentaron los mayores ángulos de fricción, entre 39° y 45°, a diferencia de las muestras con contenido de humedad, en las cuales el valor mayor obtenido fue de 30.5° de la muestra HN-C100 y el menor fue de 7.1° de la muestra S100-DS. Al comparar estos valores con la Tabla 2, las muestras secas clasifican como grado I de degradación, las muestras húmedas como grado III, las muestras saturadas al 50% entre grado IV y V, y las muestras saturadas al 100% entre grado V y VI. En este sentido los valores del estudio de Sadisun et al. (2000) no son acordes, ya que las muestras de la presente investigación fueron tomadas a 50 cm de la superficie, es decir entran en el grado V o VI de degradación. Sin embargo, los valores obtenidos en la investigación de Czerewko y Cripps (2006) de rocas lodosas, son más cercanos a los de este trabajo, con ángulos de fricción entre 16° y 49°; para rocas degradadas tienen valores de 23° y 24° y para rocas completamente degradadas el  $\phi$  está entre 20° y 49° en muestras remoldeadas, las únicas muestras que no entran en este rango son las saturadas al 100% (ángulos por debajo de 19.6°).
- Para las cuatro condiciones de humedad, el mayor ángulo de fricción se obtuvo en las muestras compactadas al 100%, excepto en las muestras con saturación de 50% (el mayor fue el de la muestra S50-C50 con 24.7°); y el menor en las muestras sin compactación, excepto en las muestras de humedad natural: HN-DS registró 27.3° y HN-C50 26.3°.
- En las muestras de humedad natural se encontraron los mayores valores de cohesión, entre 0.31 y 0.35 kg/cm<sup>2</sup>, que comparados con la Tabla 2, están entre grado III y IV de degradación; y las muestras saturadas al 50% obtuvieron los menores valores de cohesión, entre 0.06 y 0.16 kg/cm<sup>2</sup>

clasificando con grado VI de degradación; estos rangos de valores no se encuentran en la Tabla 4 que están entre 0.5 y 0.85 kg/cm<sup>2</sup>.

- Para las muestras saturadas al 50% y al 100%, la mayor cohesión se registró en las muestras sin compactar y la menor cohesión en las muestras de compactación al 50% y los rangos están entre 0.06 y 0.23 kg/cm<sup>2</sup>; las muestras saturadas al 100% clasifican en grado V. Para las muestras con humedad natural la cohesión mayor es la de la muestra compactada al 50% (0.35 kg/cm<sup>2</sup>) y la cohesión menor es la de la muestra compactada al 100% (0.31 kg/cm<sup>2</sup>). Para las muestras secas, la cohesión más alta fue la muestra sin compactar (0.33 kg/cm<sup>2</sup>) y las otras muestras tuvieron el mismo valor (0.29 kg/cm<sup>2</sup>), clasificando en grado I y II de degradación.

Respecto al objetivo específico “Establecer la relación entre la cohesión y el ángulo de fricción interna del material y el contenido de humedad”:

- Para las tres condiciones de compacidad, las muestras con mayor saturación (50% y 100%) muestran menor ángulo de fricción, de 7.1° a 24.7°, siendo menores los de saturación del 100%, es decir que entre mayor sea la saturación será menor el ángulo de fricción; de igual forma, las muestras saturadas presentan los valores menores de cohesión entre 0.06 y 0.18 kg/cm<sup>2</sup>, pero en este caso las muestras saturadas al 50% tienen los valores más bajos.
  - Entre las muestras de menor saturación (secas y humedad natural), las muestras secas registraron los valores más altos para ángulos de fricción (entre 39.1° y 44.6°), luego siguen las muestras con humedad natural (entre 26.3° y 30.5°), igual que en el caso anterior, a mayor contenido de agua menor ángulo de fricción; sin embargo para la cohesión, los valores más altos los presentaron las muestras con humedad natural, de 0.31 a 0.35 kg/cm<sup>2</sup> y luego siguen las muestras secas con valores entre 0.29 y 0.33 kg/cm<sup>2</sup>.
-

- Al comparar los ensayos no drenados (MS y HN) con los ensayos drenados (S50 y S100), se observa el mismo comportamiento en los valores de la cohesión, a mayor saturación de la muestra mayor es la cohesión.

Respecto al objetivo específico “Establecer la relación entre la cohesión y el ángulo de fricción interna del material y la densidad del material”:

- Para las cuatro condiciones de humedad, las muestras compactadas al 50% presentaron el mayor ángulo de fricción, excepto en las muestras secas, que fue de 43.4° y el valor mayor fue el de la muestra compactada al 100% (44.6°); las muestras sin compactar, obtuvieron los menores valores para el ángulo de fricción, siendo el menor el de la muestra S100-DS (7.1°). Lo anterior indica que en muestras con contenido de agua, a mayor densidad, es mayor el ángulo de fricción; y en general, si la compactación está cerca al 0%, se presentan ángulos de fricción bajos.
- Para las muestras ensayadas en condición CD, la mayor cohesión se encontró en las muestras de densidad suelta (0.16 y 0.23 kg/cm<sup>2</sup>) y la menor cohesión en las de compactación del 50% (0.06 y 0.13 kg/cm<sup>2</sup>); en las muestras secas, la de compactación suelta mostró mayor cohesión (0.33 kg/cm<sup>2</sup>) y las otras dos presentaron el mismo valor (0.29 kg/cm<sup>2</sup>), en las muestras con humedad natural, la de compactación del 50% presentó la mayor cohesión (0.35 kg/cm<sup>2</sup>) y la muestra compacta al 100% presentó el menor valor (0.31 kg/cm<sup>2</sup>).

Respecto al objetivo específico “Establecer la relación entre la cohesión y el ángulo de fricción interna del material y la velocidad de carga en el ensayo”:

- En ensayos consolidados drenados la baja velocidad permite la disminución en la presión de poros que se refleja en un aumento de resistencia del material. Sin embargo, el material ensayado para las muestras de saturación del 50% y del 100% presentó resistencias más bajas que los no consolidados no drenados; si las muestras ensayadas en condición UU, se hubieran ensayado
-

en condición consolidadas drenadas, si su hubiera observado el fenómeno antes nombrado y la velocidad habría sido un parámetro de comparación.

## 6 DISCUSIÓN

La variación de los parámetros de resistencia de rocas blandas en diferentes condiciones de humedad, densidad y velocidad de falla tal como se realizó en esta investigación no ha sido llevada a cabo de igual forma por los autores que han investigado el tema (Patiño, 2000; Alonso y Alcovero, 2004; Tovar, 2008; Pineda et al., 2010), ya que han evaluado materiales en distintas condiciones, con otro tipo de ensayos, o se han enfocado en evaluar otras propiedades del material.

Los valores de resistencia encontrados en este trabajo son acordes a los vistos en la investigación de Tovar (2008), en la cual se obtuvo que en condiciones de mayores de saturación el ángulo de fricción aumenta a diferencia de la cohesión que es mayor en condiciones intermedias de saturación.

En la investigación “Evaluación de la Velocidad de corte y análisis de condiciones drenadas y no drenadas en el ensayo de corte directo” (Pacheco), se encontró que el incremento de velocidad hace que la cohesión baje y el ángulo de fricción suba. Este comportamiento no se hizo evidente en este estudio, ya que dentro del alcance no se contempló la variación de la velocidad al mismo tipo de muestra.

Si bien en países como Estados Unidos (Youn y Tonon 2010), (*Transportation and Administration*, 2006), y Reino Unido (Gannon et al., 1999), ya son reconocidos estos materiales en manuales de diseño y normas locales, y en otros como Turquía (Erguler y Ulusay 2003), China (Shengwen et al., 2009), Brasil (Marques et al., 2010) y España (Pineda et al., 2010), ya se han desarrollado estudios para su identificación y caracterización, en Colombia es necesario investigar, identificar y caracterizar estos materiales, para poder incluir en las normas de diseño colombianas consideraciones y valores propios de materiales intermedios o rocas blandas, a ser tenidos en cuenta en los diseños de infraestructura.

Los valores obtenidos para la cohesión y el ángulo de fricción, reflejan claramente la influencia del contenido de agua, la densidad y la velocidad de falla del terreno, sin embargo no se encontró un patrón en el comportamiento de las muestras que permitiera predecir la respuesta del material ante los distintos esfuerzos a los que es sometido.

## 7 RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir realizando investigaciones para caracterizar el comportamiento geomecánico de los materiales de transición entre suelo y roca, ya que al hacer estudios enfocados a este tipo de materiales se pueden establecer intervalos de valores que permitan su identificación y puedan ser usados en posteriores diseños sobre este tipo de materiales, logrando de esta manera diseños más adecuados que tengan en cuenta su comportamiento en distintas condiciones.

Es importante tener en cuenta que para trabajar con estos materiales hay que tener consideraciones especiales en el manejo de las muestras y en los métodos de ensayo que se deben seguir, ya que las propiedades de estos pueden variar fácilmente afectando los resultados de los ensayos y obteniendo valores que no representan las condiciones reales del material en terreno.

Los métodos propuestos para la conformación de la densidad y para alcanzar distintas humedades en las muestras aquí presentados, fueron adecuados, pues los resultados obtenidos en laboratorio fueron acordes a los valores esperados a partir de la calibración. Sin embargo se recomienda hacer la calibración inicial propuesta para cada material que se quiera evaluar y tomar los resultados de este trabajo solamente como referencia.

Se recomienda que para investigaciones en las que se encuentre la velocidad como parámetro a evaluar, se tenga en cuenta que la velocidad tiene influencia en la resistencia del material y es un parámetro de comparación en casos en los que se apliquen distintas velocidades a una muestra con las mismas condiciones de saturación y densidad.

En suelos parcialmente saturados se recomienda considerar el efecto de la succión en la resistencia del material, pues varias investigaciones han llegado a

---

concluir que es necesaria la inclusión de la curva característica de succión del material en la predicción de la resistencia al corte de los mismos.

Es recomendable la comparación de la humedad y la densidad conformadas en laboratorio con la encontrada *in situ* para determinar cuáles son las condiciones que experimenta el material en el terreno.



## 8 BIBLIOGRAFÍA

Alonso, E. and J. Alcovero (2004). Swelling and Degradation of Argillaceous Rocks. Unsaturated Soils. Barcelona, España, Swets & Zeitlinger. **3**.

American Society for Testing and Materials (2002). Standard Test Method for Performing Laboratory Direct Shear Strength Tests of Rocks Specimen Under Constant Normal Force, ASTM International. **D 5607**.

Asmirza, S. (2004). Direct Shear Testing Kuala Lumpur, Universitas Sumatera Utara: 21.

Bjerrum, L. (1967). "Progressive Failure in Slopes of Overconsolidated Plastic Clay and Clay Shales." Journal of Soil Mechanics & Foundations division **93**.

Bro, A., J. Stewart, et al. Estimating Undrained Strength of Clays from Direct Shear Testing at Fast Displacement Rates. Los Angeles, University of California.

Cáceres, L. A. (1999). Erosión por flujo superficial y subsuperficial en los alrededores de la ciudad de Tunja. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

Czerewko, M. A. and J. C. Cripps (2006). "The implications of diagenetic history and weathering on the engineering behaviour of mudrocks." The Geological Society of London: 12.

Das, B. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. California.

Duque, G. (2003). Macizo Rocosó. Manual de Geología para Ingenieros. Manizales, Universidad Nacional de Colombia: 26.

Erguler, Z. A. and R. Ulusay (2003). "A Simple Test and Predictive Models for Assessing Swell Potential of Ankara (Turkey) Clay." Engineering Geology **67**: 22.

Gannon, J., G. Masterton, et al. (1999). Piled foundations in weak rock. London, Construction Industry Research and Information Association.

Gómez, S. (2008). Efecto de los cambios de Succión y Tension en la Degradación de Argillitas. Barcelona, Universitat Politecnica de Catalunya.

Guacaneme, J. J. (2006). Zonificación de suelos en superficie de la ciudad de Tunja, Colombia. Épsilon. Bogotá, Universidad de la Salle. **6**: 29-44.

Hack, R. and D. Price (1997). Quantification of weathering. Engineering Geology and Environment: 145-150.

---

Huisman, M., H. Hack, et al. (2004). Observed rock mass degradation and resulting slope instability. EUROCK 2004 & 53rd Geomechanics Colloquium. Netherlands.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Análisis granulométrico de suelos por tamizado. **INV E-123-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Determinación en laboratorio del contenido de humedad. **INV E-122-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Determinación del límite líquido. **INV E-125-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Determinación del límite plástico e índice de plasticidad. **INV E-126-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Determinación de la gravedad específica **INV E-128-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Fluidez de morteros de cemento hidráulico (Mesa de flujo). **INV E-325-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Ensayo de corte sobre suelos cohesivos en el terreno usando la veleta. **INV E-170-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Determinación de la masa unitaria máxima y mínima para el cálculo de la densidad relativa. **INV E-136-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Determinación de la resistencia al corte método de corte directo (cd) (consolidado drenado). **INV E-154-07**.

Instituto Nacional de Vías (2007). Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras. Consolidación Unidimensional de los Suelos. **INV E-151-07**.

Lambe T, W. (1969). Soil Mechanics. New York.

---

Marques, E. A. G., E. V. Barroso, et al. (2010). "Weathering zones on metamorphic rocks from Rio de Janeiro—Physical, mineralogical and geomechanical characterization." Engineering Geology **111**: 1-18.

Montoya, D. M. and G. A. Reyes (2005). Geología de la Sabana de Bogotá. Bogotá, Ministerio de Minas Y Energía- Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS.

Nickmann, M., G. Spaun, et al. (2006). Engineering Geological Classification of Weak Rocks. Congress of International Association for Engineering Geology and the Environment. G. S. o. London. London, United Kingdom.

Nieto, A. (1982). Caracterización Geotécnica de Macizos de Roca Blanda. I Congreso Suramericano de Mecánica de Rocas. M. I. C. S. d. M. d. Rocas.

Ocampo, M. S. (2009). Fracturamiento de partículas en materiales granulares sometidos a cargas cíclicas con rotación de esfuerzos. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Universidad de Los Andes. **Doctor en Ingeniería**: 600.

Pacheco, A. F. Evaluación de la Velocidad de corte y análisis de condiciones drenadas y no drenadas en el ensayo de corte directo. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

Patiño, G. (2000). Caracterización Geomecánica y Comportamiento de las Lutitas de la Carretera La Vega- Villeta. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. **Tesis de especialización**.

Pérez, D. M. (2012). Propuesta técnica para la Determinación del comportamiento del terreno en excavaciones subterránea con base en un Tunel Exploratorio. Caso: Tunel de la Línea. Facultad de Ingeniería. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. **Magister en Ingeniería- Geotecnia**.

Pineda, J., E. Alonso, et al. (2010). "Influence of the Pamplona marls degradation on the stability of Monreal Dam (Spain)." Engineering Geology Special Publications Geological Society **23**: 47-75.

Plaza Diez, O. (2008). Geología Aplicada a la Ingeniería Civil. Madrid.

Rodriguez, J. A. (2007). Caracterización de macizos rocosos Ingeniería geológica: Caracterización de macizos rocosos. Oviedo, Facultad de Geología, Universidad de Oviedo: 14.

Sadisun, I. A., H. Shimada, et al. (2000). Characterization of Weathered Claystone and Their Engineering Significance. Indonesian Scientific Meeting. Fukuoka, Japan: 8.

---

Shengwen, Q., Q. YueZhong, et al. (2009). "Deep weathering of a group of thick argillaceous limestone rocks near Three Gorges Reservoir, Central China " International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences **46**: 929–939.

Torres, M. C. (2005). Utilización de los Métodos No Destructivos -MND- para Determinar Propiedades Físico-Mecánica de Rocas Sedimentarias. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia: 13.

Torres, M. C. (2006). Síntesis del Estado del Conocimiento sobre el Comportamiento Esfuerzo- Deformación y Degradabilidad de Rocas Lodosas. VI Congreso Suramericano de Mecánica de Rocas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. **1**: 477-491.

Tovar, R. D. (2008). Influencia de Ciclos de Humedecimiento y Secado en la Resistencia al Corte De Rocas Arcillosas. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. **Tesis de Maestría**: 155.

Transportation, U. S. D. o. and F. H. Administration (2006). Soils and Foundations. **NHI Course No. 132012**.

Whitlow, R. (2001). Mecánica de Suelos, Prentice Hall.

Youn, H. and F. Tonon (2010). "Effect of air-drying duration on the engineering properties of four clay-bearing rocks in Texas." Engineering Geology.

**ANEXO A – RESULTADOS DE ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL**

---

---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

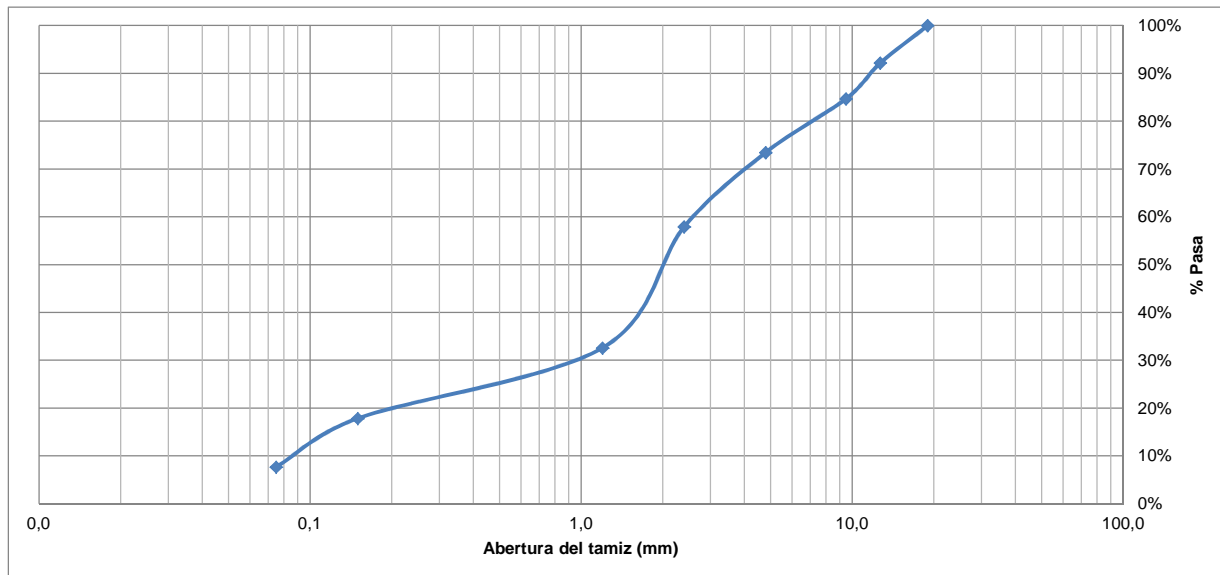
VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. I.N.V. E - 123 - 07

DESCRIPCIÓN: Muestra antes de realizar ensayos de calibración

FECHA: 14-mar-13

ABER. DEL TAMIZ		PESO RET.	(%)	(%)	(%)
(mm)	(in)	(g)	RETENIDO	RET. ACUM.	PASA
19,0	3/4"	0	0%	0%	<b>100%</b>
12,7	1/2"	103,61	8%	8%	<b>92%</b>
9,5	3/8"	98,6	7%	15%	<b>85%</b>
4,8	No. 4	148,64	11%	27%	<b>73%</b>
2,4	No. 10	205,57	16%	42%	<b>58%</b>
1,2	No. 40	334,76	25%	67%	<b>33%</b>
0,15	No. 100	194,97	15%	82%	<b>18%</b>
0,075	No. 200	134,27	10%	92%	<b>8%</b>
FONDO	FONDO	101,66	8%	100%	<b>0%</b>



Peso seco final lavado: 1322,1 g

% Gravas	27%
% Arenas	66%
% Finos	8%

D10 (mm)	0,88
D30 (mm)	1
D60 (mm)	2,5

Cu	2,84
Cg	0,45

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

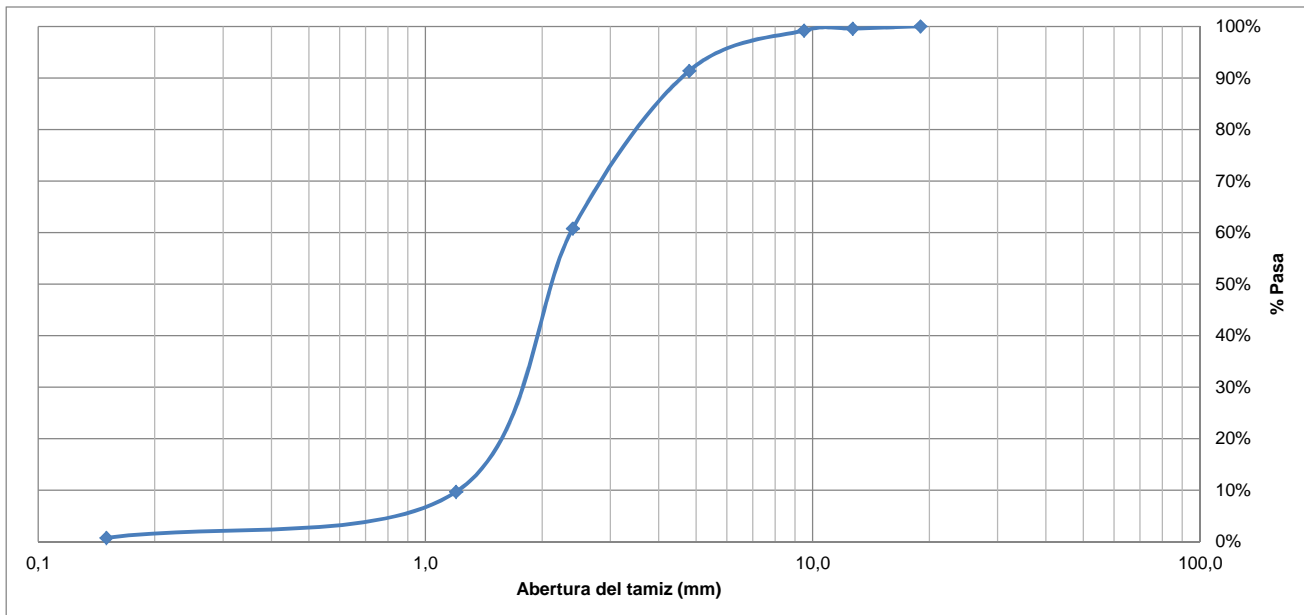
*VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. I.N.V. E – 123 – 07

DESCRIPCIÓN: Muestra después de realizar ensayos de compactación (humedad natural)

FECHA: 18-mar-13

ABER. DEL TAMIZ		PESO RET.	(%)	(%)	(%)
(mm)	(in)	(g)	RETENIDO	RET. ACUM.	PASA
19,0	3/4"	0	0%	0%	<b>100%</b>
12,7	1/2"	4,74	0%	0%	<b>100%</b>
9,5	3/8"	4,06	0%	1%	<b>99%</b>
4,8	No. 4	88,09	8%	9%	<b>91%</b>
2,4	No. 10	345,05	31%	39%	<b>61%</b>
1,2	No. 40	575,05	51%	90%	<b>10%</b>
0,15	No. 100	100,92	9%	99%	<b>1%</b>
0,075	No. 200	4,8	0%	100%	<b>0%</b>
FONDO	FONDO	0,51	0%	100%	<b>0%</b>



Peso seco final lavado: 1126,3 g

% Gravas	9%
% Arenas	91%
% Finos	0%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

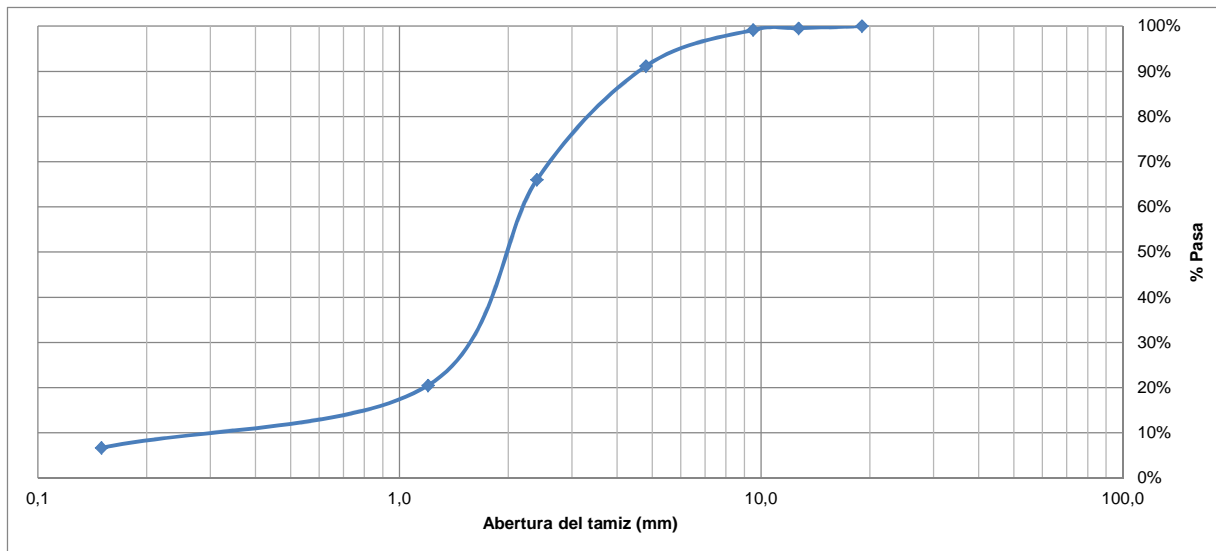
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. I.N.V. E - 123 - 07**

**DESCRIPCIÓN:** Muestra después de realizar ensayos de compactación (seca)

**FECHA:** 14-mar-13

ABER. DEL TAMIZ		PESO RET.	(%)	(%)	(%)
(mm)	(in)	(g)	RETENIDO	RET. ACUM.	PASA
19,0	3/4"	0	0%	0%	<b>100%</b>
12,7	1/2"	4,73	0%	0%	<b>100%</b>
9,5	3/8"	3,96	0%	1%	<b>99%</b>
4,8	No. 4	83,4	8%	9%	<b>91%</b>
2,4	No. 10	260,97	25%	34%	<b>66%</b>
1,2	No. 40	472,88	46%	79%	<b>21%</b>
0,15	No. 100	143,15	14%	93%	<b>7%</b>
0,075	No. 200	59,1	6%	99%	<b>1%</b>
FONDO	FONDO	9,43	1%	100%	<b>0%</b>



Peso inicial seco sin lavar: \_\_\_\_\_ g  
 Peso seco final lavado: 1039,0 g

% Gravas	9%
% Arenas	90%
% Finos	1%

D10 (mm)	0,3
D30 (mm)	1,6
D60 (mm)	2,1

Cu	7,00
Cg	4,06

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

HUMEDAD DEL SUELO . I.N.V. E – 122 – 07

DESCRIPCIÓN: Muestra recién traída del talud

FECHA: 08-abr-13

No. Recipiente	T8 -S
Wr+mh	120,85
Wr+ms	110,1
Wr	37,5
$\omega\%$	15%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

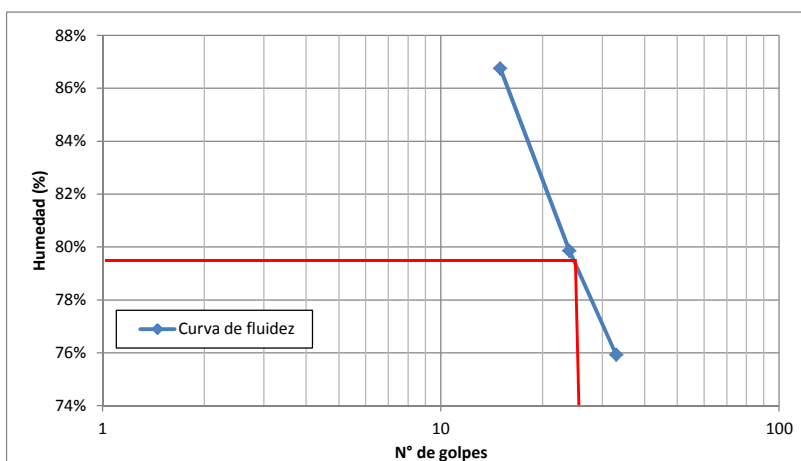
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS I.N.V. E – 125 – 07 Y I.N.V. E – 126 – 07**

DESCRIPCIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA: 30-may-13

N° recipiente	1	3
Wr (g)	28,22	28,76
Wrmh (g)	39,02	38,88
Wrms (g)	37,21	37,2
$\omega$ (%)	20,13%	19,91%



N° recipiente	61	22	38
N° golpes	15	24	33
Wr (g)	24,99	29,12	29,25
Wrmh (g)	38,53	41,98	39,12
Wrms (g)	32,24	36,27	34,86
$\omega$ (%)	86,76%	79,86%	75,94%

LL	79,50%
LP	20,02%
IP	59,48%

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**ENSAYO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS - MÉTODO DEL PICNÓMETRO**

**DESCRIPCIÓN:** Muestra en Estado natural para calcular Gs

**FECHA:** 15-mar-13

PRUEBAS		1	2	3	4	5	6
Tx,	°C	22,0					
Wa,	g	380,3					
Wb,	g	400,8					
(Wa-Wb),	g	<u>-20,46</u>					
Wo,	g	35,57					
Wo + (Wa - Wb),	g	<u>15,11</u>					
PStx = Wo/(Wo+(Wa - Wb))		<u>2,3534</u>					
K		<u>0,9996</u>					
PS <sub>20 °C</sub> = K x PStx		<u>2,3525</u>					
Picnómetro o frasco No.		6					

Wa = Peso del picnómetro lleno con agua a la temperatura Tx

Wb = Peso picnómetro con agua y muestra

Wo = Peso seco de la muestra

Tx = Temperatura del agua y muestra al momento de determinar el Wb

PStx = Peso específico a la temperatura Tx

K = Factor de corrección

PS<sub>20 °C</sub> = Peso específico a 20 °C

Observaciones:

---



---



---



---

Temperatura °C	Densidad Relativa del agua	Factor de Corrección K
10	0,999730	1,0015
11	0,999630	1,0014
12	0,999520	1,0013
13	0,999400	1,0012
14	0,999270	1,0010
15	0,999130	1,0009
16	0,998970	1,0007
17	0,998800	1,0006
18	0,998620	1,0004
19	0,998430	1,0002
20	0,998230	1,0000
21	0,998020	0,9998
22	0,997800	0,9996
23	0,997570	0,9993
24	0,997330	0,9991
25	0,997070	0,9988
26	0,996810	0,9986
27	0,996540	0,9983
28	0,996260	0,9980
29	0,995970	0,9977
30	0,995860	0,9974

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Relaciones de Fase para hallar Saturación, Relación de Vacíos  
y Humedad Para DS

MS-DS 1	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,34
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,34
e	1,03
S	0

MS-DS 2	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,44
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,44
e	1,02
S	0

MS-DS 3	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,39
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,39
e	1,03
S	0

MS-DS 4	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,43
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,43
e	1,02
S	0

S50-DS	
w	22%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,90
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,44
e	1,02
S	50%

S100-DS	
w	43%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,38
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,44
e	1,02
S	100%

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

**DESCRIPCIÓN:** Relaciones de Fase para hallar Saturación, Relación de Vacíos  
y Humedad Para C50

MS-C50 1	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,75
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,75
e	0,81
S	0%

MS-C50 2	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,57
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,57
e	0,84
S	0%

MS-C50 3	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,54
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,54
e	0,84
S	0%

MS-C50 4	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,59
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,59
e	0,83
S	0%

S50-C50	
w	18%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	14,84
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,62
e	0,83
S	50%

S100-C50	
w	35%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17,07
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	12,62
e	0,83
S	100%

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Relaciones de Fase para hallar Saturación, Relación de Vacíos  
y Humedad Para C100

MS-C100 1	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,66
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,66
e	0,69
S	0%

MS-C100 2	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,64
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,64
e	0,69
S	0%

MS-C100 3	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,16
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,16
e	0,75
S	0%

MS-C100 4	
w	0%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,69
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,69
e	0,69
S	0%

S50-C100	
w	15%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	15,65
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,66
e	0,69
S	50%

S100-C100	
w	29%
Gs	2,35
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	9,81
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17,68
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,66
e	0,69
S	100%

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ANEXO B - RESULTADOS DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

---

---

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:**Material Seco con densidad suelta y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>

Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:**

10-mar-13

**DIMENSIONES**

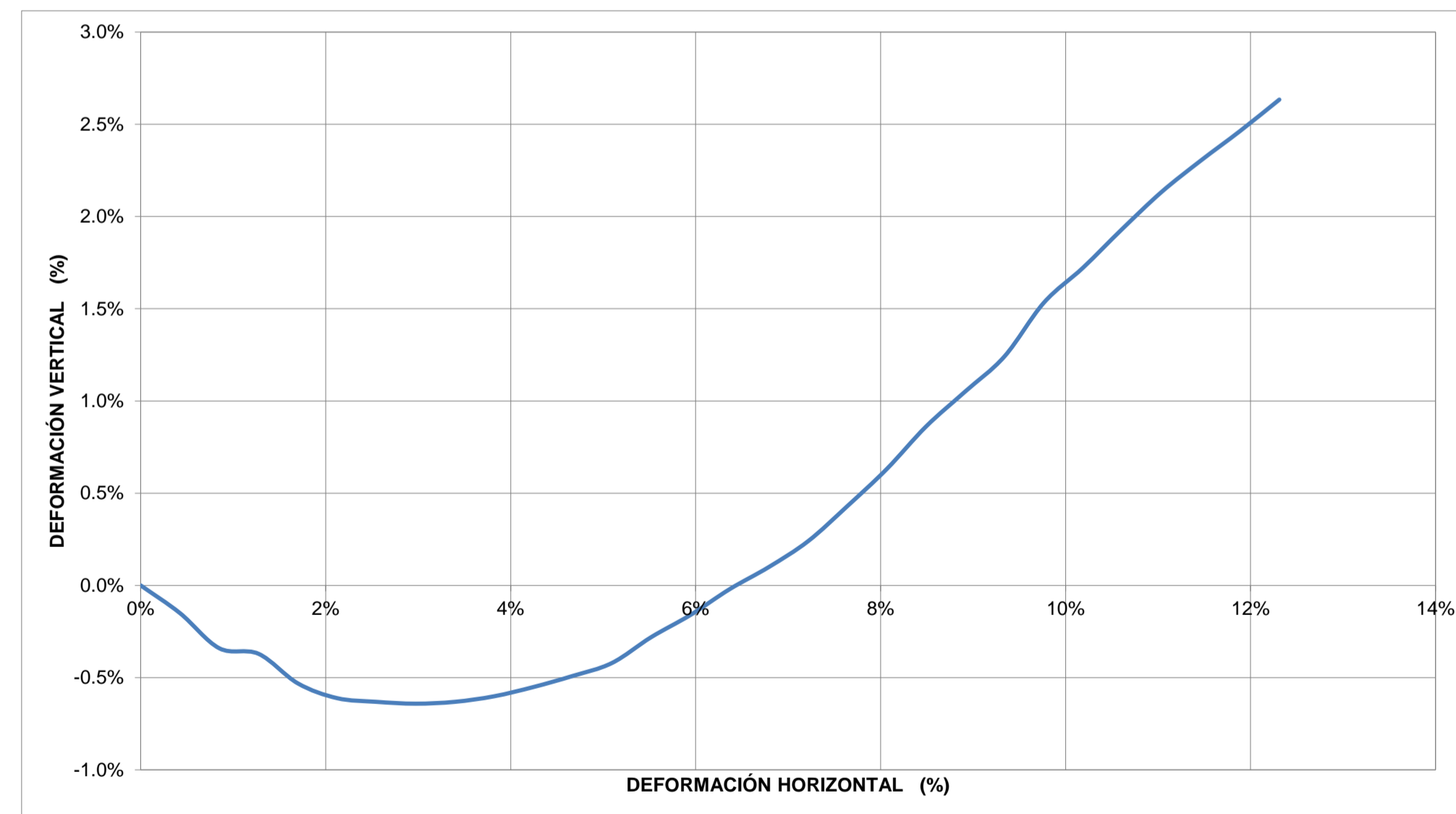
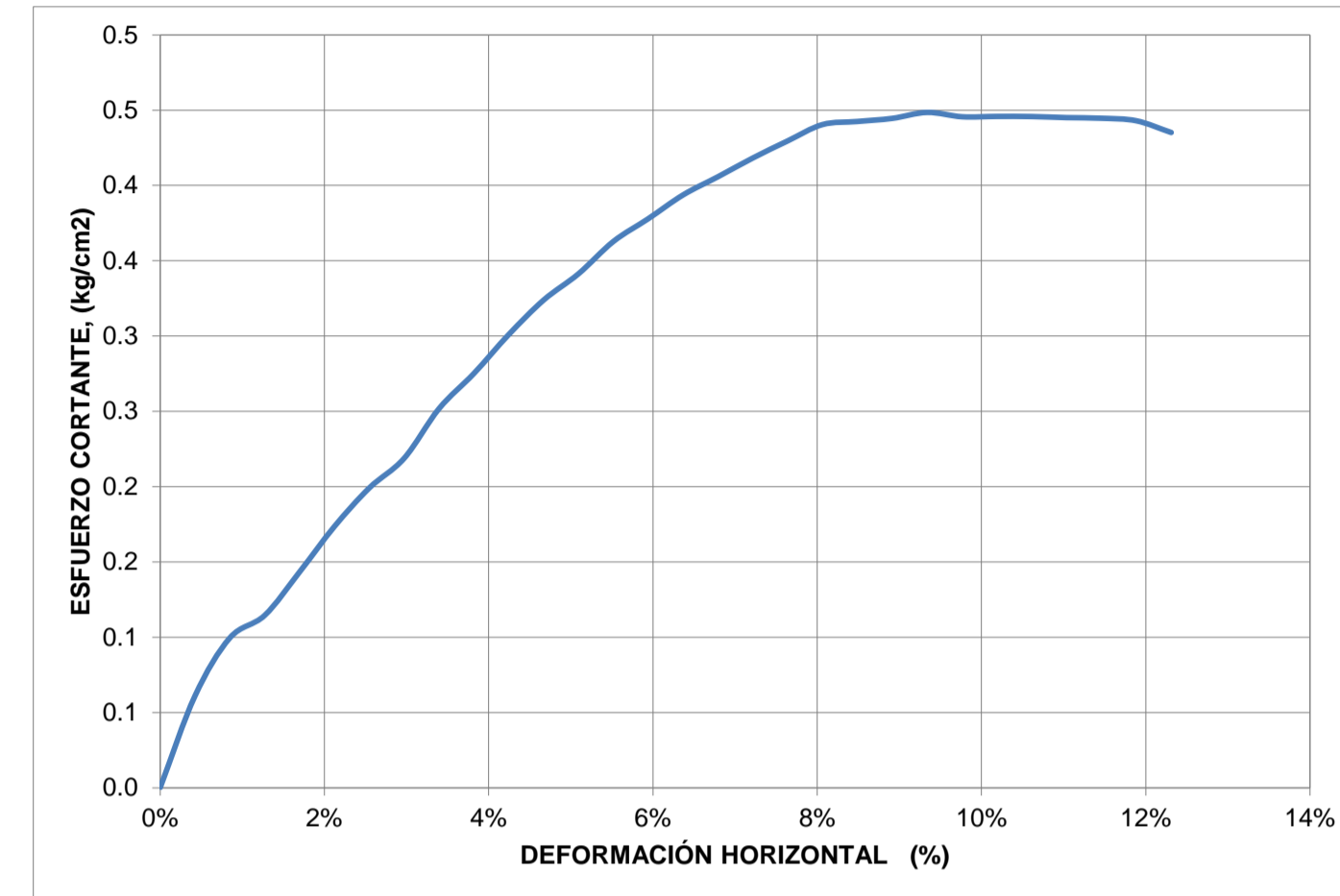
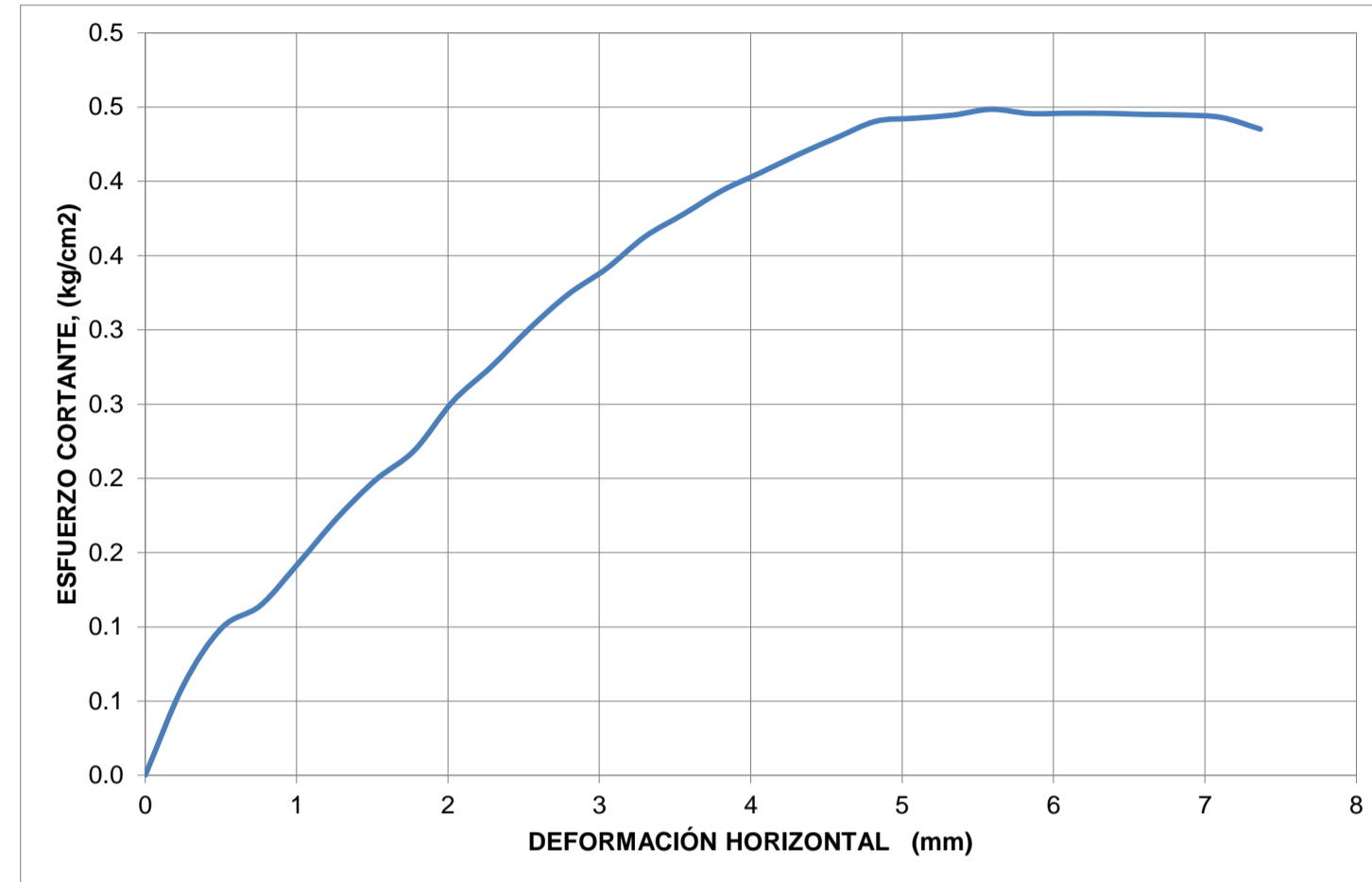
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	104.30
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.13
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Relación de Vacíos, e	1.03

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
39	10	0.254	-15	-0.0381	2.16	35.41	0.20	0.06	0.30	0.42%	-0.15%
68	20	0.508	-34	-0.08636	3.51	35.26	0.20	0.10	0.49	0.85%	-0.34%
99	30	0.762	-37	-0.09398	4.02	35.11	0.20	0.11	0.56	1.27%	-0.37%
127	40	1.016	-53	-0.13462	5.01	34.96	0.20	0.14	0.70	1.70%	-0.53%
157	50	1.27	-61	-0.15494	6.04	34.81	0.20	0.17	0.85	2.12%	-0.61%
186	60	1.524	-63	-0.16002	6.90	34.66	0.21	0.20	0.97	2.55%	-0.63%
214	70	1.778	-64	-0.16256	7.55	34.50	0.21	0.22	1.06	2.97%	-0.64%
243	80	2.032	-63	-0.16002	8.65	34.35	0.21	0.25	1.21	3.40%	-0.63%
271	90	2.286	-60	-0.1524	9.41	34.20	0.21	0.28	1.32	3.82%	-0.60%
300	100	2.54	-55	-0.1397	10.25	34.05	0.21	0.30	1.44	4.25%	-0.55%
328	110	2.794	-49	-0.12446	10.98	33.90	0.21	0.32	1.54	4.67%	-0.49%
356	120	3.048	-42	-0.10668	11.52	33.75	0.21	0.34	1.62	5.09%	-0.42%
386	130	3.302	-28	-0.07112	12.19	33.60	0.21	0.36	1.71	5.52%	-0.28%
414	140	3.556	-16	-0.04064	12.64	33.45	0.21	0.38	1.77	5.94%	-0.16%
442	150	3.81	-2	-0.00508	13.11	33.30	0.21	0.39	1.84	6.37%	-0.02%
471	160	4.064	10	0.0254	13.45	33.15	0.22	0.41	1.89	6.79%	0.10%
499	170	4.318	24	0.06096	13.80	32.99	0.22	0.42	1.94	7.22%	0.24%
527	180	4.572	43	0.10922	14.11	32.84	0.22	0.43	1.98	7.64%	0.43%
555	190	4.826	63	0.16002	14.40	32.69	0.22	0.44	2.02	8.07%	0.63%
586	200	5.08	86	0.21844	14.40	32.54	0.22	0.44	2.02	8.49%	0.86%
615	210	5.334	105	0.2667	14.40	32.39	0.22	0.44	2.02	8.91%	1.05%
643	220	5.588	124	0.31496	14.46	32.24	0.22	0.45	2.03	9.34%	1.24%
673	230	5.842	153	0.38862	14.30	32.09	0.22	0.45	2.01	9.76%	1.53%
700	240	6.096	172	0.43688	14.24	31.94	0.22	0.45	2.00	10.19%	1.72%
728	250	6.35	193	0.49022	14.17	31.79	0.22	0.45	1.99	10.61%	1.93%
756	260	6.604	213	0.54102	14.08	31.64	0.23	0.45	1.98	11.04%	2.13%
783	270	6.858	230	0.5842	14.00	31.49	0.23	0.44	1.96	11.46%	2.30%
812	280	7.112	246	0.62484	13.88	31.33	0.23	0.44	1.95	11.89%	2.46%
839	290	7.366	263	0.66802	13.57	31.18	0.23	0.44	1.90	12.31%	2.63%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con densidad suelta y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 10-mar-13

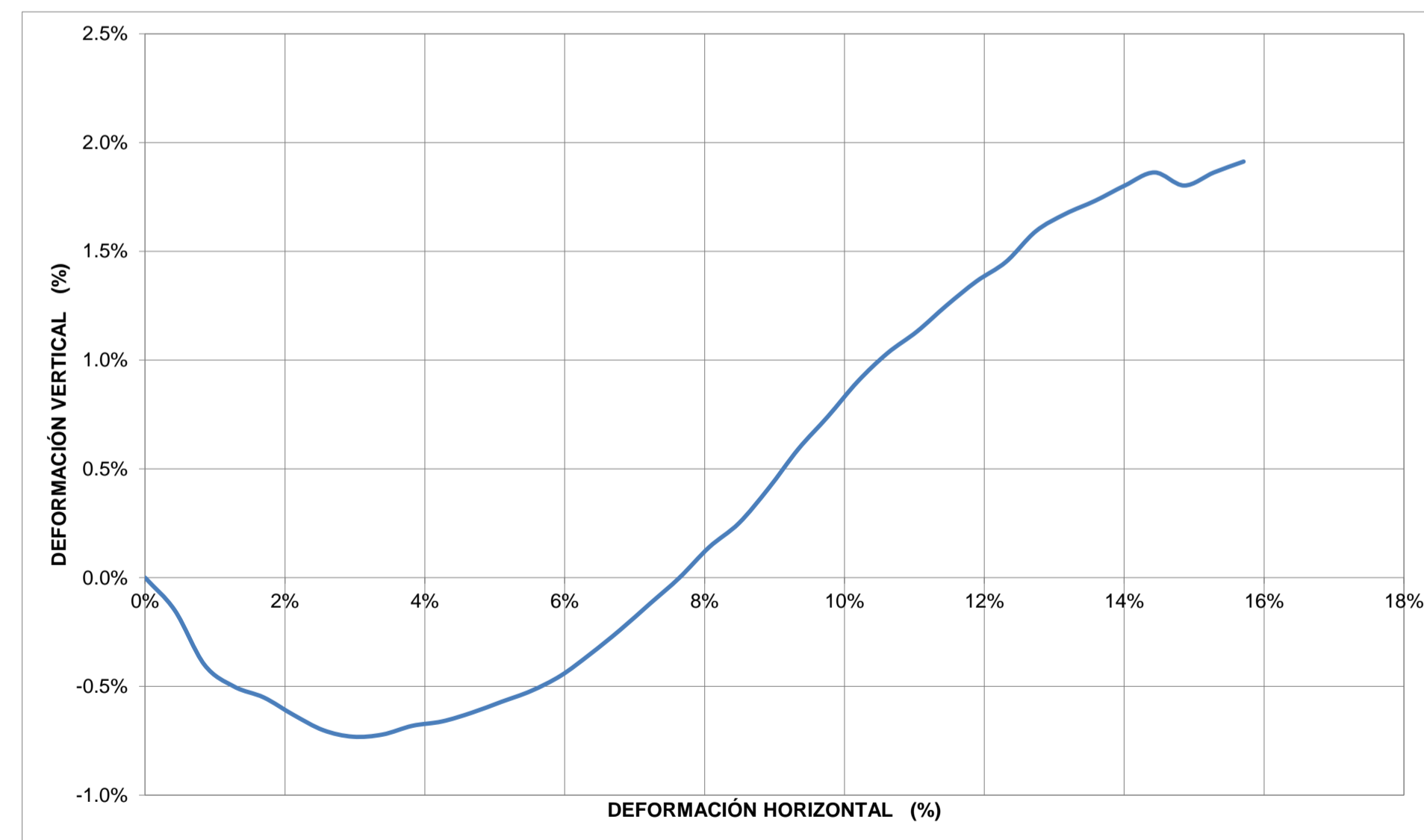
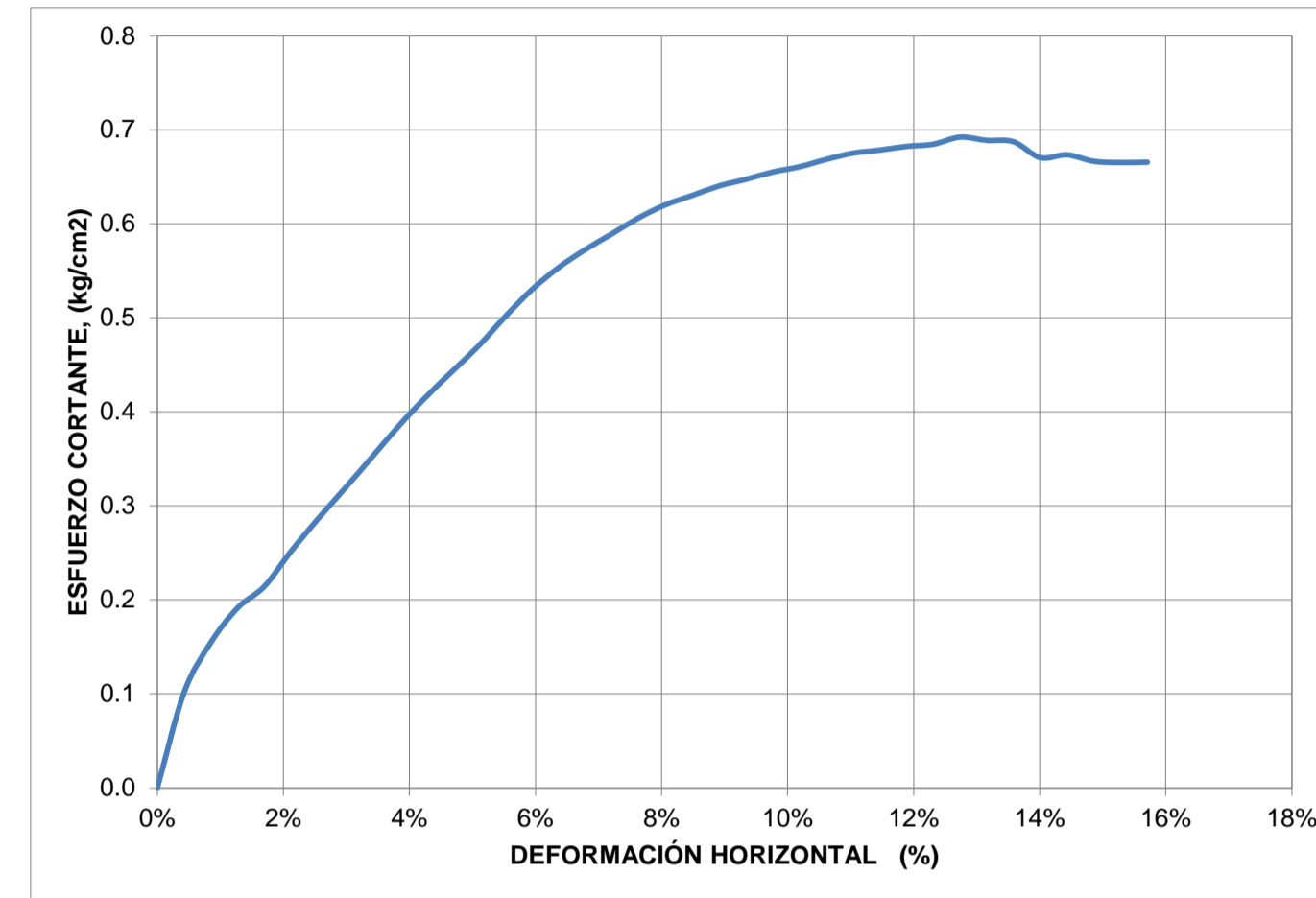
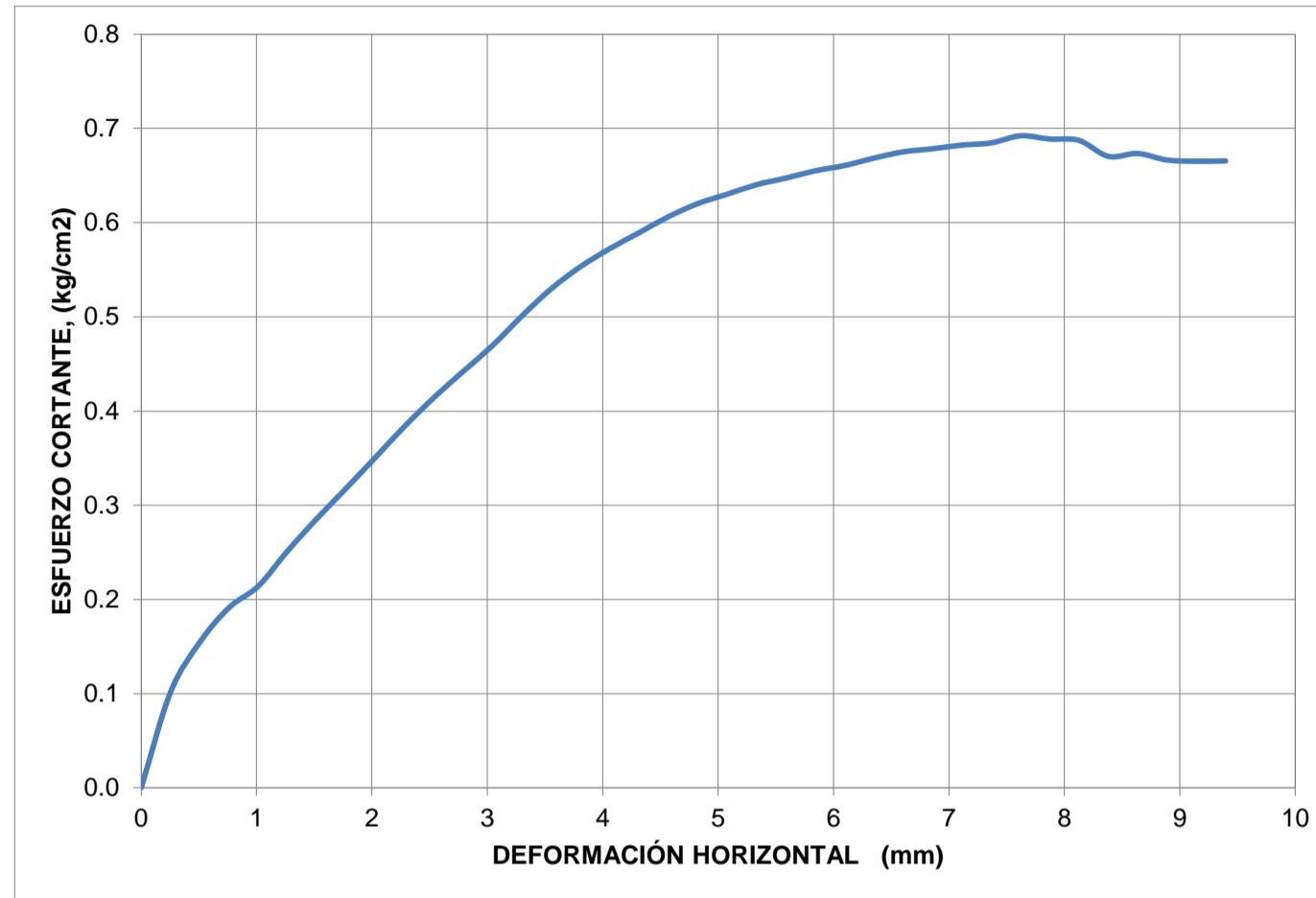
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	105.20
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.17
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.17
Relación de Vacíos, e	1.0172125

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
25	10	0.254	-15	-0.0381	3.59	35.41	0.39	0.10	0.26	0.42%	-0.15%
56	20	0.508	-40	-0.1016	5.45	35.26	0.39	0.15	0.39	0.85%	-0.40%
88	30	0.762	-50	-0.127	6.72	35.11	0.39	0.19	0.49	1.27%	-0.50%
117	40	1.016	-55	-0.1397	7.49	34.96	0.40	0.21	0.54	1.70%	-0.55%
146	50	1.27	-63	-0.16002	8.76	34.81	0.40	0.25	0.63	2.12%	-0.63%
174	60	1.524	-70	-0.1778	9.91	34.66	0.40	0.29	0.72	2.55%	-0.70%
203	70	1.778	-73	-0.18542	10.98	34.50	0.40	0.32	0.79	2.97%	-0.73%
232	80	2.032	-73	-0.18288	12.06	34.35	0.40	0.35	0.87	3.40%	-0.72%
261	90	2.286	-73	-0.17272	13.14	34.20	0.40	0.38	0.95	3.82%	-0.68%
290	100	2.54	-72	-0.16764	14.12	34.05	0.41	0.41	1.02	4.25%	-0.66%
319	110	2.794	-68	-0.15748	15.00	33.90	0.41	0.44	1.08	4.67%	-0.62%
349	120	3.048	-66	-0.14478	15.86	33.75	0.41	0.47	1.15	5.09%	-0.57%
379	130	3.302	-62	-0.13208	16.84	33.60	0.41	0.50	1.22	5.52%	-0.52%
407	140	3.556	-57	-0.1143	17.73	33.45	0.41	0.53	1.28	5.94%	-0.45%
437	150	3.81	-52	-0.0889	18.43	33.30	0.42	0.55	1.33	6.37%	-0.35%
465	160	4.064	-45	-0.06096	18.98	33.15	0.42	0.57	1.37	6.79%	-0.24%
493	170	4.318	-35	-0.03048	19.45	32.99	0.42	0.59	1.41	7.22%	-0.12%
521	180	4.572	-24	0	19.92	32.84	0.42	0.61	1.44	7.64%	0.00%
549	190	4.826	-12	0.03556	20.28	32.69	0.42	0.62	1.47	8.07%	0.14%
578	200	5.08	0	0.0635	20.51	32.54	0.43	0.63	1.48	8.49%	0.25%
607	210	5.334	14	0.10414	20.74	32.39	0.43	0.64	1.50	8.91%	0.41%
635	220	5.588	25	0.14986	20.87	32.24	0.43	0.65	1.51	9.34%	0.59%
663	230	5.842	41	0.18796	21.02	32.09	0.43	0.66	1.52	9.76%	0.74%
692	240	6.096	59	0.2286	21.10	31.94	0.43	0.66	1.53	10.19%	0.90%
720	250	6.35	74	0.26162	21.25	31.79	0.44	0.67	1.54	10.61%	1.03%
747	260	6.604	90	0.28702	21.36	31.64	0.44	0.68	1.54	11.04%	1.13%
775	270	6.858	103	0.3175	21.36	31.49	0.44	0.68	1.54	11.46%	1.25%
803	280	7.112	113	0.34544	21.38	31.33	0.44	0.68	1.55	11.89%	1.36%
831	290	7.366	125	0.3683	21.35	31.18	0.44	0.68	1.54	12.31%	1.45%
859	300	7.62	136	0.40386	21.48	31.03	0.45	0.69	1.55	12.74%	1.59%
888	310	7.874	145	0.42418	21.27	30.88	0.45	0.69	1.54	13.16%	1.67%
916	320	8.128	159	0.43942	21.12	30.73	0.45	0.69	1.53	13.58%	1.73%
945	330	8.382	167	0.4572	20.50	30.58	0.45	0.67	1.48	14.01%	1.80%
974	340	8.636	173	0.47244	20.49	30.43	0.45	0.67	1.48	14.43%	1.86%
1002	350	8.89	180	0.4572	20.18	30.28	0.46	0.67	1.46	14.86%	1.80%
1030	360	9.144	186	0.47244	20.04	30.13	0.46	0.67	1.45	15.28%	1.86%
1058	370	9.398	191	0.48514	19.95	29.98	0.46	0.67	1.44	15.71%	1.91%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con densidad suelta y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 10-mar-13

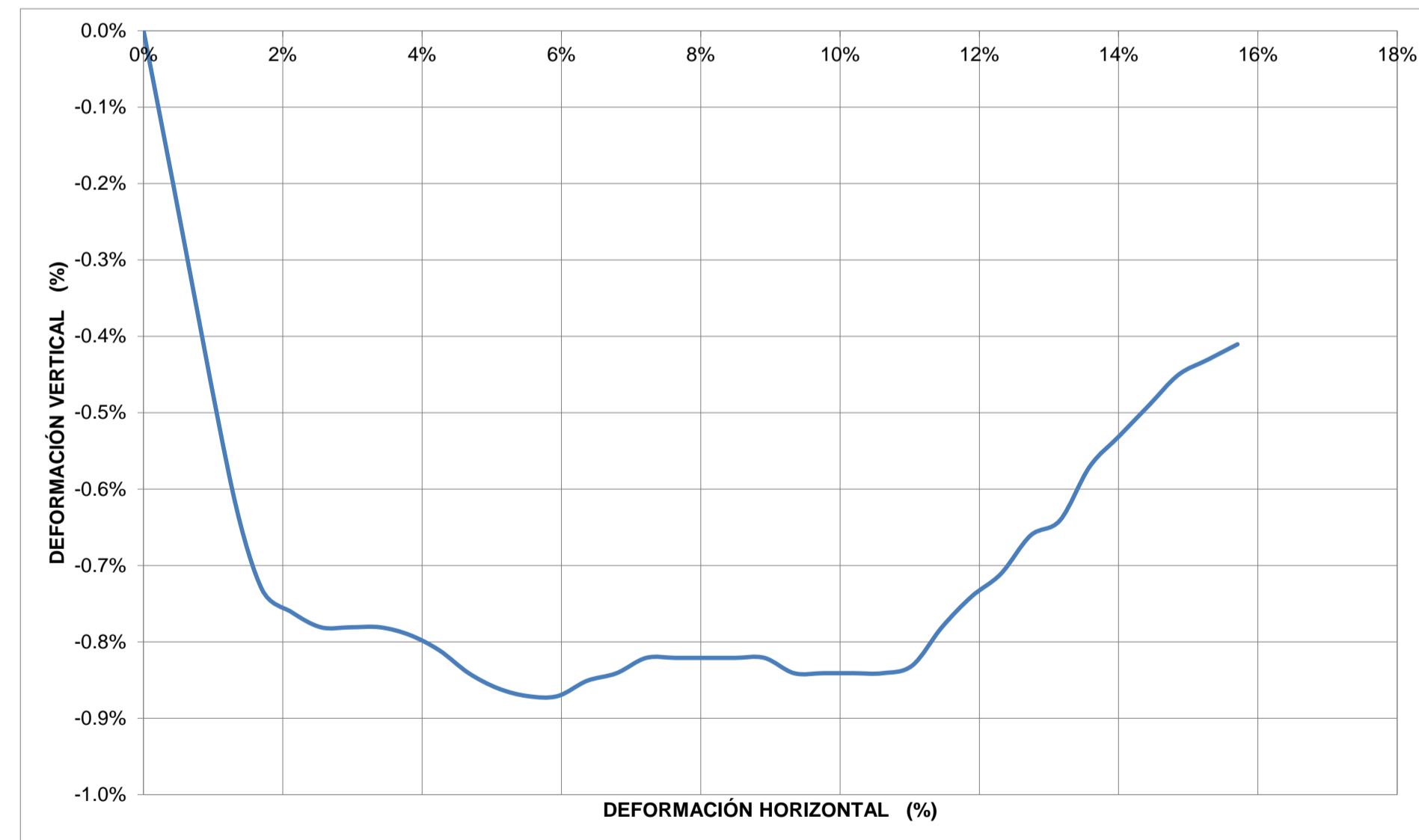
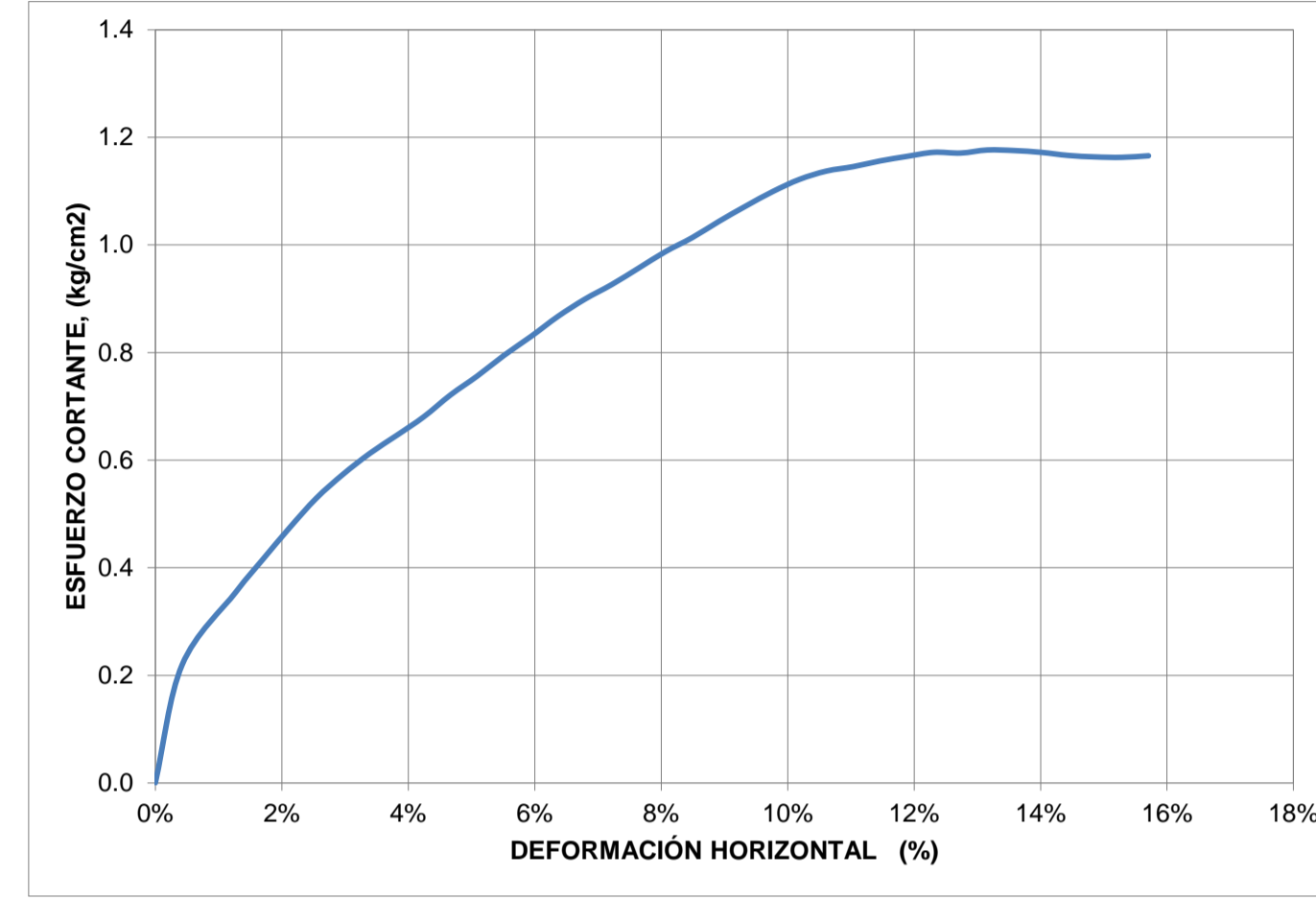
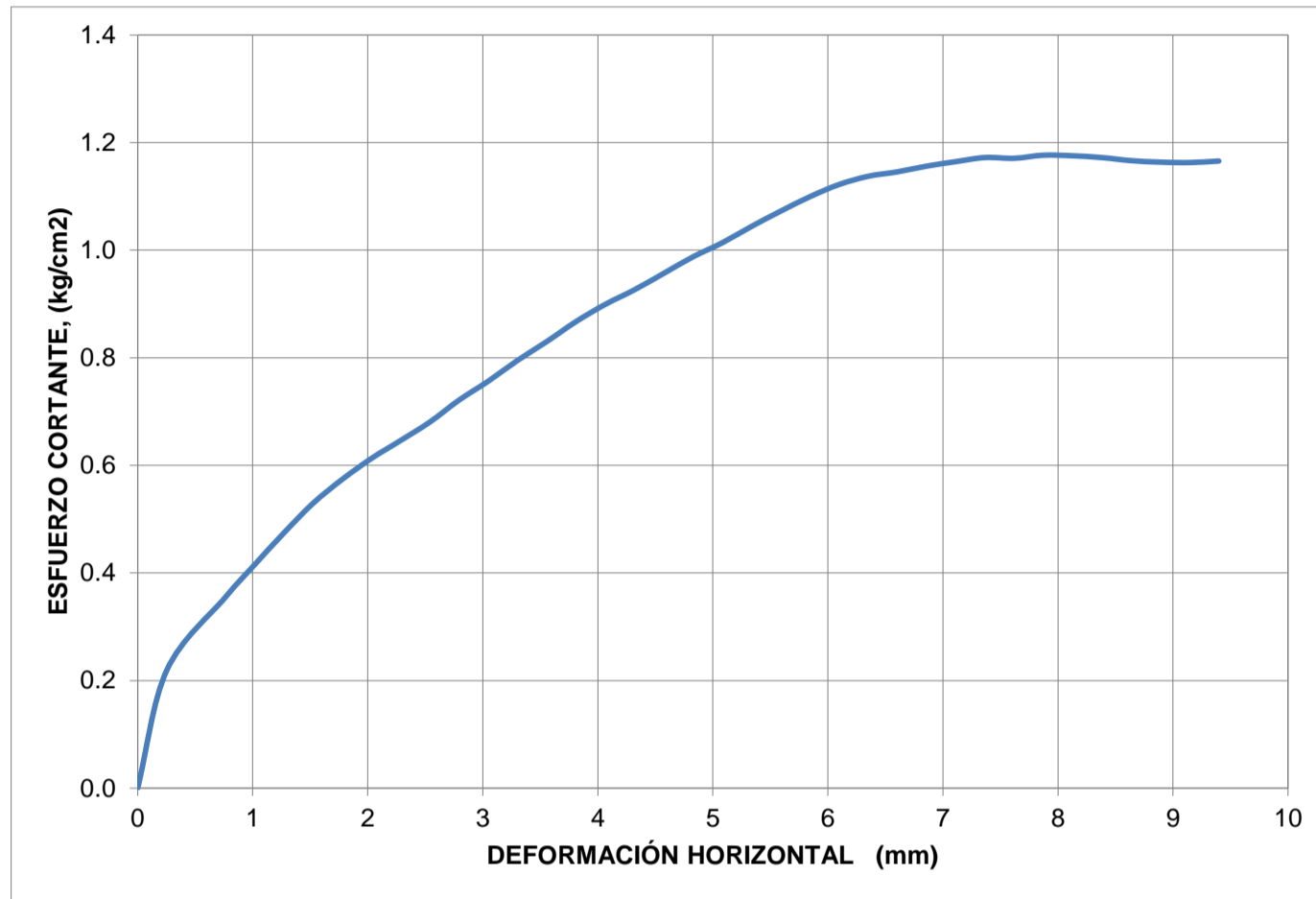
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	104.74
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.37
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Relación de Vacíos, e	1.0260717

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
32	10	0.254	-20	-0.0508	7.77	35.41	0.83	0.22	0.26	0.42%	-0.20%
94	30	0.762	-60	-0.1524	12.45	35.11	0.84	0.35	0.42	1.27%	-0.60%
124	40	1.016	-73	-0.18542	14.51	34.96	0.84	0.42	0.49	1.70%	-0.73%
153	50	1.27	-76	-0.19304	16.50	34.81	0.84	0.47	0.56	2.12%	-0.76%
183	60	1.524	-78	-0.19812	18.34	34.66	0.85	0.53	0.62	2.55%	-0.78%
212	70	1.778	-78	-0.19812	19.80	34.50	0.85	0.57	0.67	2.97%	-0.78%
241	80	2.032	-78	-0.19812	21.05	34.35	0.86	0.61	0.72	3.40%	-0.78%
270	90	2.286	-79	-0.20066	22.10	34.20	0.86	0.65	0.75	3.82%	-0.79%
299	100	2.54	-81	-0.20574	23.17	34.05	0.86	0.68	0.79	4.25%	-0.81%
328	110	2.794	-84	-0.21336	24.45	33.90	0.87	0.72	0.83	4.67%	-0.84%
357	120	3.048	-86	-0.21844	25.53	33.75	0.87	0.76	0.87	5.09%	-0.86%
386	130	3.302	-87	-0.22098	26.71	33.60	0.87	0.79	0.91	5.52%	-0.87%
415	140	3.556	-87	-0.22098	27.76	33.45	0.88	0.83	0.95	5.94%	-0.87%
444	150	3.81	-85	-0.2159	28.87	33.30	0.88	0.87	0.98	6.37%	-0.85%
472	160	4.064	-84	-0.21336	29.80	33.15	0.89	0.90	1.01	6.79%	-0.84%
500	170	4.318	-82	-0.20828	30.56	32.99	0.89	0.93	1.04	7.22%	-0.82%
530	180	4.572	-82	-0.20828	31.42	32.84	0.89	0.96	1.07	7.64%	-0.82%
558	190	4.826	-82	-0.20828	32.28	32.69	0.90	0.99	1.10	8.07%	-0.82%
586	200	5.08	-82	-0.20828	32.98	32.54	0.90	1.01	1.12	8.49%	-0.82%
615	210	5.334	-82	-0.20828	33.81	32.39	0.91	1.04	1.15	8.91%	-0.82%
104	220	5.588	-84	-0.21336	34.57	32.24	0.91	1.07	1.18	9.34%	-0.84%
673	230	5.842	-84	-0.21336	35.27	32.09	0.92	1.10	1.20	9.76%	-0.84%
701	240	6.096	-84	-0.21336	35.83	31.94	0.92	1.12	1.22	10.19%	-0.84%
729	250	6.35	-84	-0.21336	36.15	31.79	0.92	1.14	1.23	10.61%	-0.84%
757	260	6.604	-83	-0.21082	36.24	31.64	0.93	1.15	1.23	11.04%	-0.83%
785	270	6.858	-78	-0.19812	36.40	31.49	0.93	1.16	1.24	11.46%	-0.78%
812	280	7.112	-74	-0.18796	36.49	31.33	0.94	1.16	1.24	11.89%	-0.74%
841	290	7.366	-71	-0.18034	36.55	31.18	0.94	1.17	1.24	12.31%	-0.71%
869	300	7.62	-66	-0.16764	36.33	31.03	0.95	1.17	1.24	12.74%	-0.66%
898	310	7.874	-64	-0.16256	36.33	30.88	0.95	1.18	1.24	13.16%	-0.64%
925	320	8.128	-57	-0.14478	36.12	30.73	0.96	1.18	1.23	13.58%	-0.57%
954	330	8.382	-53	-0.13462	35.84	30.58	0.96	1.17	1.22	14.01%	-0.53%
982	340	8.636	-49	-0.12446	35.49	30.43	0.97	1.17	1.21	14.43%	-0.49%
1009	350	8.89	-45	-0.1143	35.23	30.28	0.97	1.16	1.20	14.86%	-0.45%
1037	360	9.144	-43	-0.10922	35.03	30.13	0.98	1.16	1.19	15.28%	-0.43%
1065	370	9.398	-41	-0.10414	34.94	29.98	0.98	1.17	1.19	15.71%	-0.41%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:**

Material Seco con densidad suelta y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:**

10-mar-13

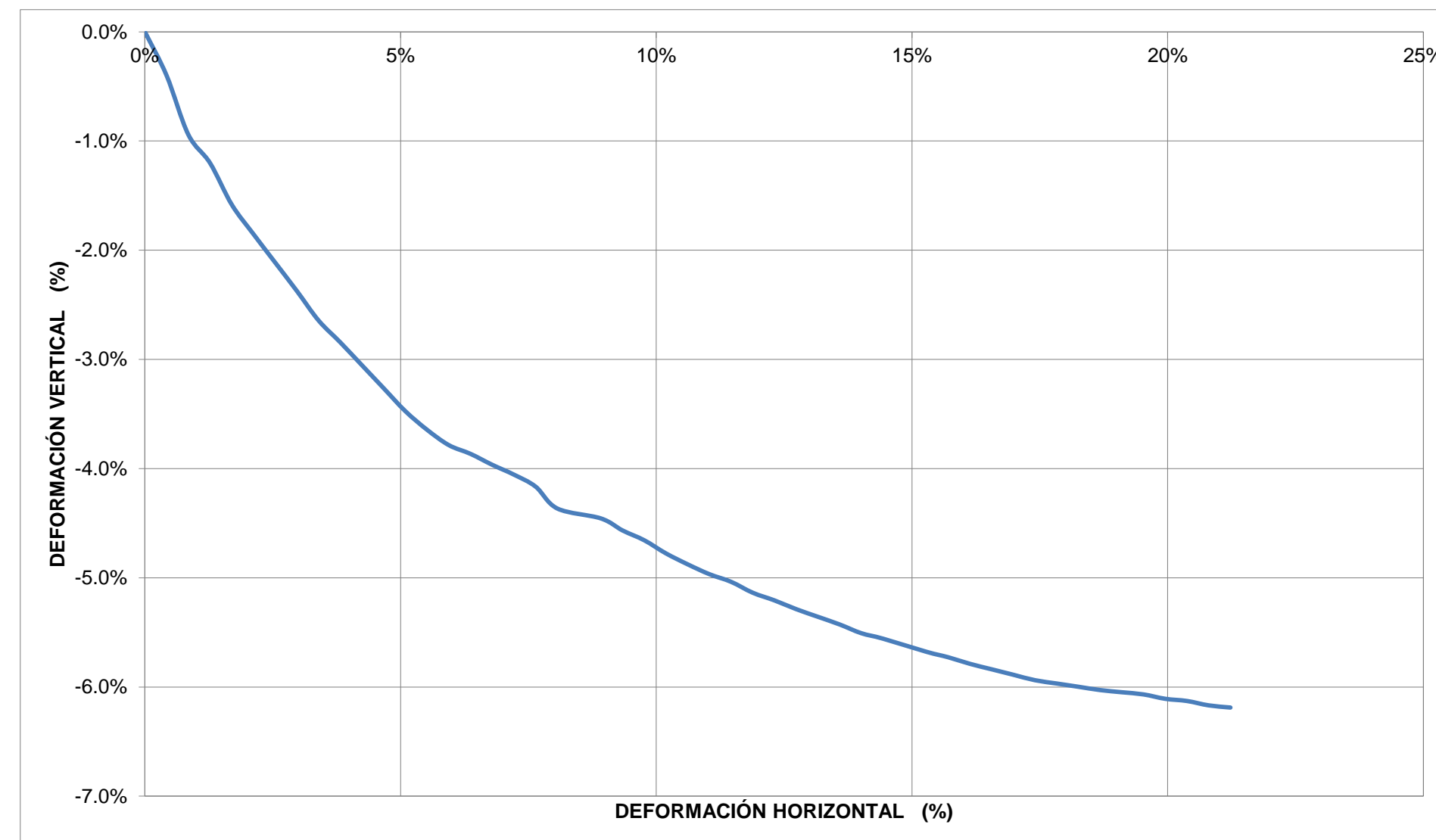
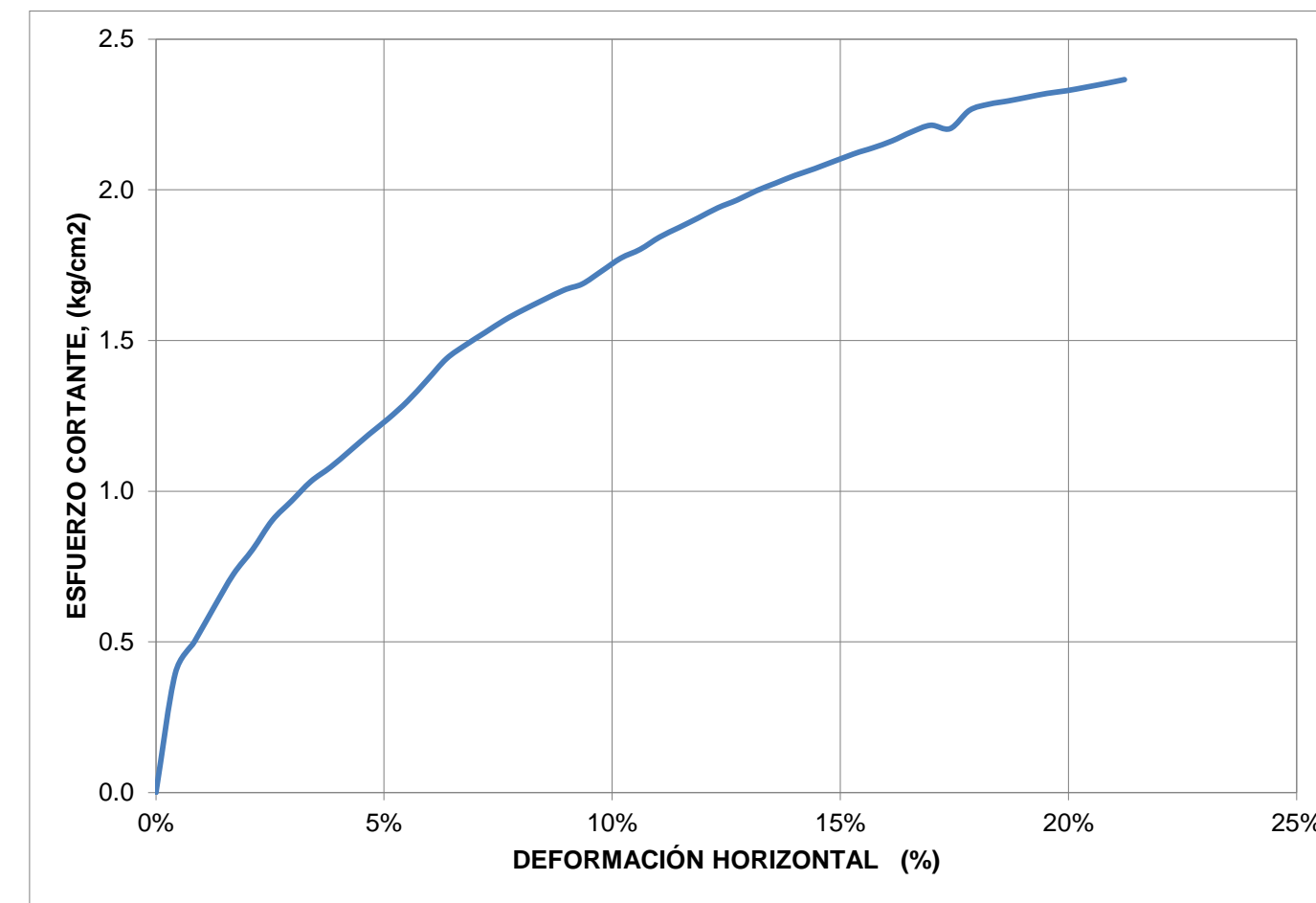
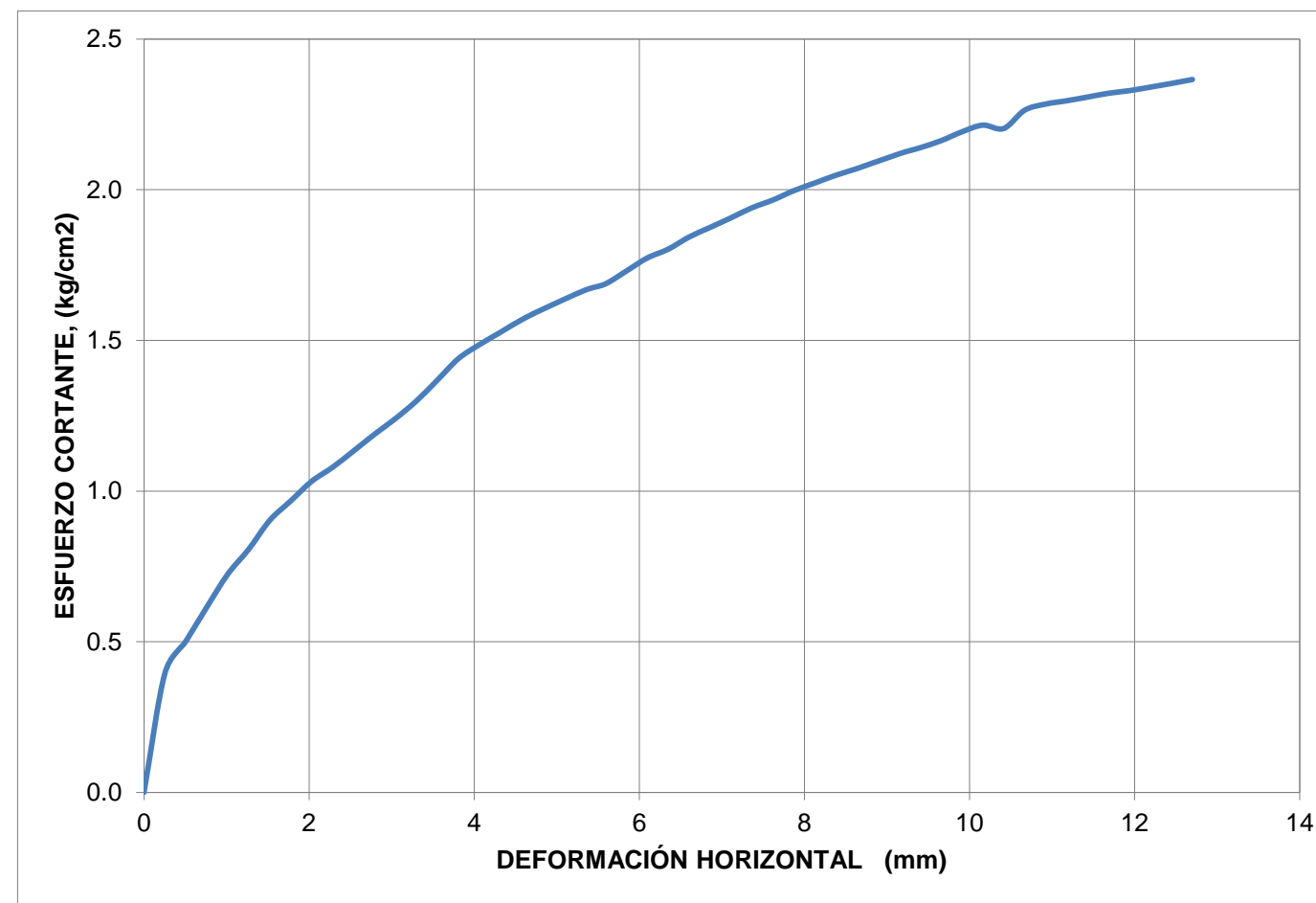
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	105.07
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	1.99

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Relación de Vacíos, e	1.02

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
68	10	0.254	-40	-0.1016	14.00	35.41	2.00	0.40	0.20	0.42%	-0.40%
99	20	0.508	-94	-0.23876	17.70	35.26	2.01	0.50	0.25	0.85%	-0.94%
130	30	0.762	-120	-0.3048	21.60	35.11	2.02	0.62	0.30	1.27%	-1.20%
161	40	1.016	-158	-0.40132	25.33	34.96	2.03	0.72	0.36	1.70%	-1.58%
190	50	1.27	-185	-0.4699	28.10	34.81	2.04	0.81	0.40	2.12%	-1.85%
220	60	1.524	-211	-0.53594	31.29	34.66	2.05	0.90	0.44	2.55%	-2.11%
250	70	1.778	-237	-0.60198	33.38	34.50	2.06	0.97	0.47	2.97%	-2.37%
279	80	2.032	-264	-0.67056	35.47	34.35	2.07	1.03	0.50	3.40%	-2.64%
308	90	2.286	-284	-0.72136	36.91	34.20	2.07	1.08	0.52	3.82%	-2.84%
336	100	2.54	-305	-0.7747	38.59	34.05	2.08	1.13	0.54	4.25%	-3.05%
365	110	2.794	-326	-0.82804	40.30	33.90	2.09	1.19	0.57	4.67%	-3.26%
394	120	3.048	-347	-0.88138	41.88	33.75	2.10	1.24	0.59	5.09%	-3.47%
423	130	3.302	-364	-0.92456	43.66	33.60	2.11	1.30	0.62	5.52%	-3.64%
453	140	3.556	-378	-0.96012	45.78	33.45	2.12	1.37	0.65	5.94%	-3.78%
482	150	3.81	-386	-0.98044	47.94	33.30	2.13	1.44	0.68	6.37%	-3.87%
511	160	4.064	-396	-1.00584	49.25	33.15	2.14	1.49	0.69	6.79%	-3.97%
542	170	4.318	-405	-1.0287	50.38	32.99	2.15	1.53	0.71	7.22%	-4.06%
573	180	4.572	-416	-1.05664	51.50	32.84	2.16	1.57	0.73	7.64%	-4.17%
603	190	4.826	-436	-1.10744	52.40	32.69	2.17	1.60	0.74	8.07%	-4.37%
635	210	5.334	-445	-1.1303	53.95	32.39	2.19	1.67	0.76	8.91%	-4.46%
662	220	5.588	-456	-1.15824	54.40	32.24	2.20	1.69	0.77	9.34%	-4.57%
694	230	5.842	-465	-1.1811	55.51	32.09	2.21	1.73	0.78	9.76%	-4.66%
726	240	6.096	-477	-1.21158	56.64	31.94	2.22	1.77	0.80	10.19%	-4.78%
758	250	6.35	-487	-1.23698	57.30	31.79	2.23	1.80	0.81	10.61%	-4.88%
785	260	6.604	-496	-1.25984	58.31	31.64	2.24	1.84	0.82	11.04%	-4.97%
812	270	6.858	-503	-1.27762	59.03	31.49	2.25	1.87	0.83	11.46%	-5.04%
844	280	7.112	-513	-1.30302	59.75	31.33	2.26	1.91	0.84	11.89%	-5.14%
873	290	7.366	-520	-1.3208	60.50	31.18	2.28	1.94	0.85	12.31%	-5.21%
908	300	7.62	-528	-1.34112	61.01	31.03	2.29	1.97	0.86	12.74%	-5.29%
932	310	7.874	-535	-1.3589	61.67	30.88	2.30	2.00	0.87	13.16%	-5.36%
965	320	8.128	-542	-1.37668	62.15	30.73	2.31	2.02	0.88	13.58%	-5.43%
993	330	8.382	-550	-1.397	62.63	30.58	2.32	2.05	0.88	14.01%	-5.51%
1022	340	8.636	-555	-1.4097	62.99	30.43	2.33	2.07	0.89	14.43%	-5.56%
1046	360	9.144	-567	-1.44018	63.83	30.13	2.35	2.12	0.90	15.28%	-5.68%
1081	370	9.398	-572	-1.45288	64.12	29.98	2.37	2.14	0.90	15.71%	-5.73%
1113	380	9.652	-578	-1.46812	64.49	29.82	2.38	2.16	0.91	16.13%	-5.79%
1141	390	9.906	-583	-1.48082	65.04	29.67	2.39	2.19	0.92	16.56%	-5.84%
1178	400	10.16	-588	-1.49352	65.37	29.52	2.40	2.21	0.92	16.98%	-5.89%
1204	410	10.414	-593	-1.50622	64.71	29.37	2.42	2.20	0.91	17.41%	-5.94%
1236	420	10.668	-596	-1.51384	66.15	29.22	2.43	2.26	0.93	17.83%	-5.97%
1264	430	10.922	-599	-1.52146	66.40	29.07	2.44	2.28	0.94	18.25%	-6.00%
1291	440	11.176	-602	-1.52908	66.37	28.92	2.45	2.30	0.94	18.68%	-6.03%
1323	450	11.43	-604	-1.53416	66.38	28.77	2.47	2.31	0.94	19.10%	-6.05%
1357	460	11.684	-606	-1.53924	66.39	28.62	2.48	2.32	0.94	19.53%	-6.07%
1385	470	11.938	-610	-1.5494	66.29	28.47	2.49	2.33	0.93	19.95%	-6.11%
1418	480	12.192	-612	-1.55448	66.27	28.31	2.51	2.34	0.93	20.38%	-6.13%
1441	490	12.446	-616	-1.56464	66.26	28.16	2.52	2.35	0.93	20.80%	-6.17%
1479	500	12.7	-618	-1.56972	66.27	28.01	2.53	2.37	0.93	21.23%	-6.19%

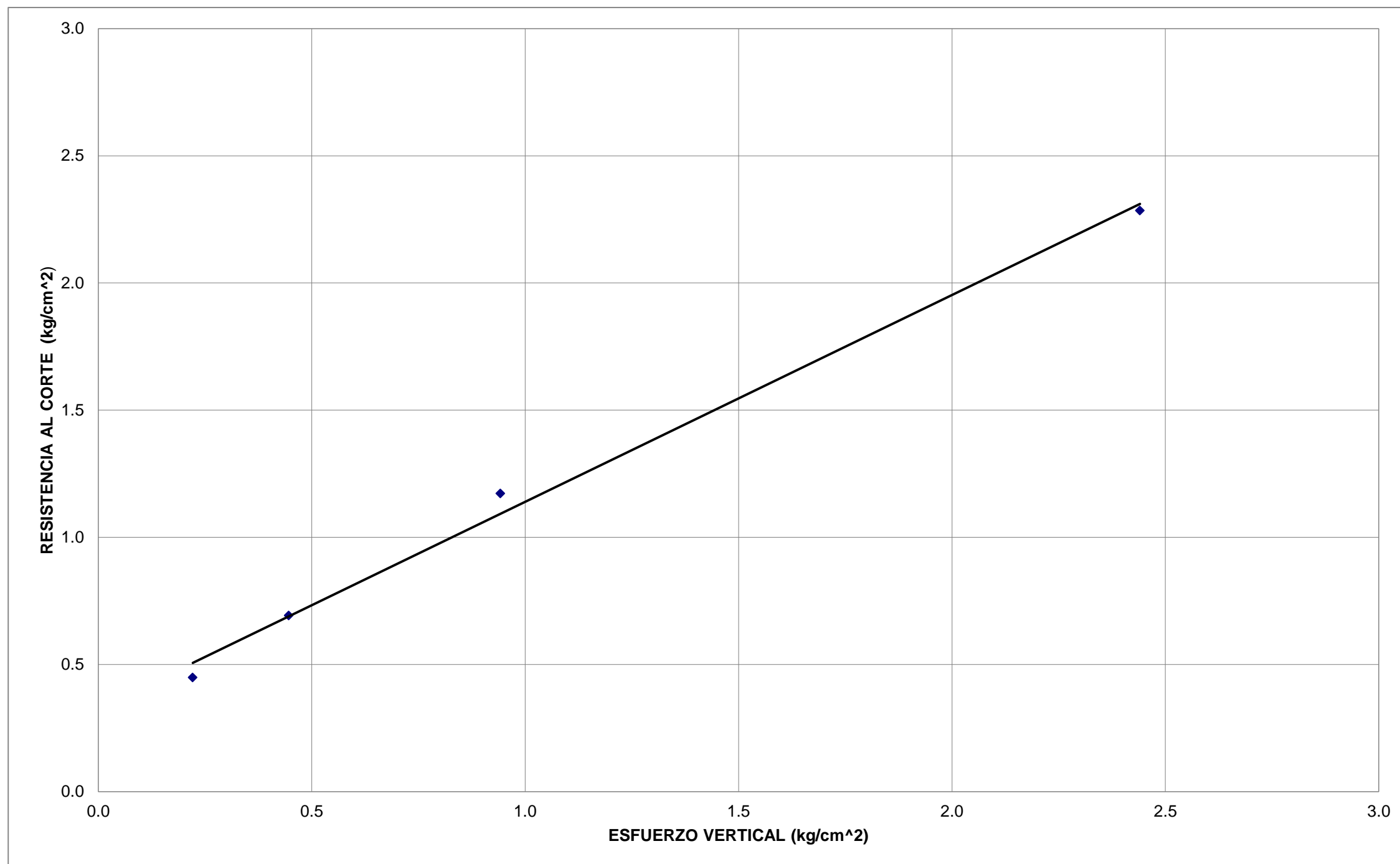


PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.  
DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

## DESCRIPCIÓN:

Envolvente de resistencia máxima de MS-DS  
Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 10-mar-13

ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $\phi'$  39.1 °

COHESIÓN ,  $C'$  0.326 kg/cm<sup>2</sup>

Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
14.46	0.09	0.22	0.45
21.48	0.13	0.45	0.69
36.55	0.12	0.94	1.17
66.40	0.18	2.44	2.28

Regresión	Pendiente
0.813150183	0.8131502
0.326059818	0.6827081 ATAN
	39.116291 39.116291



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 13-mar-13

**DIMENSIONES**

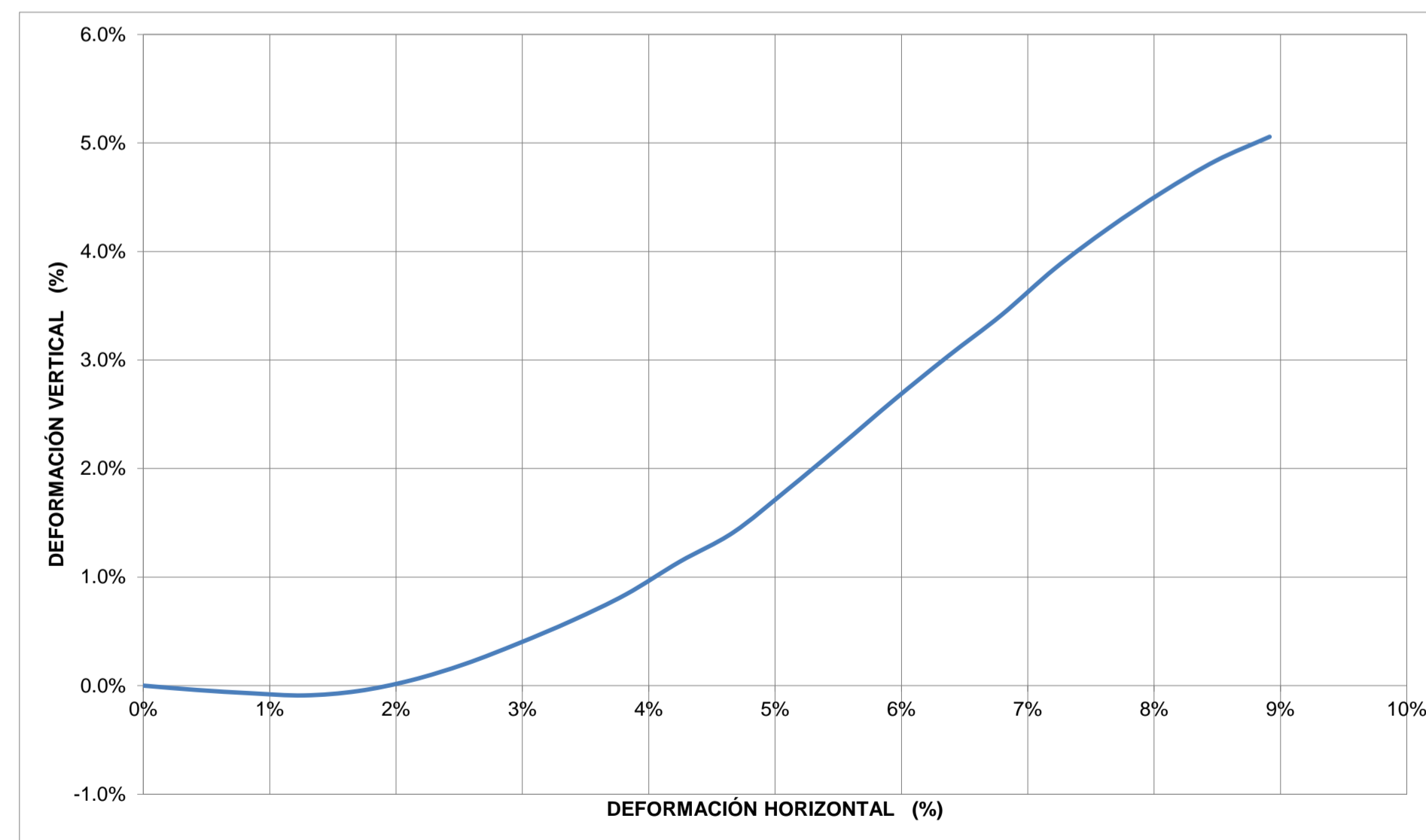
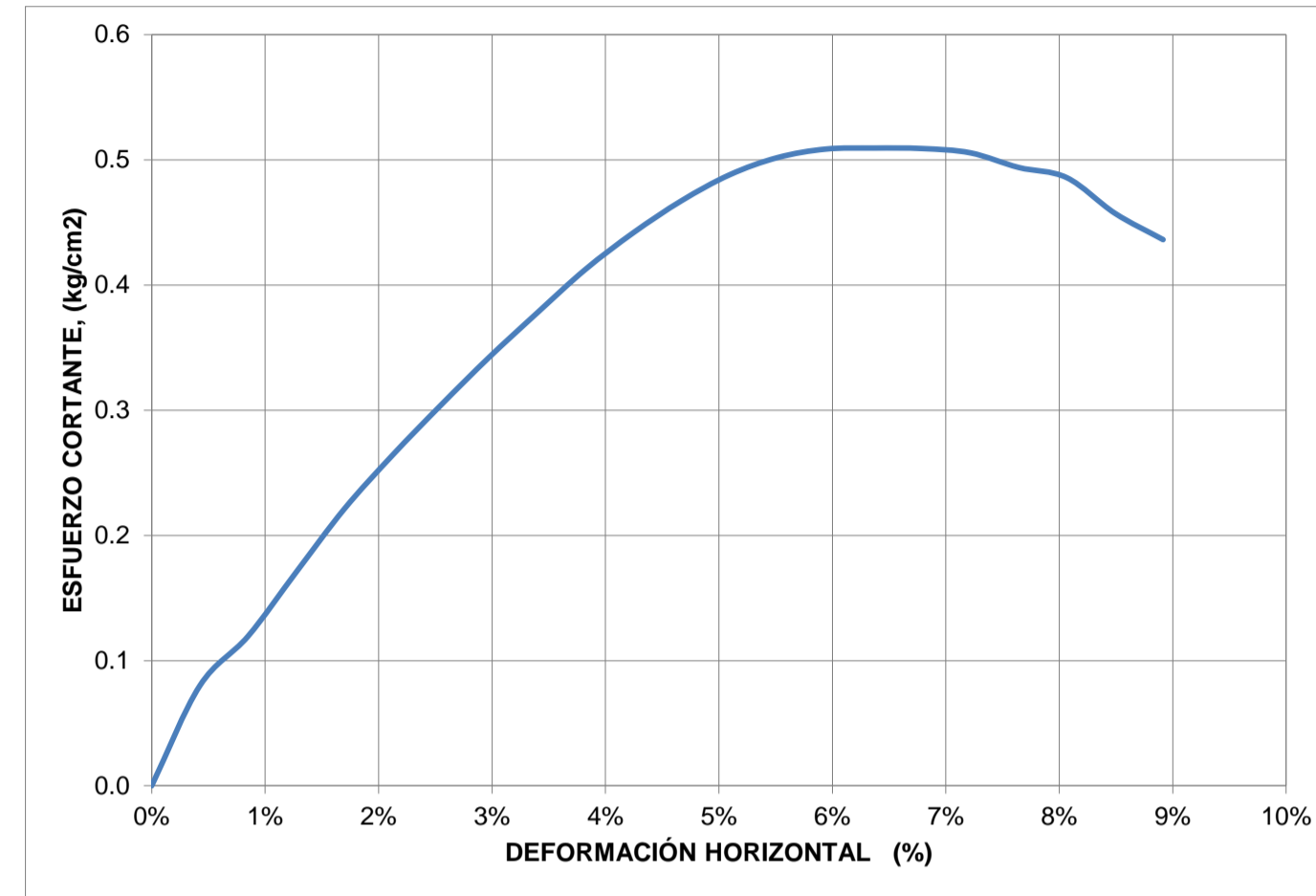
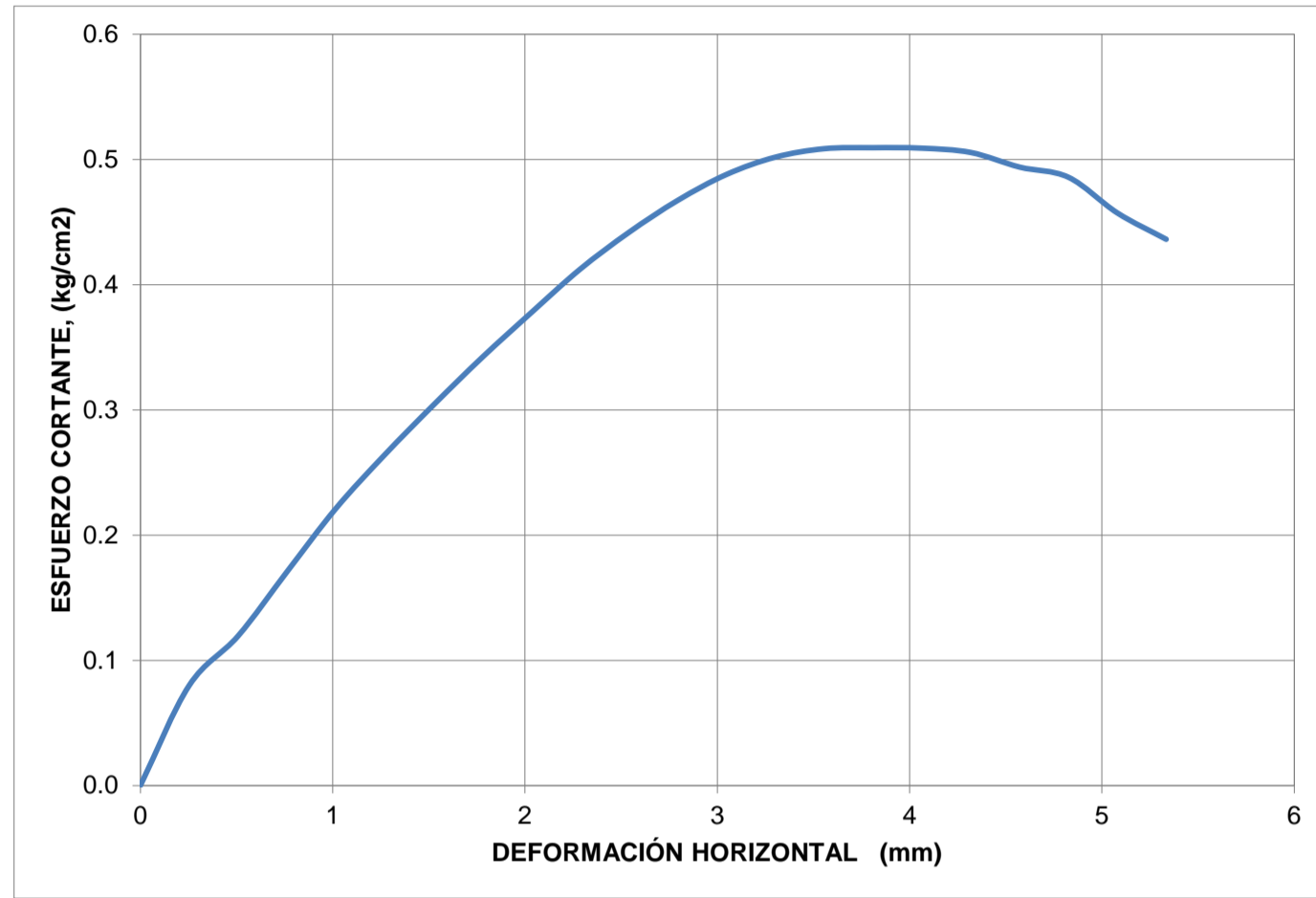
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	117.28
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.13
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.30
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.30
Relación de Vacíos, e	0.8094368

116.00

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
49	10	0.254	-4	-0.01016	2.83	35.41	0.20	0.08	0.40	0.42%	-0.04%
76	20	0.508	-7	-0.01778	4.21	35.26	0.20	0.12	0.59	0.85%	-0.07%
107	30	0.762	-9	-0.02286	5.99	35.11	0.20	0.17	0.84	1.27%	-0.09%
139	40	1.016	-5	-0.0127	7.73	34.96	0.20	0.22	1.08	1.70%	-0.05%
169	50	1.27	5	0.0127	9.19	34.81	0.20	0.26	1.29	2.12%	0.05%
197	60	1.524	20	0.0508	10.53	34.66	0.21	0.30	1.48	2.55%	0.20%
228	70	1.778	39	0.09906	11.80	34.50	0.21	0.34	1.66	2.97%	0.39%
258	80	2.032	60	0.1524	12.97	34.35	0.21	0.38	1.82	3.40%	0.60%
286	90	2.286	84	0.21336	14.10	34.20	0.21	0.41	1.98	3.82%	0.84%
315	100	2.54	114	0.28956	15.04	34.05	0.21	0.44	2.11	4.25%	1.14%
345	110	2.794	141	0.35814	15.84	33.90	0.21	0.47	2.22	4.67%	1.41%
374	120	3.048	180	0.4572	16.47	33.75	0.21	0.49	2.31	5.09%	1.80%
403	130	3.302	221	0.56134	16.86	33.60	0.21	0.50	2.37	5.52%	2.21%
441	140	3.556	263	0.66802	17.01	33.45	0.21	0.51	2.39	5.94%	2.63%
461	150	3.81	303	0.76962	16.96	33.30	0.21	0.51	2.38	6.37%	3.03%
488	160	4.064	341	0.86614	16.87	33.15	0.22	0.51	2.37	6.79%	3.41%
515	170	4.318	384	0.97536	16.68	32.99	0.22	0.51	2.34	7.22%	3.85%
544	180	4.572	421	1.06934	16.22	32.84	0.22	0.49	2.28	7.64%	4.22%
573	190	4.826	454	1.15316	15.88	32.69	0.22	0.49	2.23	8.07%	4.55%
602	200	5.08	483	1.22682	14.88	32.54	0.22	0.46	2.09	8.49%	4.84%
630	210	5.334	505	1.2827	14.13	32.39	0.22	0.44	1.98	8.91%	5.06%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 10-abr-13

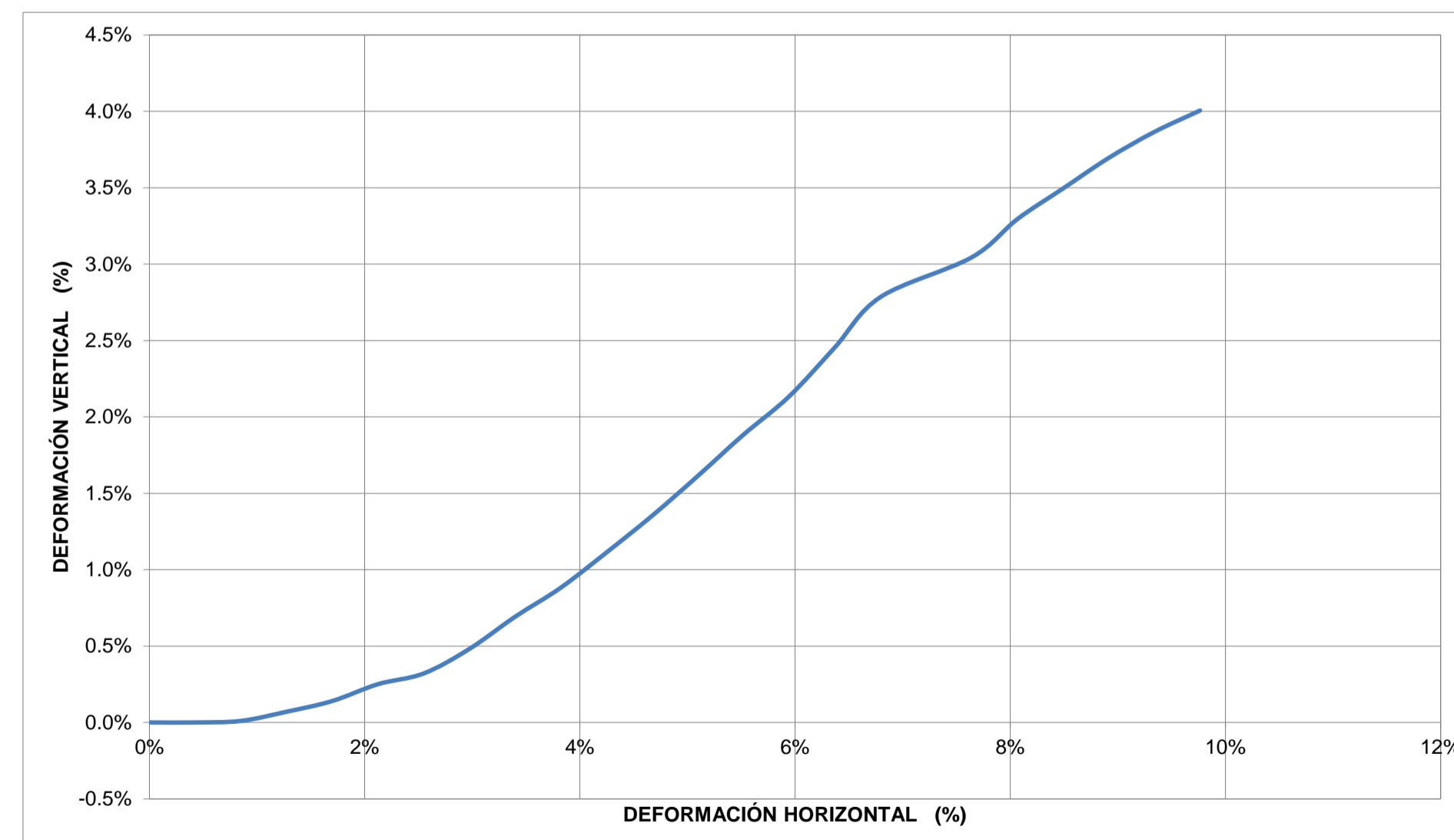
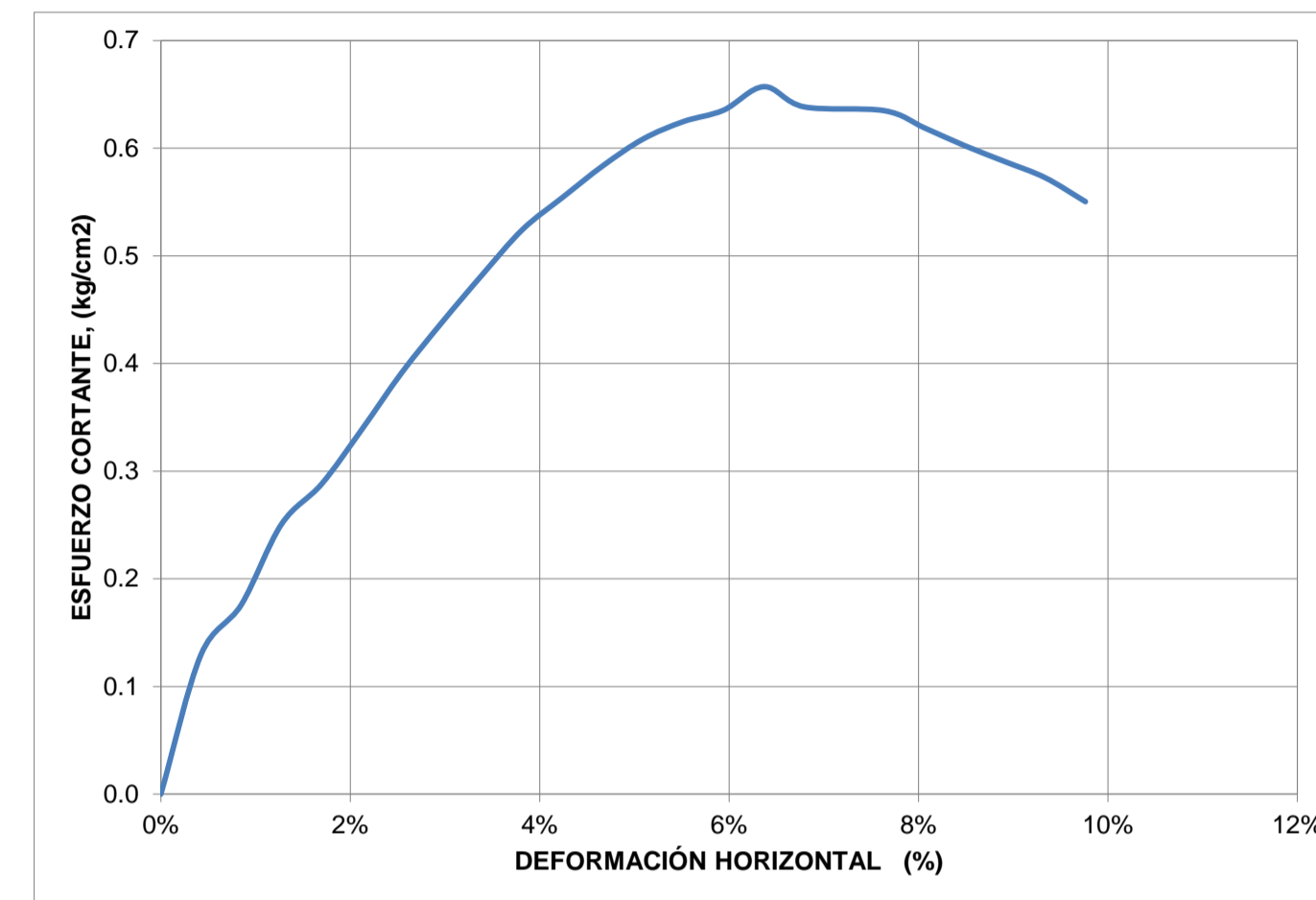
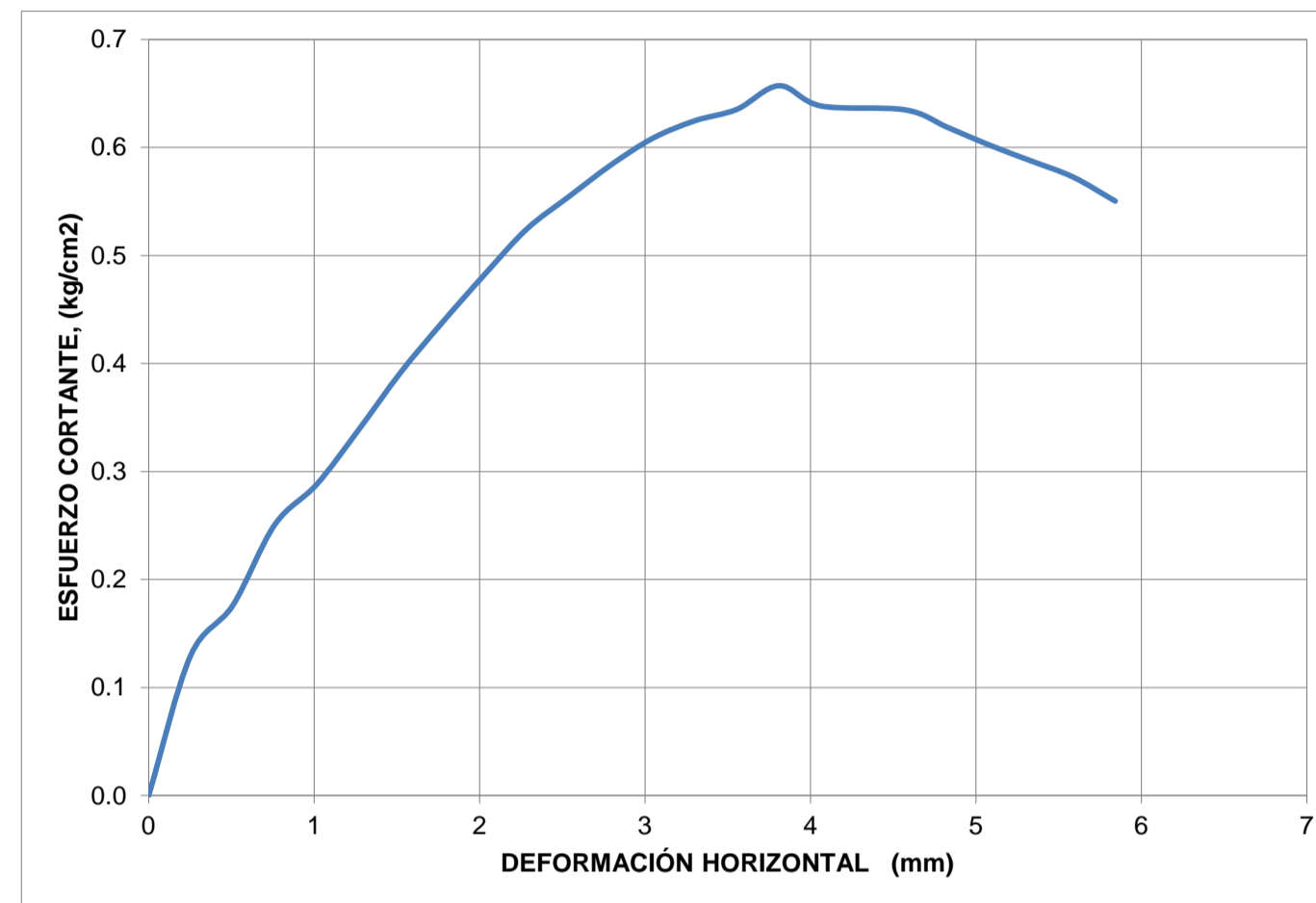
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	115.59
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.835892

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
34	10	0.254	0	0	4.59	35.41	0.39	0.13	0.33	0.42%	0.00%
65	20	0.508	1	0.00254	6.20	35.26	0.39	0.18	0.45	0.85%	0.01%
94	30	0.762	7	0.01778	8.80	35.11	0.39	0.25	0.64	1.27%	0.07%
123	40	1.016	14	0.03556	10.07	34.96	0.40	0.29	0.73	1.70%	0.14%
154	50	1.27	25	0.0635	11.79	34.81	0.40	0.34	0.85	2.12%	0.25%
184	60	1.524	32	0.08128	13.58	34.66	0.40	0.39	0.98	2.55%	0.32%
213	70	1.778	48	0.12192	15.13	34.50	0.40	0.44	1.09	2.97%	0.48%
243	80	2.032	69	0.17526	16.58	34.35	0.40	0.48	1.20	3.40%	0.69%
273	90	2.286	88	0.22352	17.94	34.20	0.40	0.52	1.30	3.82%	0.88%
302	100	2.54	111	0.28194	18.88	34.05	0.41	0.55	1.36	4.25%	1.11%
331	110	2.794	135	0.3429	19.79	33.90	0.41	0.58	1.43	4.67%	1.35%
360	120	3.048	161	0.40894	20.54	33.75	0.41	0.61	1.48	5.09%	1.61%
389	130	3.302	188	0.47752	20.99	33.60	0.41	0.62	1.52	5.52%	1.88%
417	140	3.556	213	0.54102	21.25	33.45	0.41	0.64	1.54	5.94%	2.13%
445	150	3.81	245	0.6223	21.88	33.30	0.42	0.66	1.58	6.37%	2.45%
473	160	4.064	278	0.70612	21.16	33.15	0.42	0.64	1.53	6.79%	2.78%
502	180	4.572	304	0.77216	20.85	32.84	0.42	0.63	1.51	7.64%	3.04%
530	190	4.826	329	0.83566	20.23	32.69	0.42	0.62	1.46	8.07%	3.29%
557	200	5.08	349	0.88646	19.60	32.54	0.43	0.60	1.42	8.49%	3.49%
585	210	5.334	369	0.93726	19.03	32.39	0.43	0.59	1.38	8.91%	3.69%
611	220	5.588	386	0.98044	18.46	32.24	0.43	0.57	1.33	9.34%	3.87%
641	230	5.842	400	1.016	17.66	32.09	0.43	0.55	1.28	9.76%	4.01%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 13/0/2013

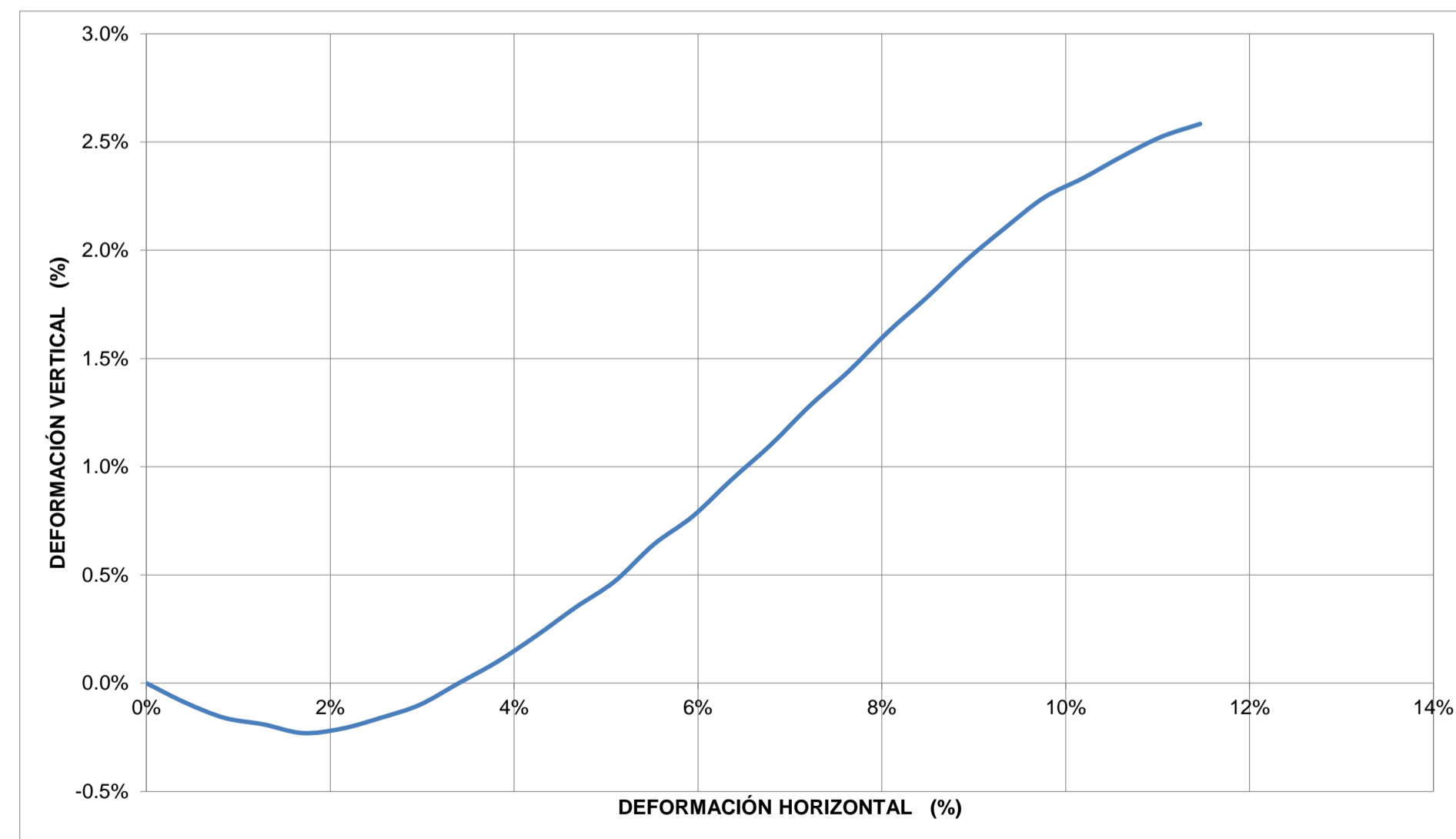
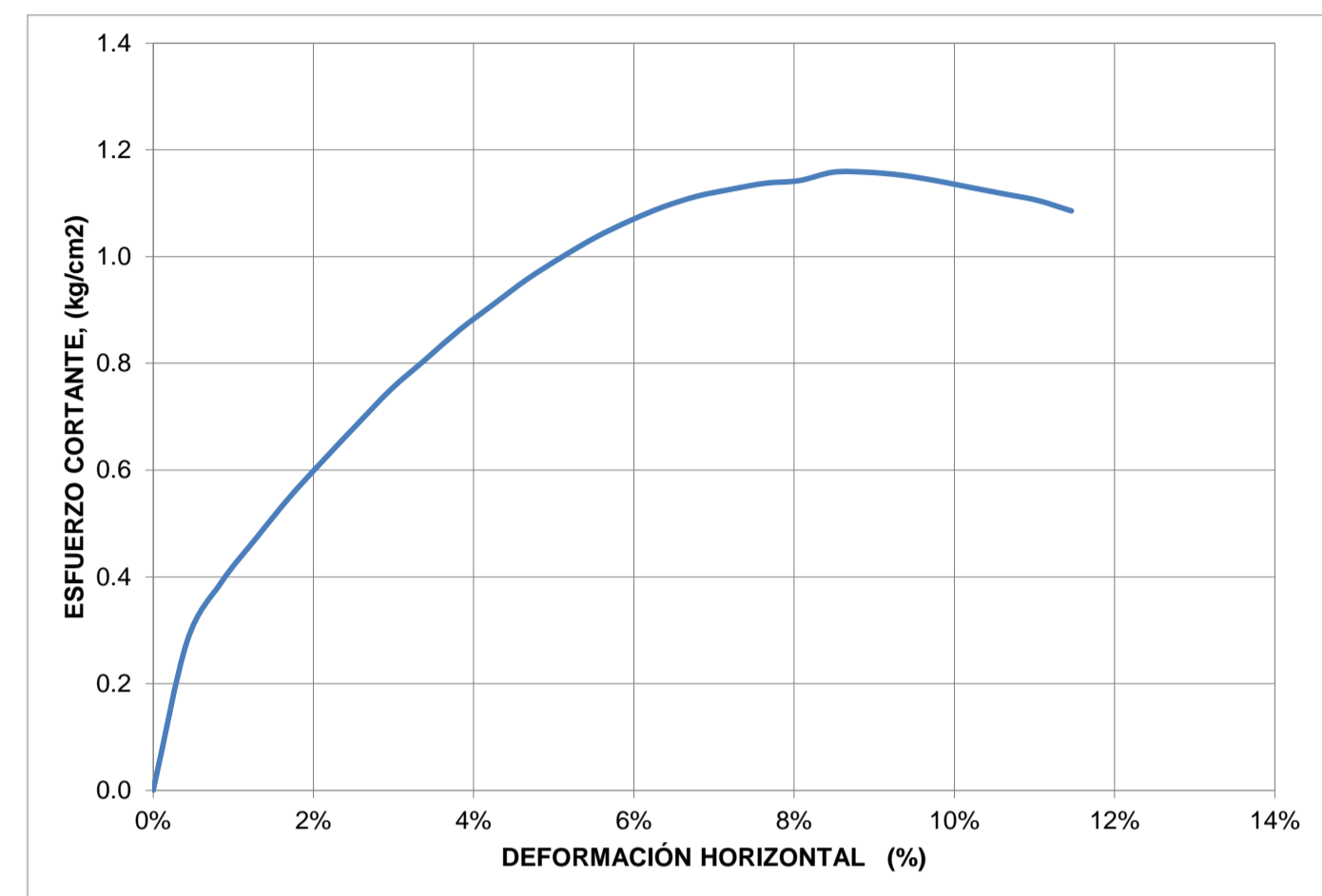
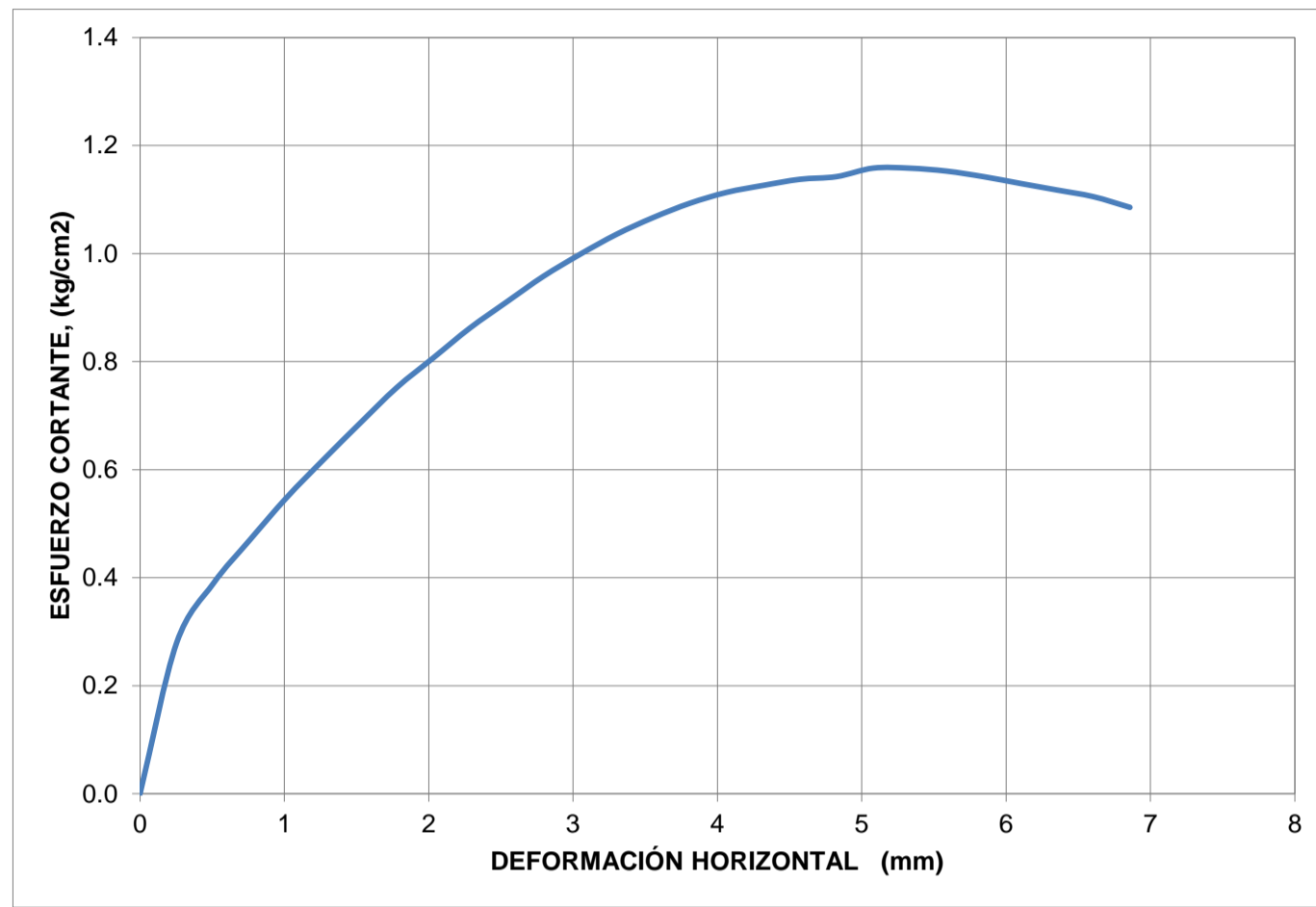
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	115.34
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.43
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.8398713

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
41	10	0.254	-9	-0.02286	9.90	35.41	0.83	0.28	0.34	0.42%	-0.09%
72	20	0.508	-16	-0.04064	13.73	35.26	0.83	0.39	0.47	0.85%	-0.16%
101	30	0.762	-19	-0.04826	16.51	35.11	0.84	0.47	0.56	1.27%	-0.19%
132	40	1.016	-23	-0.05842	19.17	34.96	0.84	0.55	0.65	1.70%	-0.23%
162	50	1.27	-21	-0.05334	21.52	34.81	0.85	0.62	0.73	2.12%	-0.21%
191	60	1.524	-16	-0.04064	23.77	34.66	0.85	0.69	0.81	2.55%	-0.16%
220	70	1.778	-10	-0.0254	25.94	34.50	0.85	0.75	0.88	2.97%	-0.10%
250	80	2.032	0	0	27.72	34.35	0.86	0.81	0.94	3.40%	0.00%
279	90	2.286	10	0.0254	29.49	34.20	0.86	0.86	1.00	3.82%	0.10%
309	100	2.54	22	0.05588	31.00	34.05	0.86	0.91	1.05	4.25%	0.22%
337	110	2.794	35	0.0889	32.47	33.90	0.87	0.96	1.10	4.67%	0.35%
366	120	3.048	47	0.11938	33.70	33.75	0.87	1.00	1.15	5.09%	0.47%
395	130	3.302	64	0.16256	34.80	33.60	0.88	1.04	1.18	5.52%	0.64%
423	140	3.556	77	0.19558	35.68	33.45	0.88	1.07	1.21	5.94%	0.77%
452	150	3.81	94	0.23876	36.40	33.30	0.88	1.09	1.24	6.37%	0.94%
481	160	4.064	110	0.2794	36.90	33.15	0.89	1.11	1.25	6.79%	1.10%
509	170	4.318	128	0.32512	37.16	32.99	0.89	1.13	1.26	7.22%	1.28%
527	180	4.572	144	0.36576	37.36	32.84	0.90	1.14	1.27	7.64%	1.44%
565	190	4.826	162	0.41148	37.35	32.69	0.90	1.14	1.27	8.07%	1.62%
594	200	5.08	178	0.45212	37.69	32.54	0.90	1.16	1.28	8.49%	1.78%
621	210	5.334	195	0.4953	37.51	32.39	0.91	1.16	1.27	8.91%	1.95%
649	220	5.588	210	0.5334	37.16	32.24	0.91	1.15	1.26	9.34%	2.10%
676	230	5.842	224	0.56896	36.66	32.09	0.92	1.14	1.25	9.76%	2.24%
704	240	6.096	233	0.59182	36.09	31.94	0.92	1.13	1.23	10.19%	2.33%
732	250	6.35	243	0.61722	35.53	31.79	0.93	1.12	1.21	10.61%	2.43%
759	260	6.604	252	0.64008	34.97	31.64	0.93	1.11	1.19	11.04%	2.52%
786	270	6.858	258	0.65532	34.18	31.49	0.93	1.09	1.16	11.46%	2.58%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con compacidad intermedia y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 13-mar-13

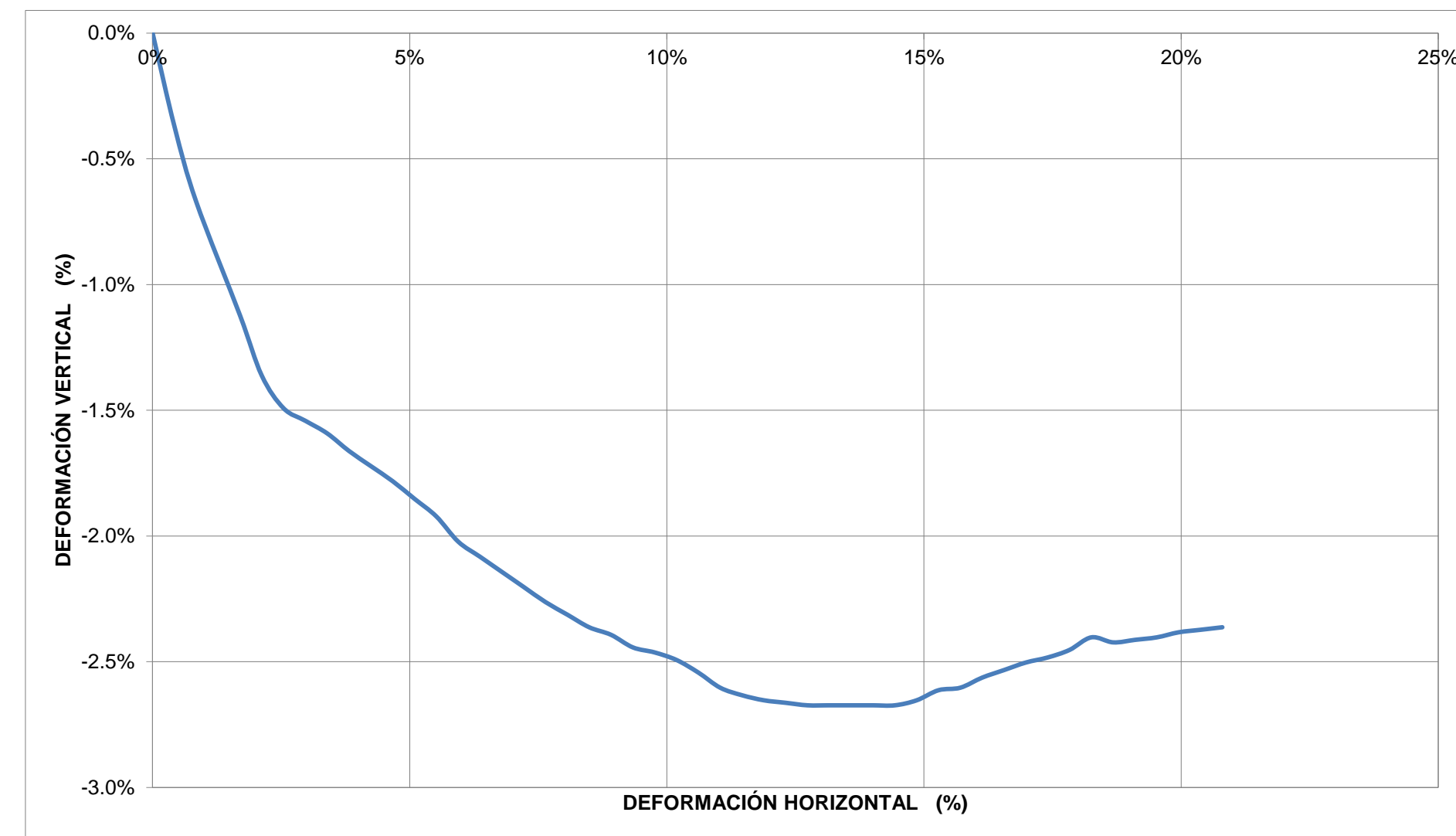
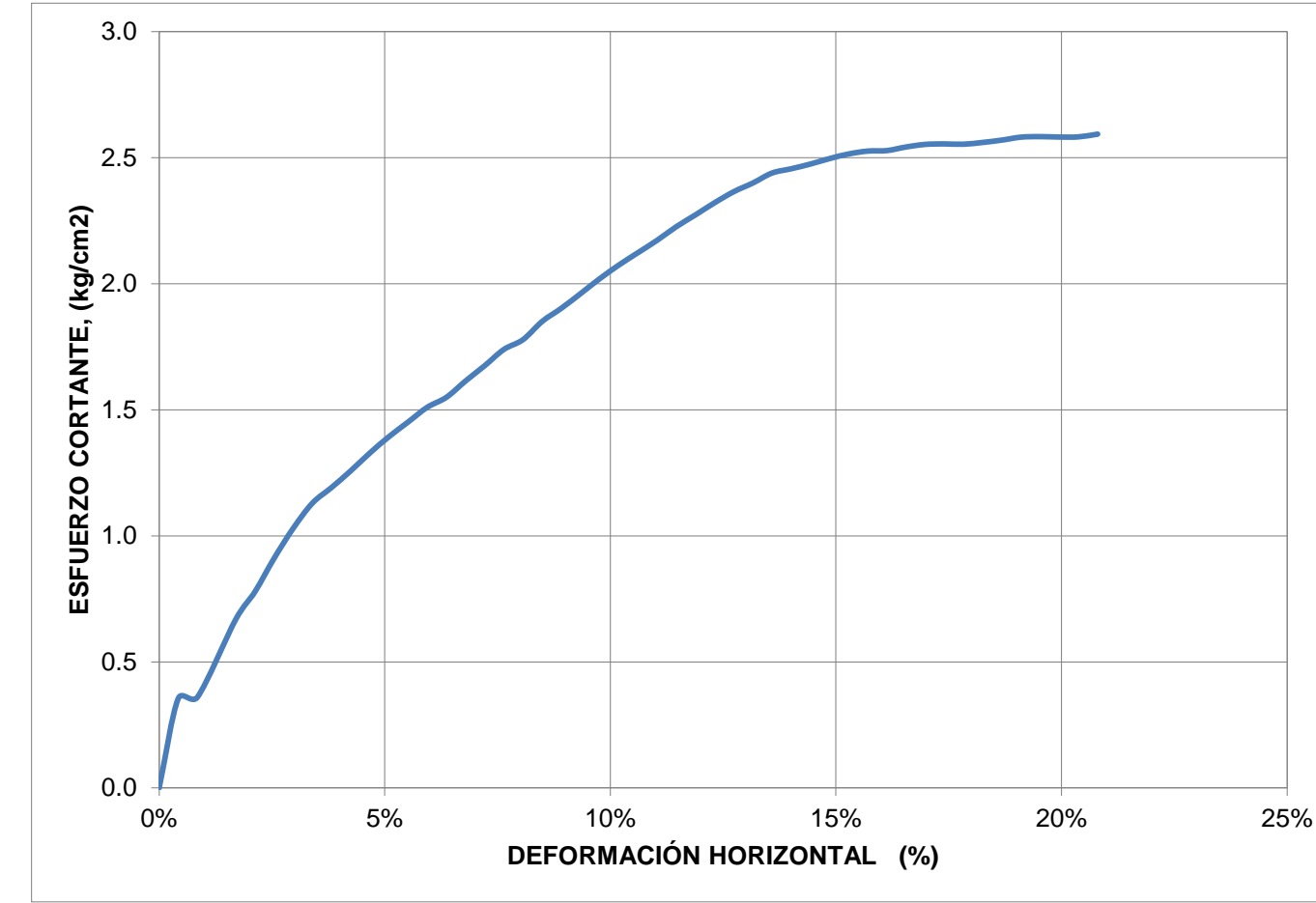
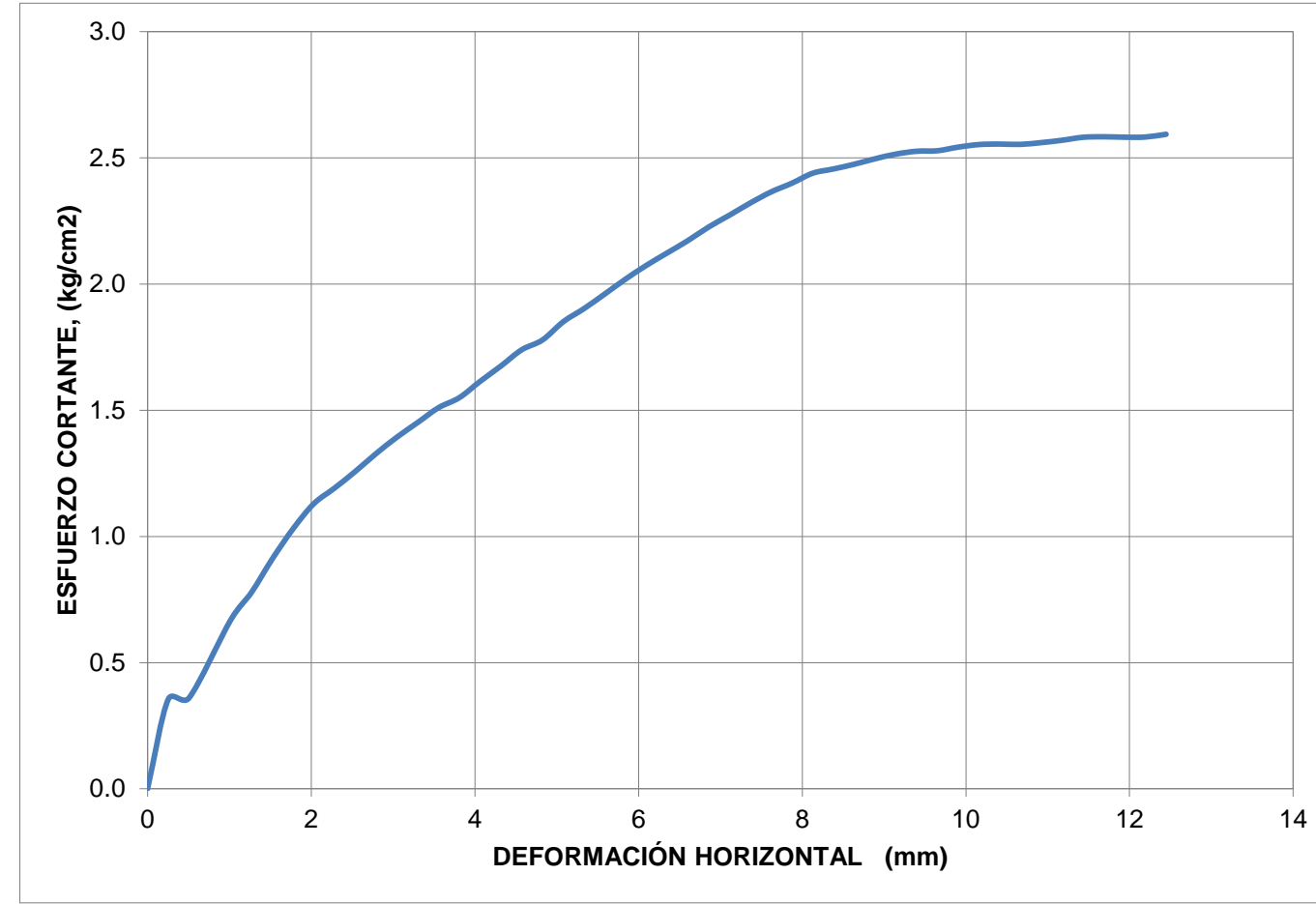
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	115.80
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.83

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
60	10	0.254	-37	-0.09398	12.57	35.41	2.00	0.35	0.18	0.42%	-0.37%
92	20	0.508	-67	-0.17018	12.70	35.26	2.01	0.36	0.18	0.85%	-0.67%
153	40	1.016	-112	-0.28448	23.37	34.96	2.03	0.67	0.33	1.70%	-1.12%
183	50	1.27	-136	-0.34544	27.07	34.81	2.04	0.78	0.38	2.12%	-1.36%
214	60	1.524	-149	-0.37846	31.55	34.66	2.05	0.91	0.44	2.55%	-1.49%
243	70	1.778	-154	-0.39116	35.53	34.50	2.06	1.03	0.50	2.97%	-1.54%
274	80	2.032	-159	-0.40386	38.80	34.35	2.07	1.13	0.55	3.40%	-1.59%
302	90	2.286	-166	-0.42164	40.75	34.20	2.07	1.19	0.57	3.82%	-1.66%
331	100	2.54	-172	-0.43688	42.82	34.05	2.08	1.26	0.60	4.25%	-1.72%
361	110	2.794	-178	-0.45212	45.03	33.90	2.09	1.33	0.63	4.67%	-1.78%
389	120	3.048	-185	-0.4699	47.02	33.75	2.10	1.39	0.66	5.09%	-1.85%
418	130	3.302	-192	-0.48768	48.76	33.60	2.11	1.45	0.69	5.52%	-1.92%
447	140	3.556	-202	-0.51308	50.50	33.45	2.12	1.51	0.71	5.94%	-2.02%
475	150	3.81	-208	-0.52832	51.59	33.30	2.13	1.55	0.73	6.37%	-2.08%
503	160	4.064	-214	-0.54356	53.50	33.15	2.14	1.61	0.75	6.79%	-2.14%
532	170	4.318	-220	-0.5588	55.26	32.99	2.15	1.67	0.78	7.22%	-2.20%
560	180	4.572	-226	-0.57404	57.12	32.84	2.16	1.74	0.81	7.64%	-2.26%
588	190	4.826	-231	-0.58674	58.13	32.69	2.17	1.78	0.82	8.07%	-2.31%
617	200	5.08	-236	-0.59944	60.21	32.54	2.18	1.85	0.85	8.49%	-2.36%
646	210	5.334	-239	-0.60706	61.62	32.39	2.19	1.90	0.87	8.91%	-2.39%
675	220	5.588	-244	-0.61976	63.20	32.24	2.20	1.96	0.89	9.34%	-2.44%
704	230	5.842	-246	-0.62484	64.80	32.09	2.21	2.02	0.91	9.76%	-2.46%
733	240	6.096	-249	-0.63246	66.23	31.94	2.22	2.07	0.93	10.19%	-2.49%
762	250	6.35	-254	-0.64516	67.48	31.79	2.23	2.12	0.95	10.61%	-2.54%
789	260	6.604	-260	-0.6604	68.71	31.64	2.24	2.17	0.97	11.04%	-2.60%
817	270	6.858	-263	-0.66802	70.08	31.49	2.25	2.23	0.99	11.46%	-2.63%
846	280	7.112	-265	-0.6731	71.21	31.33	2.26	2.27	1.00	11.89%	-2.65%
873	290	7.366	-266	-0.67564	72.37	31.18	2.28	2.32	1.02	12.31%	-2.66%
901	300	7.62	-267	-0.67818	73.38	31.03	2.29	2.36	1.03	12.74%	-2.67%
930	310	7.874	-267	-0.67818	74.09	30.88	2.30	2.40	1.04	13.16%	-2.67%
958	320	8.128	-267	-0.67818	74.94	30.73	2.31	2.44	1.06	13.58%	-2.67%
986	330	8.382	-267	-0.67818	75.09	30.58	2.32	2.46	1.06	14.01%	-2.67%
1016	340	8.636	-267	-0.67818	75.29	30.43	2.33	2.47	1.06	14.43%	-2.67%
1043	350	8.89	-265	-0.6731	75.57	30.28	2.34	2.50	1.07	14.86%	-2.65%
1070	360	9.144	-261	-0.66294	75.75	30.13	2.35	2.51	1.07	15.28%	-2.61%
1098	370	9.398	-260	-0.6604	75.71	29.98	2.37	2.53	1.07	15.71%	-2.60%
1125	380	9.652	-256	-0.65024	75.39	29.82	2.38	2.53	1.06	16.13%	-2.56%
1154	390	9.906	-253	-0.64262	75.43	29.67	2.39	2.54	1.06	16.56%	-2.53%
1181	400	10.16	-250	-0.635	75.35	29.52	2.40	2.55	1.06	16.98%	-2.50%
1209	410	10.414	-248	-0.62992	75.02	29.37	2.42	2.55	1.06	17.41%	-2.48%
1255	420	10.668	-245	-0.6223	74.60	29.22	2.43	2.55	1.05	17.83%	-2.45%
1265	430	10.922	-240	-0.6096	74.42	29.07	2.44	2.56	1.05	18.25%	-2.40%
1293	440	11.176	-242	-0.61468	74.30	28.92	2.45	2.57	1.05	18.68%	-2.42%
1320	450	11.43	-241	-0.61214	74.25	28.77	2.47	2.58	1.05	19.10%	-2.41%
1347	460	11.684	-240	-0.6096	73.92	28.62	2.48	2.58	1.04	19.53%	-2.40%
1374	470	11.938	-238	-0.60452	73.48	28.47	2.49	2.58	1.04	19.95%	-2.38%
1403	480	12.192	-237	-0.60198	73.11	28.31	2.51	2.58	1.03	20.38%	-2.37%
1430	490	12.446	-236	-0.59944	73.03	28.16	2.52	2.59	1.03	20.80%	-2.36%





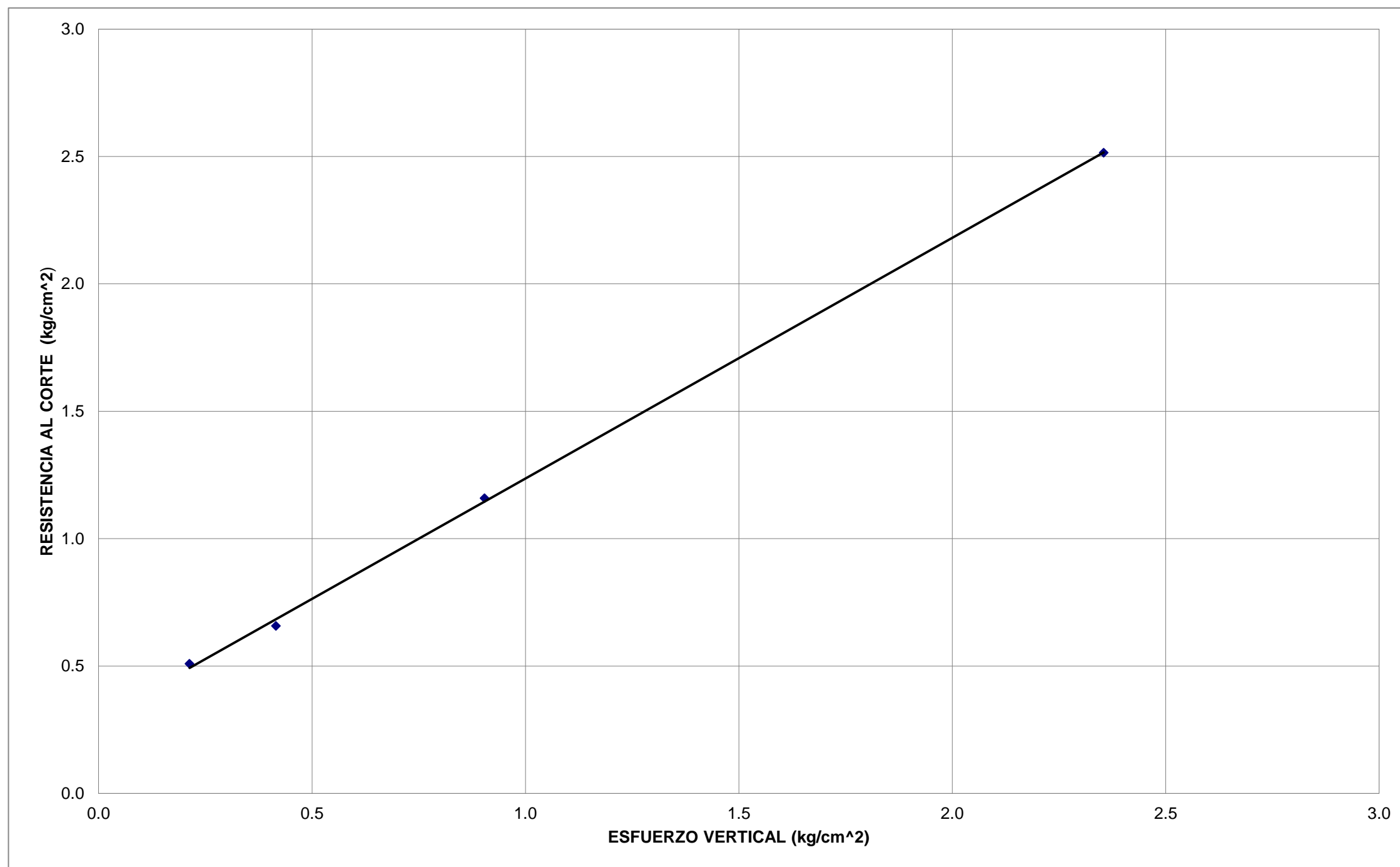
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.  
DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN:

Envolverte de resistencia máxima de MS-C50  
Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 13-mar-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $f'$  43.4 °

COHESIÓN,  $c'$  0.291 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	17.01	0.06	0.21	0.51
B	21.88	0.06	0.42	0.66
C	37.69	0.08	0.90	1.16
D	75.75	0.15	2.35	2.51

Regresión	Pendiente
0.944606843	0.9446068
0.29145748	0.7569203 ATAN
	43.368341 43.3683406

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 13-mar-13

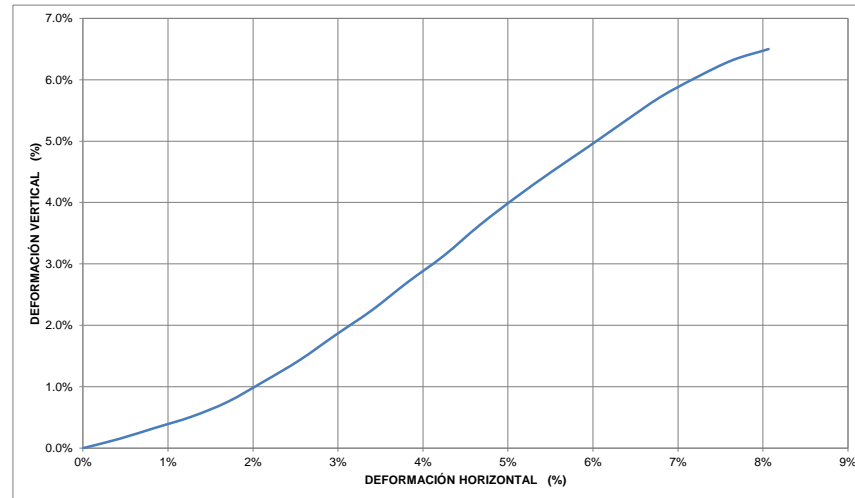
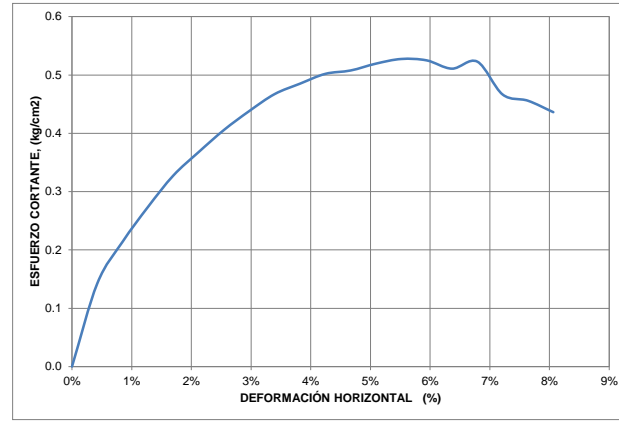
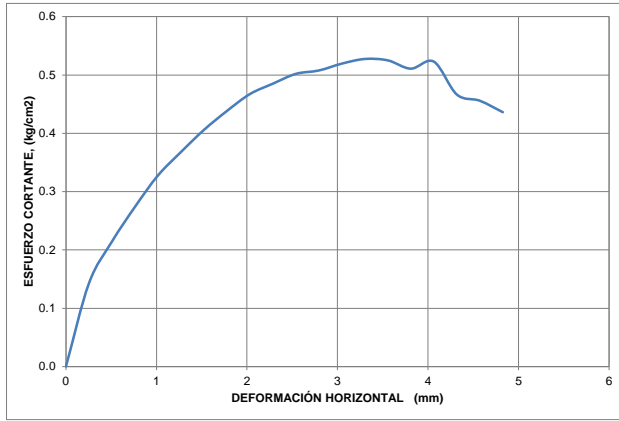
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	125.61
Carga Normal, P <sub>s</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.689442

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
35	10	0.254	15	0.0381	5.05	35.41	0.20	0.14	0.71	0.42%	0.15%
67	20	0.508	33	0.08382	7.55	35.26	0.20	0.21	1.06	0.85%	0.33%
96	30	0.762	51	0.12954	9.61	35.11	0.20	0.27	1.35	1.27%	0.51%
126	40	1.016	75	0.1905	11.45	34.96	0.20	0.33	1.61	1.70%	0.75%
156	50	1.27	108	0.27432	12.80	34.81	0.20	0.37	1.80	2.12%	1.08%
186	60	1.524	143	0.36322	14.06	34.66	0.21	0.41	1.97	2.55%	1.43%
215	70	1.778	184	0.46736	15.12	34.50	0.21	0.44	2.12	2.97%	1.84%
243	80	2.032	224	0.56896	16.05	34.35	0.21	0.47	2.25	3.40%	2.24%
273	90	2.286	270	0.6858	16.59	34.20	0.21	0.49	2.33	3.82%	2.70%
302	100	2.54	313	0.79502	17.09	34.05	0.21	0.50	2.40	4.25%	3.13%
331	110	2.794	363	0.92202	17.21	33.90	0.21	0.51	2.42	4.67%	3.63%
358	120	3.048	408	1.03632	17.53	33.75	0.21	0.52	2.46	5.09%	4.09%
388	130	3.302	450	1.143	17.72	33.60	0.21	0.53	2.49	5.52%	4.51%
416	140	3.556	490	1.2446	17.56	33.45	0.21	0.53	2.47	5.94%	4.91%
441	150	3.81	531	1.34874	17.01	33.30	0.21	0.51	2.39	6.37%	5.32%
470	160	4.064	571	1.45034	17.33	33.15	0.21	0.52	2.43	6.79%	5.72%
495	170	4.318	603	1.53162	15.39	32.99	0.22	0.47	2.16	7.22%	6.04%
527	180	4.572	631	1.60274	14.97	32.84	0.22	0.46	2.10	7.64%	6.32%
555	190	4.826	649	1.64846	14.26	32.69	0.22	0.44	2.00	8.07%	6.50%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

DESCRIPCIÓN: Material Seco con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 13-mar-13

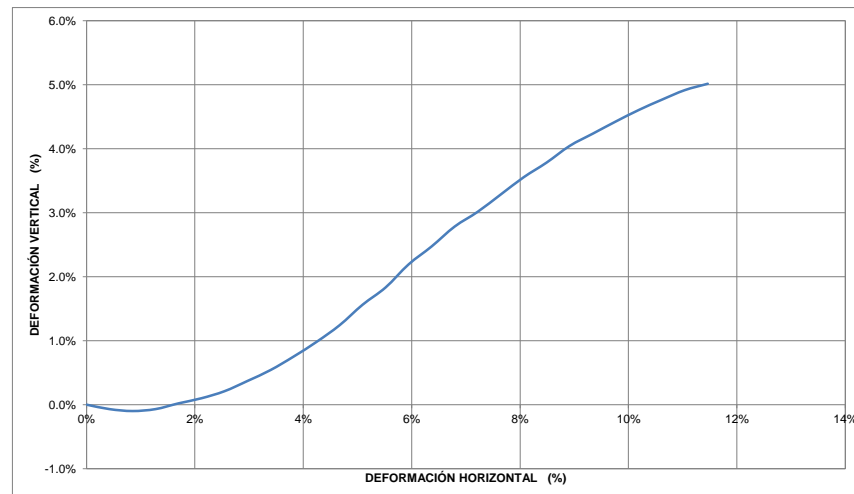
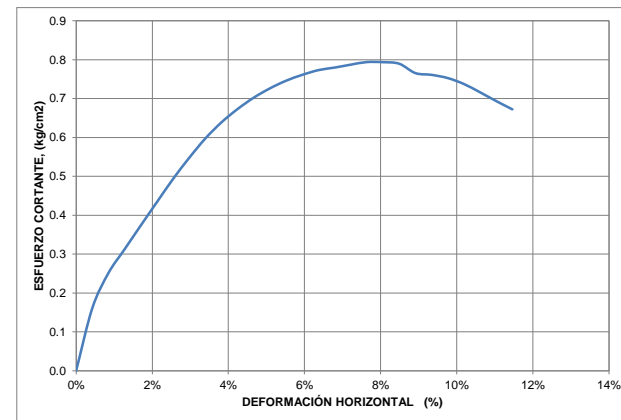
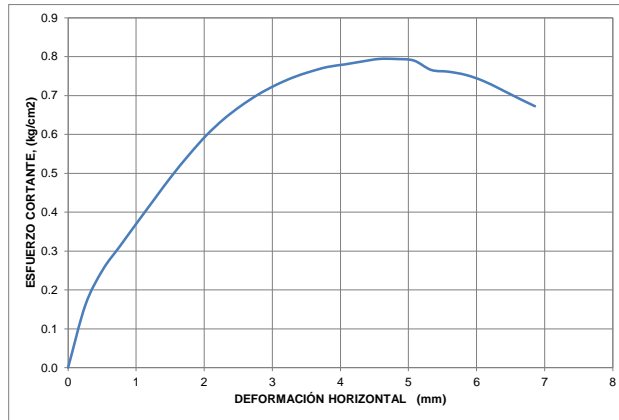
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	125.39
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.84
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.39

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.692406

Tiempo (s)	Deformimetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformimetro horizontal (mm)	Deformimetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformimetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
32	10	0.254	-7	-0.01778	5.70	35.41	0.39	0.16	0.41	0.42%	-0.07%
65	20	0.508	-10	-0.0254	8.86	35.26	0.39	0.25	0.64	0.85%	-0.10%
95	30	0.762	-7	-0.01778	10.97	35.11	0.39	0.31	0.79	1.27%	-0.07%
125	40	1.016	2	0.00508	13.06	34.96	0.40	0.37	0.94	1.70%	0.02%
155	50	1.27	10	0.0254	15.10	34.81	0.40	0.43	1.09	2.12%	0.10%
185	60	1.524	21	0.05334	17.10	34.66	0.40	0.49	1.24	2.55%	0.21%
215	70	1.778	37	0.09398	18.90	34.50	0.40	0.55	1.37	2.97%	0.37%
243	80	2.032	54	0.13716	20.53	34.35	0.40	0.60	1.48	3.40%	0.54%
272	90	2.286	75	0.1905	21.86	34.20	0.40	0.64	1.58	3.82%	0.75%
301	100	2.54	98	0.24892	22.93	34.05	0.41	0.67	1.66	4.25%	0.98%
331	110	2.794	124	0.31496	23.82	33.90	0.41	0.70	1.72	4.67%	1.24%
359	120	3.048	156	0.39624	24.52	33.75	0.41	0.73	1.77	5.09%	1.56%
387	130	3.302	183	0.46482	25.07	33.60	0.41	0.75	1.81	5.52%	1.83%
415	140	3.556	219	0.55626	25.46	33.45	0.41	0.76	1.84	5.94%	2.19%
443	150	3.81	247	0.62738	25.75	33.30	0.42	0.77	1.86	6.37%	2.47%
470	160	4.064	278	0.70612	25.85	33.15	0.42	0.78	1.87	6.79%	2.78%
498	170	4.318	301	0.76454	25.98	32.99	0.42	0.79	1.88	7.22%	3.01%
526	180	4.572	328	0.83312	26.08	32.84	0.42	0.79	1.88	7.64%	3.28%
554	190	4.826	355	0.9017	25.95	32.69	0.42	0.79	1.88	8.07%	3.55%
582	200	5.08	378	0.96012	25.70	32.54	0.43	0.79	1.86	8.49%	3.78%
610	210	5.334	404	1.02616	24.80	32.39	0.43	0.77	1.79	8.91%	4.05%
638	220	5.588	423	1.07442	24.54	32.24	0.43	0.76	1.77	9.34%	4.24%
666	230	5.842	442	1.12268	24.16	32.09	0.43	0.75	1.75	9.76%	4.43%
694	240	6.096	460	1.1684	23.56	31.94	0.43	0.74	1.70	10.19%	4.61%
722	250	6.35	476	1.20904	22.77	31.79	0.44	0.72	1.65	10.61%	4.77%
749	260	6.604	491	1.24714	21.95	31.64	0.44	0.69	1.59	11.04%	4.92%
777	270	6.858	501	1.27254	21.17	31.49	0.44	0.67	1.53	11.46%	5.02%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Seco con compactación máxima y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no denado UU

**FECHA ENSAYO:** 14-mar-13

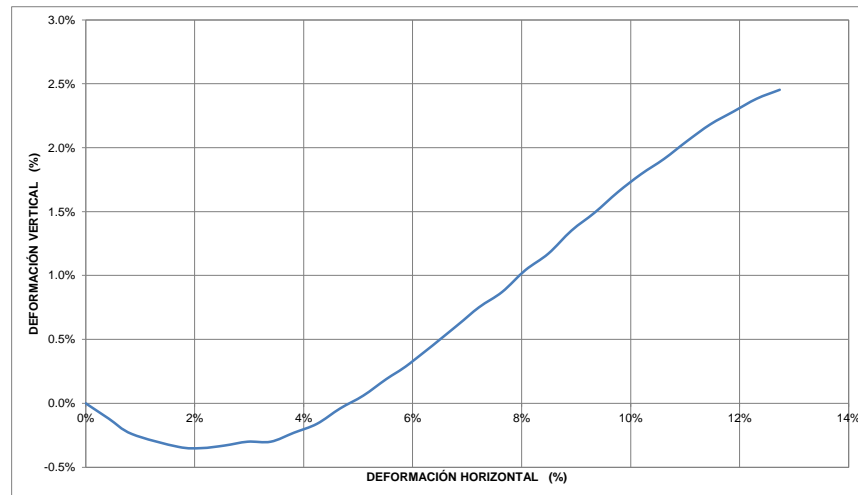
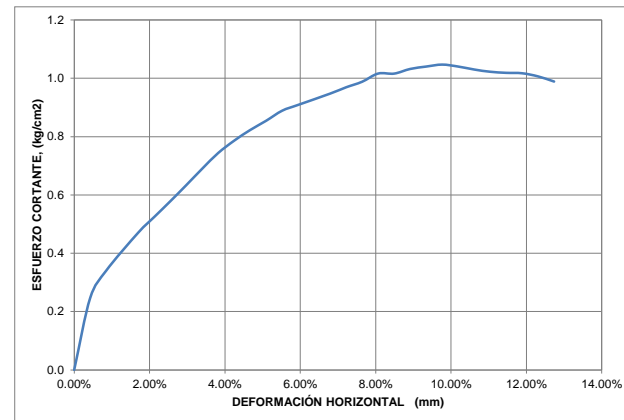
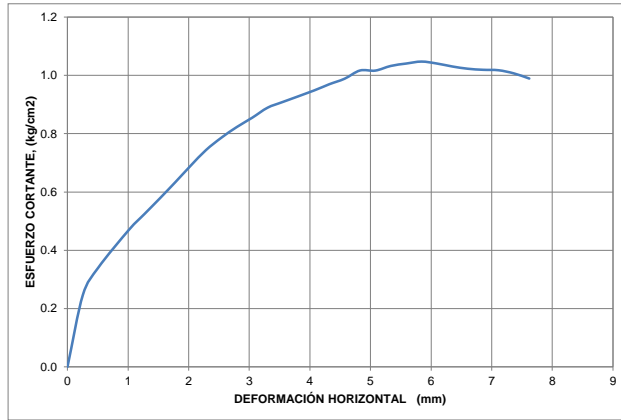
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	121.00
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.74
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	0%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.34
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.34
Relación de Vacíos, e	0.753808

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-4</sup> 3")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.84	0.00	0.00	0.00%	0.00%
39	10	0.254	-12	-0.03048	8.74	35.41	0.84	0.25	0.29	0.42%	-0.12%
68	20	0.508	-24	-0.06096	12.00	35.26	0.84	0.34	0.40	0.85%	-0.24%
128	40	1.016	-34	-0.08636	16.45	34.96	0.85	0.47	0.55	1.70%	-0.34%
157	50	1.27	-35	-0.0889	18.25	34.81	0.85	0.52	0.61	2.12%	-0.35%
186	60	1.524	-33	-0.08382	20.03	34.66	0.86	0.58	0.67	2.55%	-0.33%
214	70	1.778	-30	-0.0762	21.85	34.50	0.86	0.63	0.73	2.97%	-0.30%
244	80	2.032	-30	-0.0762	23.70	34.35	0.87	0.69	0.80	3.40%	-0.30%
273	90	2.286	-23	-0.05842	25.44	34.20	0.87	0.74	0.86	3.82%	-0.23%
302	100	2.54	-16	-0.04064	26.77	34.05	0.87	0.79	0.90	4.25%	-0.16%
330	110	2.794	-4	-0.01016	27.89	33.90	0.88	0.82	0.94	4.67%	-0.04%
359	120	3.048	6	0.01524	28.84	33.75	0.88	0.85	0.97	5.09%	0.06%
387	130	3.302	19	0.04826	29.87	33.60	0.89	0.89	1.00	5.52%	0.19%
414	140	3.556	31	0.07874	30.40	33.45	0.89	0.91	1.02	5.94%	0.31%
471	160	4.064	60	0.1524	31.41	33.15	0.90	0.95	1.06	6.79%	0.60%
490	170	4.318	75	0.1905	31.98	32.99	0.90	0.97	1.08	7.22%	0.75%
527	180	4.572	87	0.22098	32.46	32.84	0.91	0.99	1.09	7.64%	0.87%
556	190	4.826	104	0.26416	33.23	32.69	0.91	1.02	1.12	8.07%	1.04%
584	200	5.08	117	0.29718	33.07	32.54	0.91	1.02	1.11	8.49%	1.17%
612	210	5.334	135	0.3429	33.43	32.39	0.92	1.03	1.12	8.91%	1.35%
640	220	5.588	149	0.37846	33.54	32.24	0.92	1.04	1.13	9.34%	1.49%
667	230	5.842	165	0.4191	33.60	32.09	0.93	1.05	1.13	9.76%	1.65%
695	240	6.096	179	0.45466	33.23	31.94	0.93	1.04	1.12	10.19%	1.79%
722	250	6.35	191	0.48514	32.75	31.79	0.94	1.03	1.10	10.61%	1.91%
750	260	6.604	205	0.5207	32.35	31.64	0.94	1.02	1.09	11.04%	2.05%
777	270	6.858	218	0.55372	32.08	31.49	0.94	1.02	1.08	11.46%	2.18%
806	280	7.112	228	0.57912	31.88	31.33	0.95	1.02	1.07	11.89%	2.28%
834	290	7.366	238	0.60452	31.39	31.18	0.95	1.01	1.06	12.31%	2.38%
862	300	7.62	245	0.6223	30.69	31.03	0.96	0.99	1.03	12.74%	2.45%



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Material Seco con compactación máxima y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 14-mar-13

DIMENSIONES

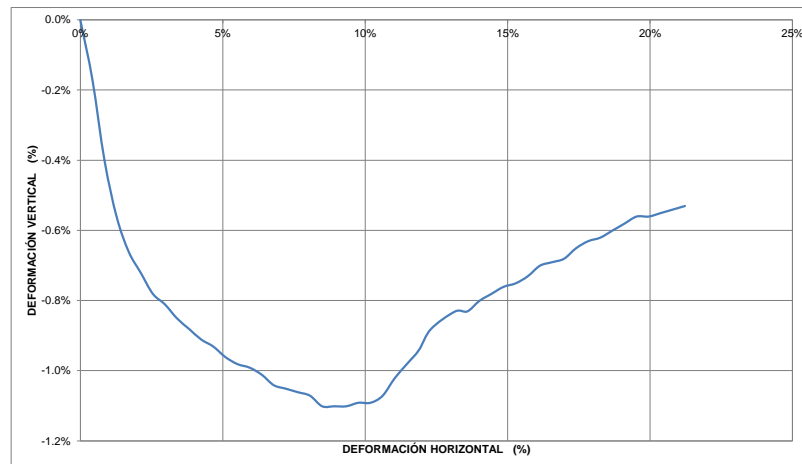
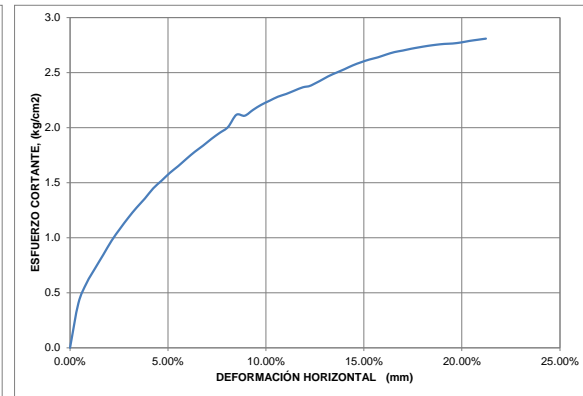
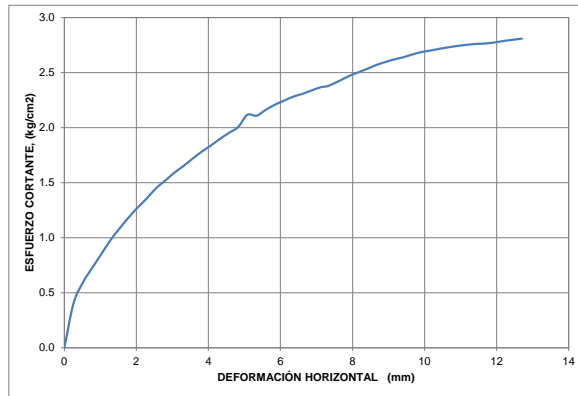
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	125.92
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

CARACTERÍSTICAS INICIALES

Humedad, w (%)	0%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.40
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.40
Relación de Vacíos, e	0.69

Tiempo (s)	Deformimetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformimetro horizontal (mm)	Deformimetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformimetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
66	10	0.254	-17	-0.04318	14.27	35.41	2.00	0.40	0.20	0.42%	-0.17%
100	20	0.508	-40	-0.1016	20.79	35.26	2.01	0.59	0.29	0.85%	-0.40%
132	30	0.762	-56	-0.14224	25.30	35.11	2.02	0.72	0.36	1.27%	-0.56%
161	40	1.016	-66	-0.16764	29.58	34.96	2.03	0.85	0.42	1.70%	-0.66%
191	50	1.27	-72	-0.18298	33.89	34.81	2.04	0.97	0.48	2.12%	-0.72%
221	60	1.524	-78	-0.19812	37.46	34.66	2.05	1.08	0.53	2.55%	-0.78%
252	70	1.778	-81	-0.20574	40.77	34.50	2.06	1.18	0.57	2.97%	-0.81%
280	80	2.032	-85	-0.2159	43.75	34.35	2.07	1.27	0.62	3.40%	-0.85%
310	90	2.286	-88	-0.22352	46.39	34.20	2.07	1.36	0.65	3.82%	-0.88%
339	100	2.54	-91	-0.23114	49.33	34.05	2.08	1.45	0.70	4.25%	-0.91%
369	110	2.794	-93	-0.23622	51.46	33.90	2.09	1.52	0.73	4.67%	-0.93%
399	120	3.048	-96	-0.24384	53.65	33.75	2.10	1.59	0.76	5.09%	-0.96%
427	130	3.302	-98	-0.24892	55.46	33.60	2.11	1.65	0.78	5.52%	-0.98%
457	140	3.556	-99	-0.25146	57.45	33.45	2.12	1.72	0.81	5.94%	-0.99%
485	150	3.81	-101	-0.25654	59.31	33.30	2.13	1.78	0.84	6.37%	-1.01%
514	160	4.064	-104	-0.26416	60.90	33.15	2.14	1.84	0.86	6.79%	-1.04%
542	170	4.318	-105	-0.2667	62.64	32.99	2.15	1.90	0.88	7.22%	-1.05%
570	180	4.572	-106	-0.26924	64.16	32.84	2.16	1.95	0.90	7.64%	-1.06%
601	190	4.826	-107	-0.27178	65.60	32.69	2.17	2.01	0.92	8.07%	-1.07%
628	200	5.08	-110	-0.2794	68.90	32.54	2.18	2.12	0.97	8.49%	-1.10%
658	210	5.334	-110	-0.2794	68.31	32.39	2.19	2.11	0.96	8.91%	-1.10%
687	220	5.588	-110	-0.2794	69.69	32.24	2.20	2.16	0.98	9.34%	-1.10%
717	230	5.842	-109	-0.27686	70.87	32.09	2.21	2.21	1.00	9.76%	-1.09%
745	240	6.096	-109	-0.27686	71.72	31.94	2.22	2.25	1.01	10.19%	-1.09%
772	250	6.35	-107	-0.27178	72.53	31.79	2.23	2.28	1.02	10.61%	-1.07%
801	260	6.604	-102	-0.25908	72.98	31.64	2.24	2.31	1.03	11.04%	-1.02%
829	270	6.858	-98	-0.24892	73.61	31.49	2.25	2.34	1.04	11.46%	-0.98%
856	280	7.112	-94	-0.23876	74.18	31.33	2.26	2.37	1.05	11.89%	-0.94%
885	290	7.366	-88	-0.22352	74.36	31.18	2.28	2.38	1.05	12.31%	-0.88%
942	310	7.874	-83	-0.21082	76.13	30.88	2.30	2.47	1.07	13.16%	-0.83%
970	320	8.128	-83	-0.21082	76.80	30.73	2.31	2.50	1.08	13.58%	-0.83%
998	330	8.382	-80	-0.2032	77.42	30.58	2.32	2.53	1.09	14.01%	-0.80%
1027	340	8.636	-78	-0.19812	78.10	30.43	2.33	2.57	1.10	14.43%	-0.78%
1055	350	8.89	-76	-0.19304	78.57	30.28	2.34	2.60	1.11	14.86%	-0.76%
1082	360	9.144	-75	-0.1905	78.92	30.13	2.35	2.62	1.11	15.28%	-0.75%
1110	370	9.398	-73	-0.18542	79.11	29.98	2.37	2.64	1.12	15.71%	-0.73%
1137	380	9.652	-70	-0.1778	79.47	29.82	2.38	2.66	1.12	16.13%	-0.70%
1166	390	9.906	-69	-0.17526	79.73	29.67	2.39	2.69	1.12	16.56%	-0.69%
1192	400	10.16	-68	-0.17272	79.74	29.52	2.40	2.70	1.12	16.98%	-0.68%
1221	410	10.414	-65	-0.1651	79.81	29.37	2.42	2.72	1.12	17.41%	-0.65%
1249	420	10.668	-63	-0.16002	79.80	29.22	2.43	2.73	1.12	17.83%	-0.63%
1276	430	10.922	-62	-0.15748	79.75	29.07	2.44	2.74	1.12	18.25%	-0.62%
1304	440	11.176	-60	-0.1524	79.63	28.92	2.45	2.75	1.12	18.68%	-0.60%
1330	450	11.43	-58	-0.14732	79.44	28.77	2.47	2.76	1.12	19.10%	-0.58%
1359	460	11.684	-56	-0.14224	79.13	28.62	2.48	2.77	1.12	19.53%	-0.56%
1387	470	11.938	-56	-0.14224	78.98	28.47	2.49	2.77	1.11	19.95%	-0.56%
1414	480	12.192	-55	-0.1397	78.95	28.31	2.51	2.79	1.11	20.38%	-0.55%
1442	490	12.446	-54	-0.13716	78.83	28.16	2.52	2.80	1.11	20.80%	-0.54%
1470	500	12.7	-53	-0.13462	78.70	28.01	2.53	2.81	1.11	21.23%	-0.53%





PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

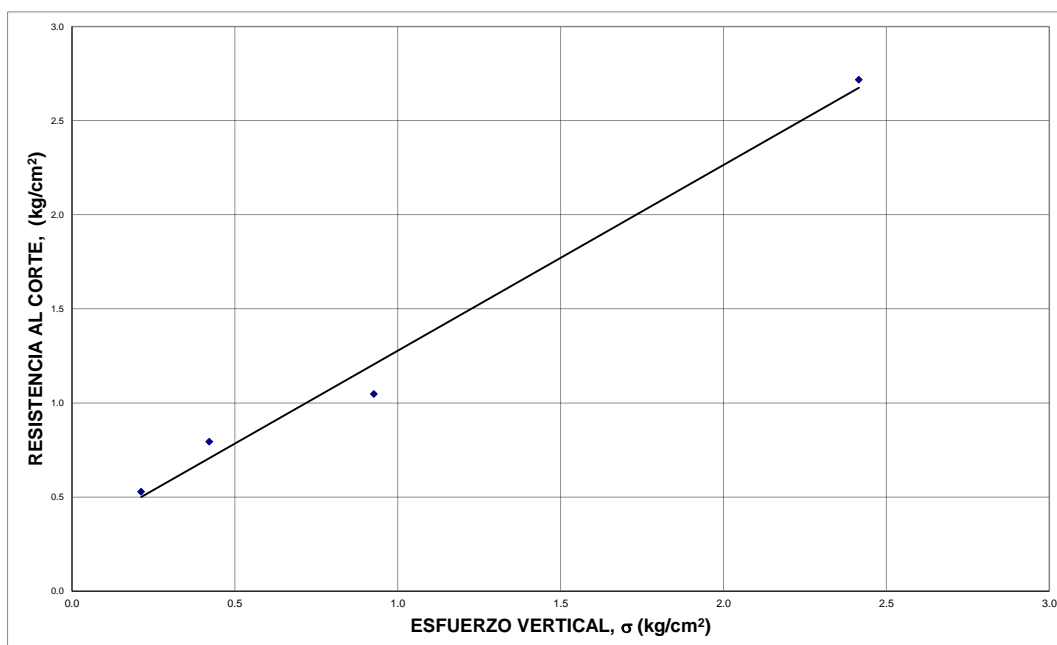
DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN:

Envolvente de resistencia máxima de MS-C100

Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 14-mar-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $f'$  44.6 °

COHESIÓN,  $C'$  0.291 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	17.72	0.06	0.21	0.53
B	26.08	0.08	0.42	0.79
C	33.60	0.10	0.93	1.05
D	79.81	0.17	2.42	2.72

Regresión	Pendiente
0.986815231	0.986815
0.290738836	0.778762 ATAN
	44.61978 44.6197832

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con densidad suelta y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 15-mar-13

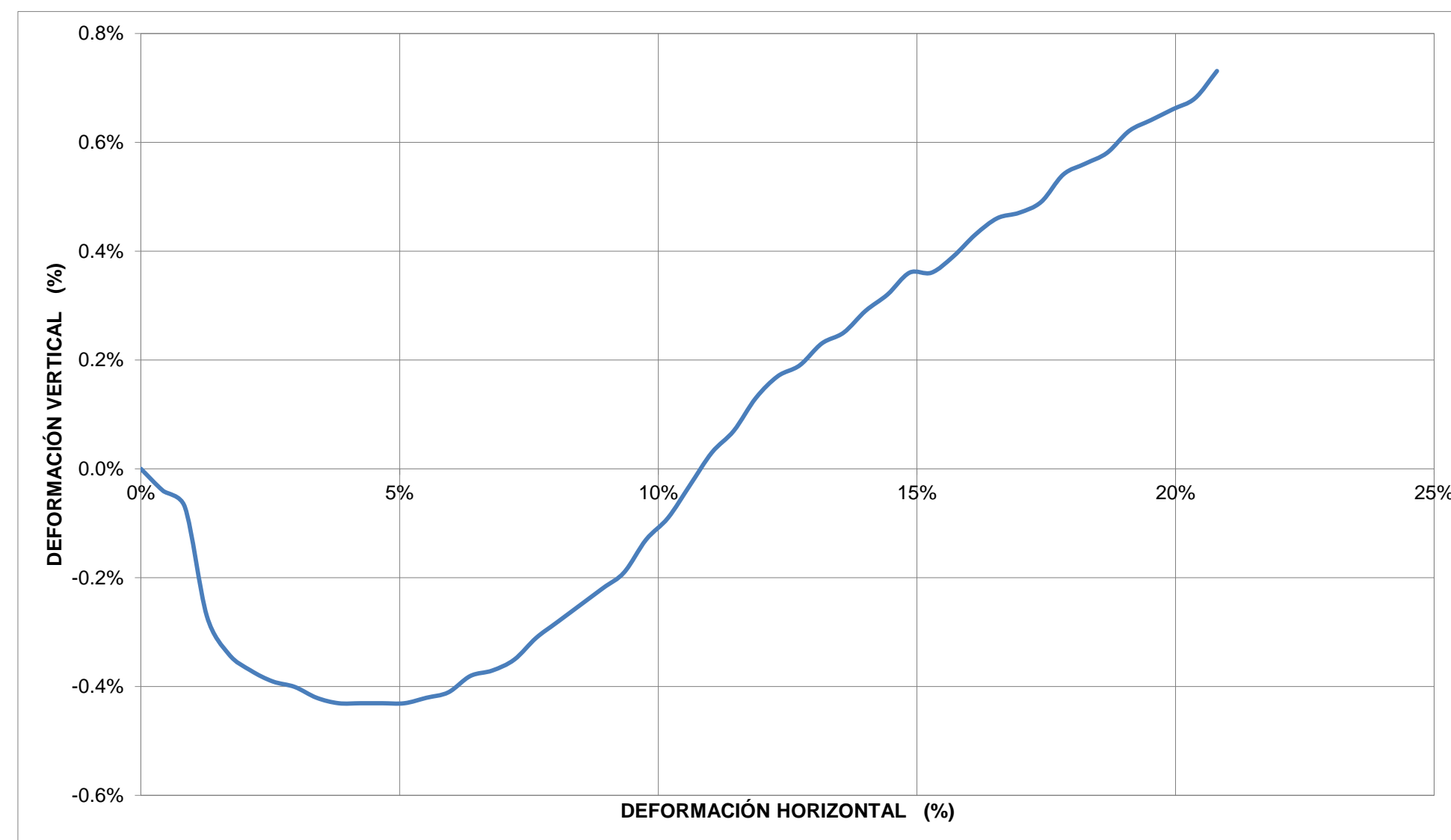
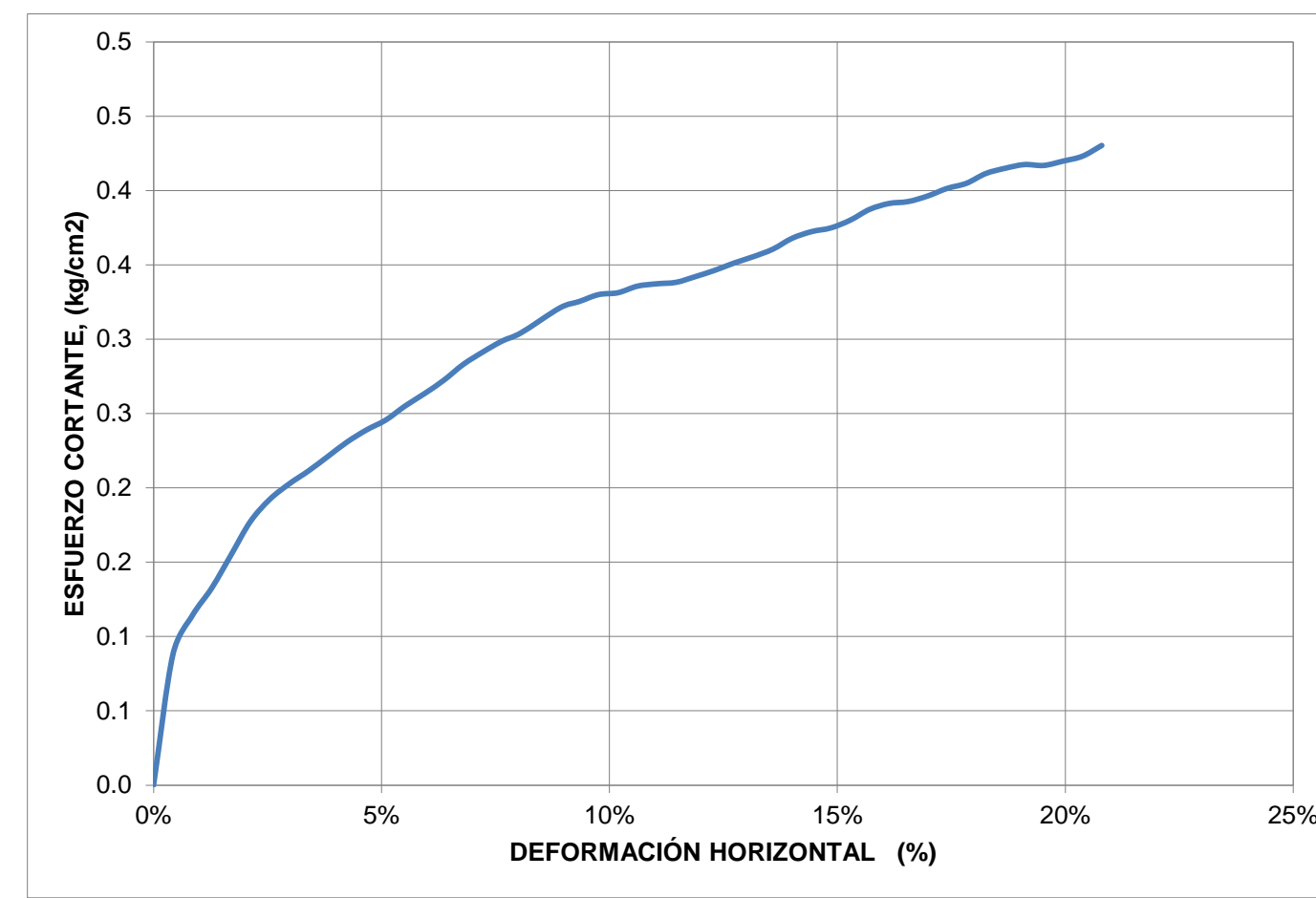
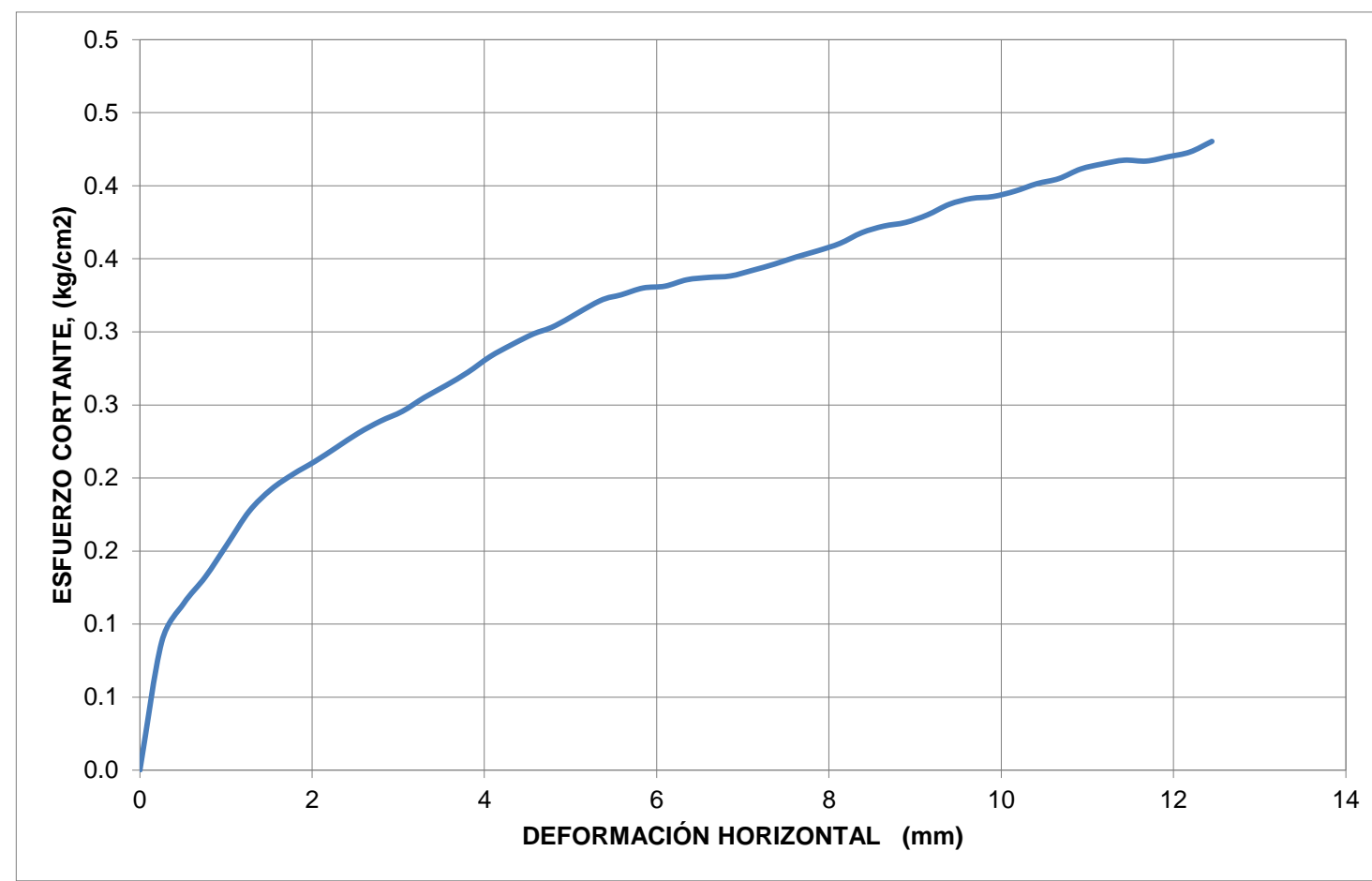
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	128.18
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.42
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.24
Relación de Vacíos, e	0.9039036

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
31	10	0.254	-4	-0.01016	3.11	35.41	0.20	0.09	0.44	0.42%	-0.04%
62	20	0.508	-7	-0.01778	4.02	35.26	0.20	0.11	0.56	0.85%	-0.07%
88	30	0.762	-27	-0.06858	4.65	35.11	0.20	0.13	0.65	1.27%	-0.27%
118	40	1.016	-34	-0.08636	5.41	34.96	0.20	0.15	0.76	1.70%	-0.34%
149	50	1.27	-37	-0.09398	6.17	34.81	0.20	0.18	0.87	2.12%	-0.37%
178	60	1.524	-39	-0.09906	6.66	34.66	0.21	0.19	0.94	2.55%	-0.39%
205	70	1.778	-40	-0.1016	6.99	34.50	0.21	0.20	0.98	2.97%	-0.40%
235	80	2.032	-42	-0.10668	7.26	34.35	0.21	0.21	1.02	3.40%	-0.42%
265	90	2.286	-43	-0.10922	7.56	34.20	0.21	0.22	1.06	3.82%	-0.43%
293	100	2.54	-43	-0.10922	7.86	34.05	0.21	0.23	1.10	4.25%	-0.43%
320	110	2.794	-43	-0.10922	8.10	33.90	0.21	0.24	1.14	4.67%	-0.43%
350	120	3.048	-43	-0.10922	8.29	33.75	0.21	0.25	1.16	5.09%	-0.43%
381	130	3.302	-42	-0.10668	8.57	33.60	0.21	0.26	1.20	5.52%	-0.42%
408	140	3.556	-41	-0.10414	8.81	33.45	0.21	0.26	1.24	5.94%	-0.41%
436	150	3.81	-38	-0.09652	9.07	33.30	0.21	0.27	1.27	6.37%	-0.38%
466	160	4.064	-37	-0.09398	9.38	33.15	0.21	0.28	1.32	6.79%	-0.37%
495	170	4.318	-35	-0.0889	9.61	32.99	0.22	0.29	1.35	7.22%	-0.35%
522	180	4.572	-31	-0.07874	9.81	32.84	0.22	0.30	1.38	7.64%	-0.31%
549	190	4.826	-28	-0.07112	9.95	32.69	0.22	0.30	1.40	8.07%	-0.28%
608	210	5.334	-22	-0.05588	10.40	32.39	0.22	0.32	1.46	8.91%	-0.22%
635	220	5.588	-19	-0.04826	10.49	32.24	0.22	0.33	1.47	9.34%	-0.19%
664	230	5.842	-13	-0.03302	10.59	32.09	0.22	0.33	1.49	9.76%	-0.13%
692	240	6.096	-9	-0.02286	10.58	31.94	0.22	0.33	1.49	10.19%	-0.09%
721	250	6.35	-3	-0.00762	10.67	31.79	0.22	0.34	1.50	10.61%	-0.03%
743	260	6.604	3	0.00762	10.67	31.64	0.23	0.34	1.50	11.04%	0.03%
775	270	6.858	7	0.01778	10.65	31.49	0.23	0.34	1.50	11.46%	0.07%
804	280	7.112	13	0.03302	10.72	31.33	0.23	0.34	1.51	11.89%	0.13%
832	290	7.366	17	0.04318	10.80	31.18	0.23	0.35	1.52	12.31%	0.17%
858	300	7.62	19	0.04826	10.90	31.03	0.23	0.35	1.53	12.74%	0.19%
887	310	7.874	23	0.05842	10.98	30.88	0.23	0.36	1.54	13.16%	0.23%
916	320	8.128	25	0.0635	11.08	30.73	0.23	0.36	1.56	13.58%	0.25%
945	330	8.382	29	0.07366	11.25	30.58	0.23	0.37	1.58	14.01%	0.29%
971	340	8.636	32	0.08128	11.33	30.43	0.23	0.37	1.59	14.43%	0.32%
1001	350	8.89	36	0.09144	11.35	30.28	0.24	0.37	1.59	14.86%	0.36%
1029	360	9.144	36	0.09144	11.45	30.13	0.24	0.38	1.61	15.28%	0.36%
1057	370	9.398	39	0.09906	11.61	29.98	0.24	0.39	1.63	15.71%	0.39%
1083	380	9.652	43	0.10922	11.67	29.82	0.24	0.39	1.64	16.13%	0.43%
1112	390	9.906	46	0.11684	11.65	29.67	0.24	0.39	1.64	16.56%	0.46%
1140	400	10.16	47	0.11938	11.7	29.52	0.24	0.40	1.64	16.98%	0.47%
1169	410	10.414	49	0.12446	11.79	29.37	0.24	0.40	1.66	17.41%	0.49%
1194	420	10.668	54	0.13716	11.83	29.22	0.24	0.40	1.66	17.83%	0.54%
1225	430	10.922	56	0.14224	11.96	29.07	0.24	0.41	1.68	18.25%	0.56%
1253	440	11.176	58	0.14732	12	28.92	0.25	0.41	1.69	18.68%	0.58%
1282	450	11.43	62	0.15748	12.01	28.77	0.25	0.42	1.69	19.10%	0.62%
1308	460	11.684	64	0.16256	11.93	28.62	0.25	0.42	1.68	19.53%	0.64%
1337	470	11.938	66	0.16764	11.95	28.47	0.25	0.42	1.68	19.95%	0.66%
1366	480	12.192	68	0.17272	11.98	28.31	0.25	0.42	1.68	20.38%	0.68%
1394	490	12.446	73	0.18542	12.12	28.16	0.25	0.43	1.70	20.80%	0.73%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con densidad suelta y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 15-mar-13

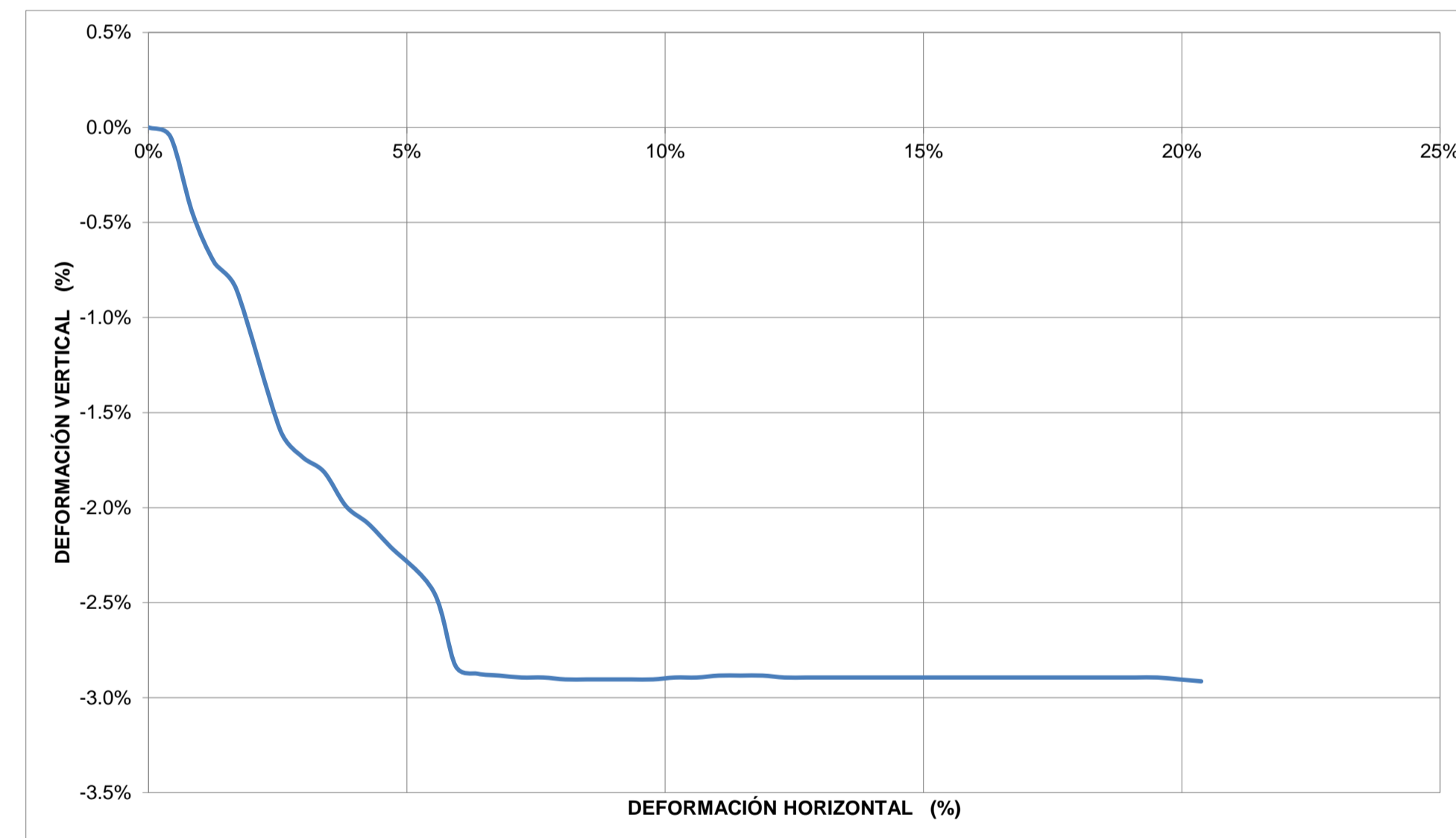
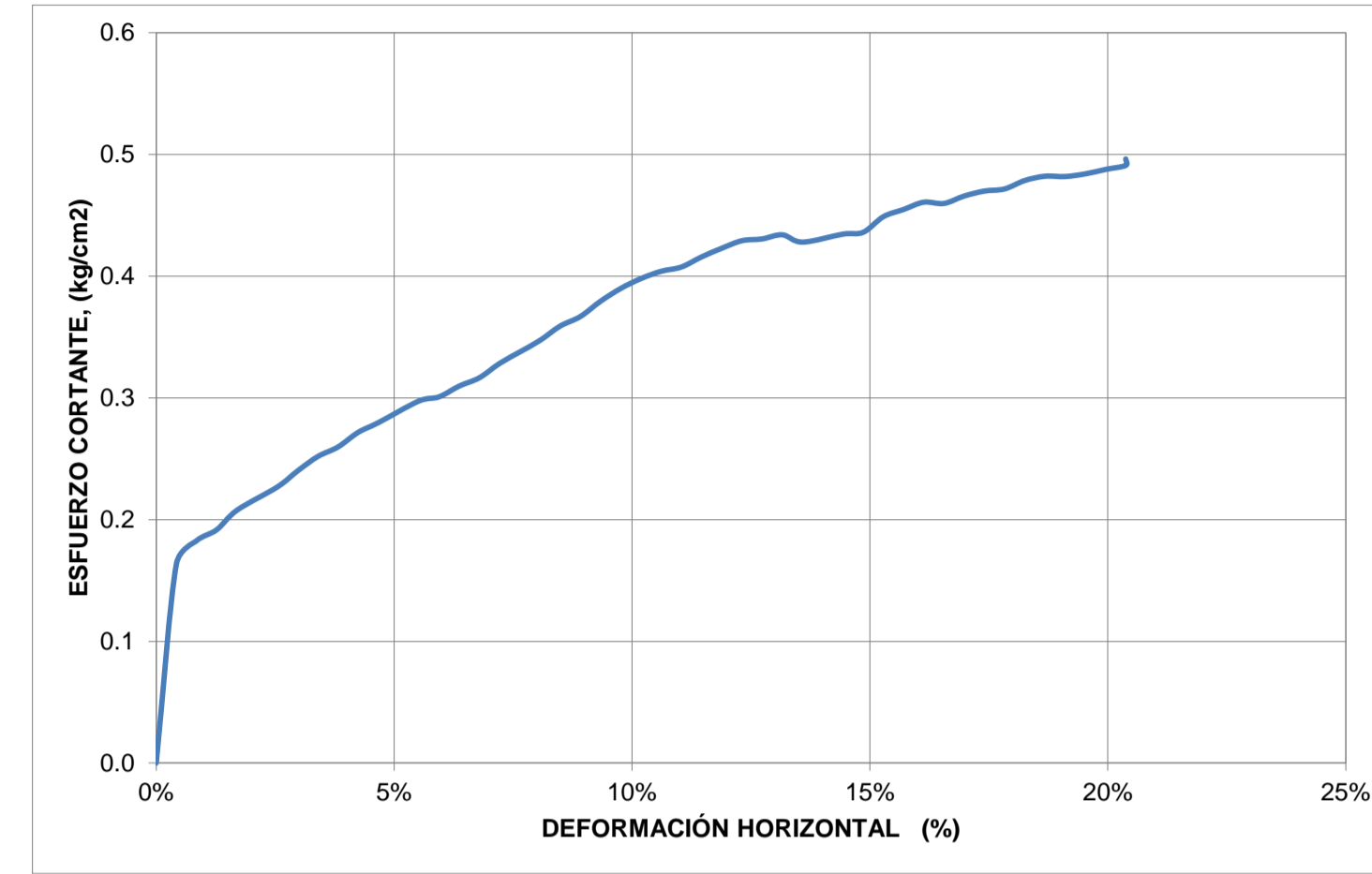
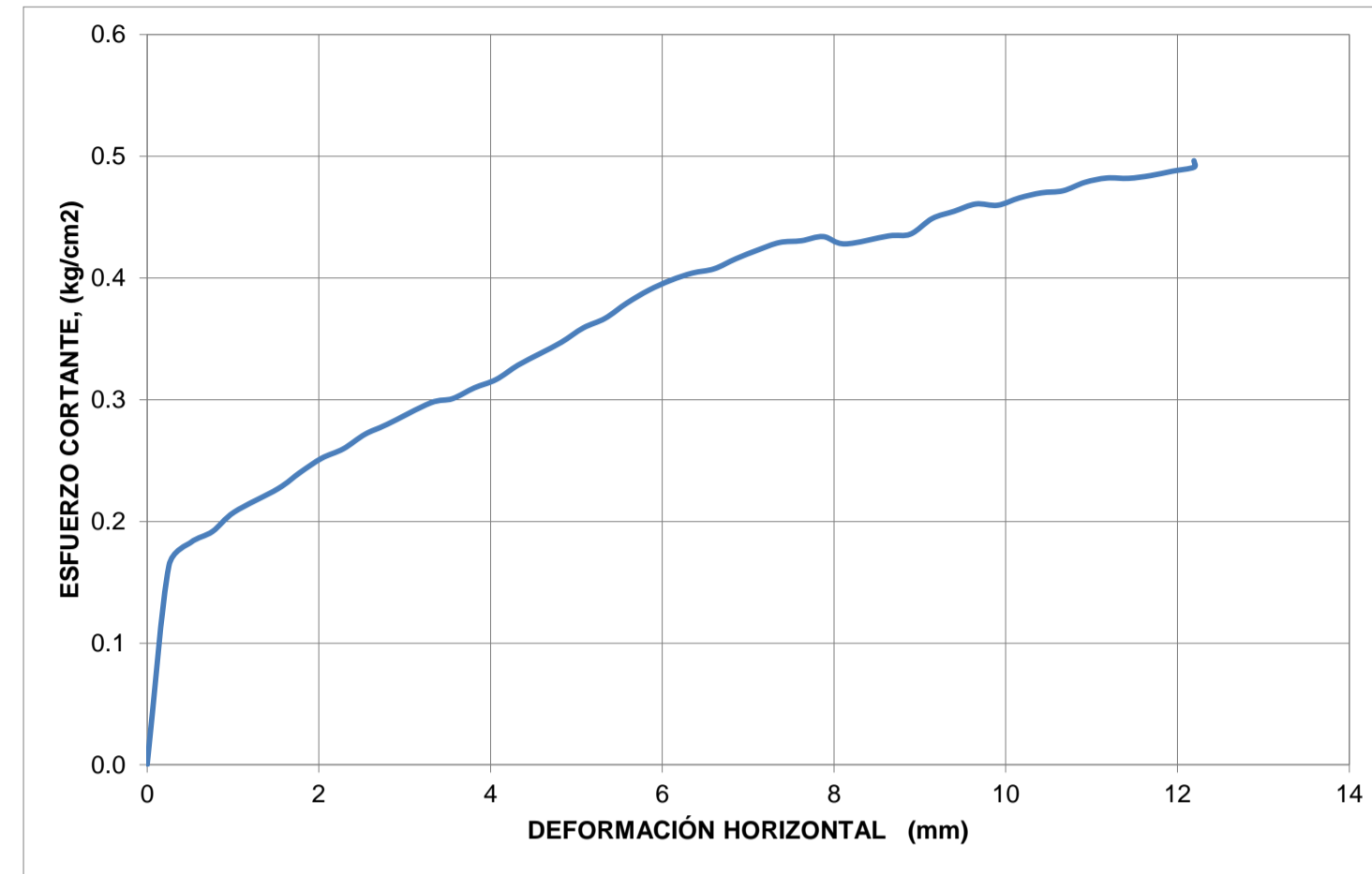
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	123.40
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.37
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.19
Relación de Vacíos, e	0.9776529

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
38	10	0.254	-5	-0.0127	5.79	35.41	0.39	0.16	0.42	0.42%	-0.05%
65	20	0.508	-45	-0.1143	6.44	35.26	0.39	0.18	0.47	0.85%	-0.45%
97	30	0.762	-71	-0.18034	6.73	35.11	0.39	0.19	0.49	1.27%	-0.71%
125	40	1.016	-85	-0.2159	7.26	34.96	0.40	0.21	0.52	1.70%	-0.85%
179	60	1.524	-159	-0.40386	7.86	34.66	0.40	0.23	0.57	2.55%	-1.59%
208	70	1.778	-173	-0.43942	8.28	34.50	0.40	0.24	0.60	2.97%	-1.73%
235	80	2.032	-181	-0.45974	8.65	34.35	0.40	0.25	0.63	3.40%	-1.81%
262	90	2.286	-190	-0.50546	8.88	34.20	0.40	0.26	0.64	3.82%	-1.99%
289	100	2.54	-194	-0.52832	9.25	34.05	0.41	0.27	0.67	4.25%	-2.08%
320	110	2.794	-199	-0.5588	9.48	33.90	0.41	0.28	0.69	4.67%	-2.20%
376	130	3.302	-208	-0.61976	9.99	33.60	0.41	0.30	0.72	5.52%	-2.44%
404	140	3.556	-220	-0.71882	10.06	33.45	0.41	0.30	0.73	5.94%	-2.83%
434	150	3.81	-244	-0.72898	10.31	33.30	0.42	0.31	0.75	6.37%	-2.87%
461	160	4.064	-283	-0.73152	10.49	33.15	0.42	0.32	0.76	6.79%	-2.88%
488	170	4.318	-287	-0.73406	10.83	32.99	0.42	0.33	0.78	7.22%	-2.89%
517	180	4.572	-288	-0.73406	11.09	32.84	0.42	0.34	0.80	7.64%	-2.89%
548	190	4.826	-289	-0.7366	11.35	32.69	0.42	0.35	0.82	8.07%	-2.90%
575	200	5.08	-289	-0.7366	11.68	32.54	0.43	0.36	0.84	8.49%	-2.90%
602	210	5.334	-290	-0.7366	11.88	32.39	0.43	0.37	0.86	8.91%	-2.90%
632	220	5.588	-290	-0.7366	12.23	32.24	0.43	0.38	0.88	9.34%	-2.90%
661	230	5.842	-290	-0.7366	12.51	32.09	0.43	0.39	0.90	9.76%	-2.90%
689	240	6.096	-290	-0.73406	12.71	31.94	0.43	0.40	0.92	10.19%	-2.89%
716	250	6.35	-290	-0.73406	12.84	31.79	0.44	0.40	0.93	10.61%	-2.89%
744	260	6.604	-289	-0.73152	12.89	31.64	0.44	0.41	0.93	11.04%	-2.88%
774	270	6.858	-289	-0.73152	13.09	31.49	0.44	0.42	0.95	11.46%	-2.88%
800	280	7.112	-288	-0.73152	13.25	31.33	0.44	0.42	0.96	11.89%	-2.88%
828	290	7.366	-288	-0.73406	13.38	31.18	0.44	0.43	0.97	12.31%	-2.89%
857	300	7.62	-288	-0.73406	13.36	31.03	0.45	0.43	0.97	12.74%	-2.89%
886	310	7.874	-289	-0.73406	13.40	30.88	0.45	0.43	0.97	13.16%	-2.89%
914	320	8.128	-289	-0.73406	13.15	30.73	0.45	0.43	0.95	13.58%	-2.89%
941	340	8.636	-289	-0.73406	13.22	30.43	0.45	0.43	0.96	14.43%	-2.89%
998	350	8.89	-289	-0.73406	13.20	30.28	0.46	0.44	0.95	14.86%	-2.89%
1026	360	9.144	-289	-0.73406	13.52	30.13	0.46	0.45	0.98	15.28%	-2.89%
1053	370	9.398	-289	-0.73406	13.63	29.98	0.46	0.45	0.99	15.71%	-2.89%
1082	380	9.652	-289	-0.73406	13.74	29.82	0.46	0.46	0.99	16.13%	-2.89%
1110	390	9.906	-289	-0.73406	13.64	29.67	0.47	0.46	0.99	16.56%	-2.89%
1139	400	10.16	-289	-0.73406	13.75	29.52	0.47	0.47	0.99	16.98%	-2.89%
1165	410	10.414	-289	-0.73406	13.8	29.37	0.47	0.47	1.00	17.41%	-2.89%
1196	420	10.668	-289	-0.73406	13.78	29.22	0.47	0.47	1.00	17.83%	-2.89%
1223	430	10.922	-289	-0.73406	13.91	29.07	0.48	0.48	1.01	18.25%	-2.89%
1251	440	11.176	-289	-0.73406	13.94	28.92	0.48	0.48	1.01	18.68%	-2.89%
1278	450	11.43	-289	-0.73406	13.86	28.77	0.48	0.48	1.00	19.10%	-2.89%
1307	460	11.684	-289	-0.73406	13.85	28.62	0.48	0.48	1.00	19.53%	-2.89%
1335	470	11.938	-290.0	-0.7366	13.88	28.47	0.49	0.49	1.00	19.95%	-2.90%
1363	480	12.192	-291.0	-0.73914	13.9	28.31	0.49	0.49	1.00	20.38%	-2.91%
1380	480	12.192	-291.0	-0.73914	14.05	28.31	0.49	0.50	1.02	20.38%	-2.91%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con densidad suelta y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 18-mar-13

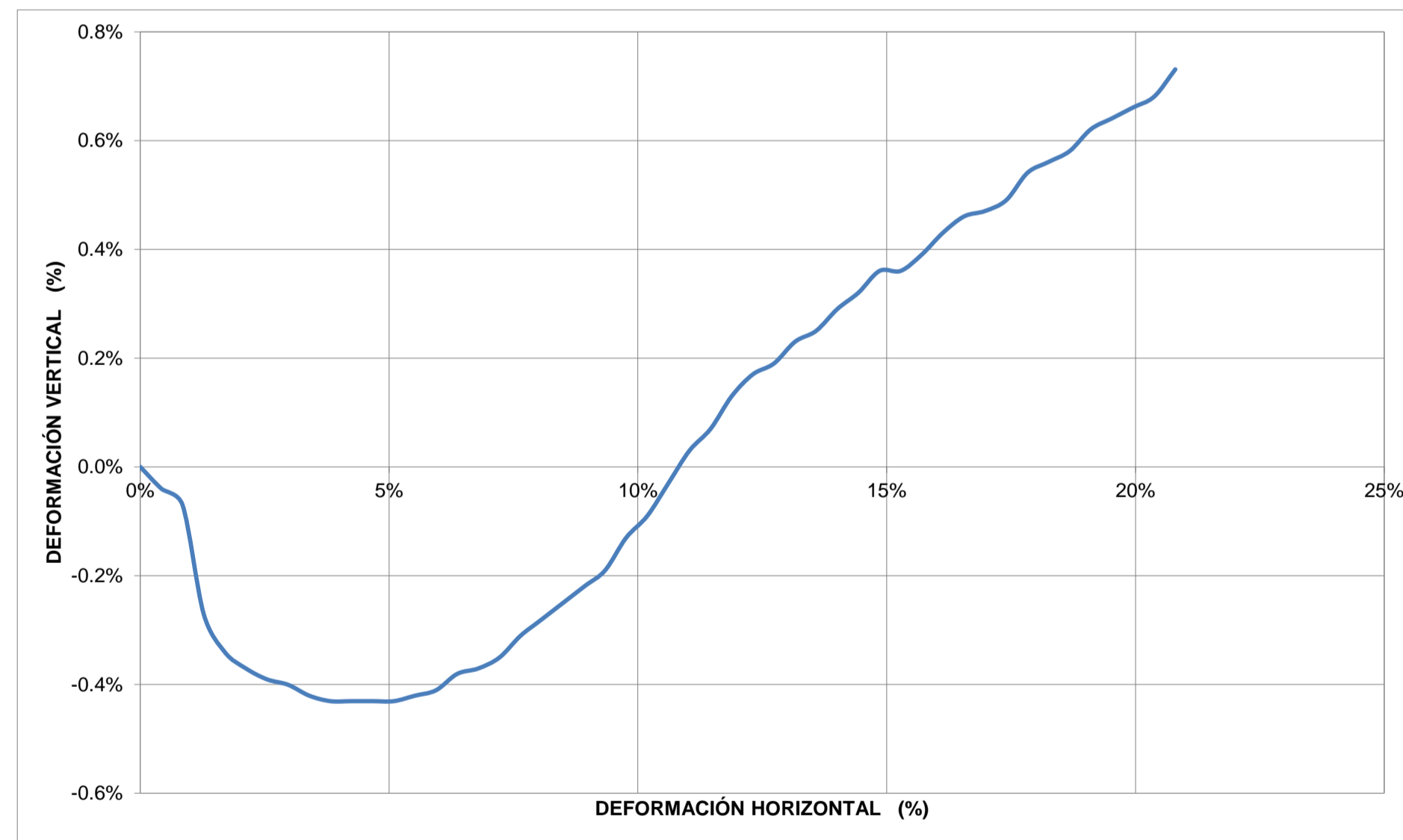
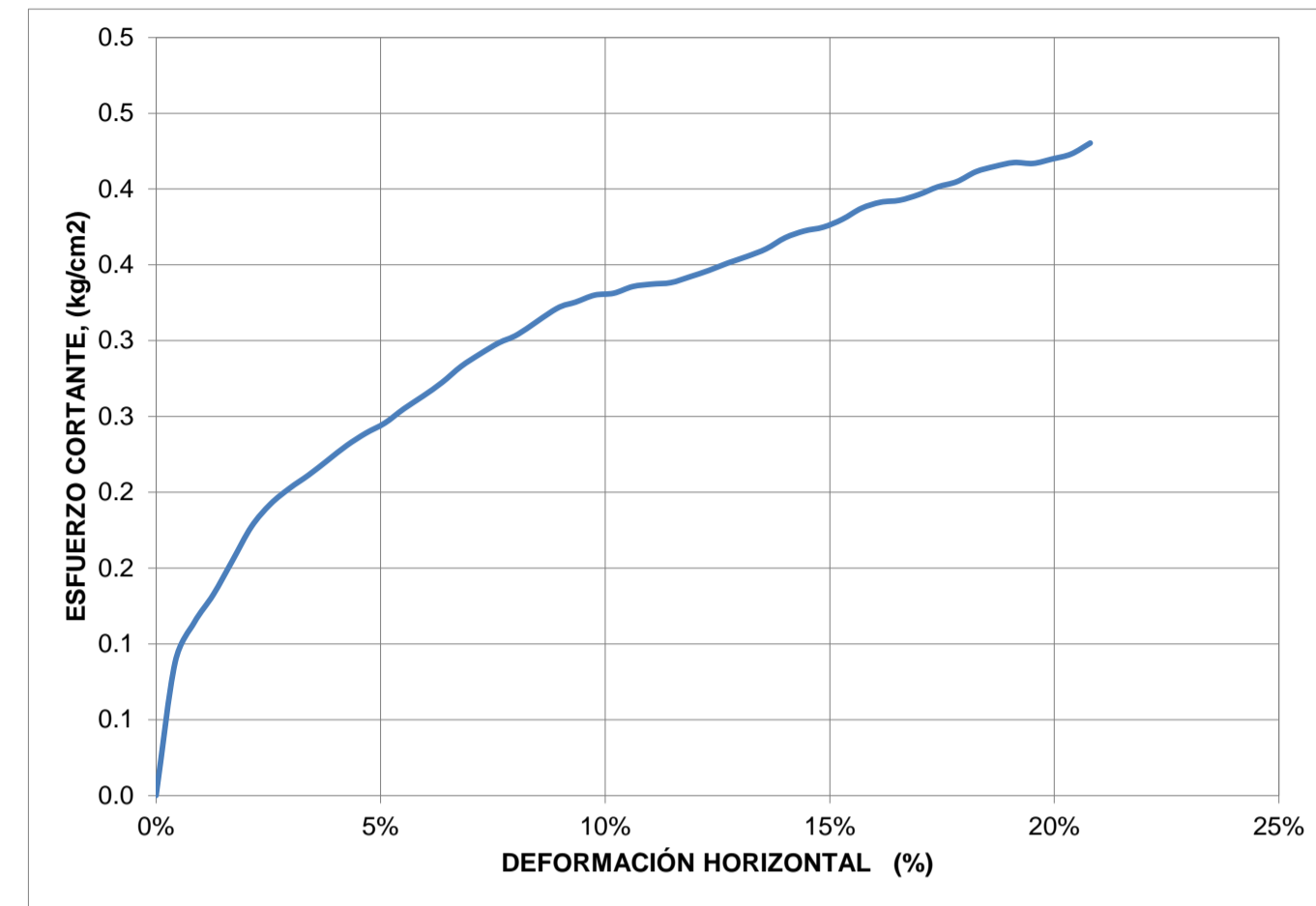
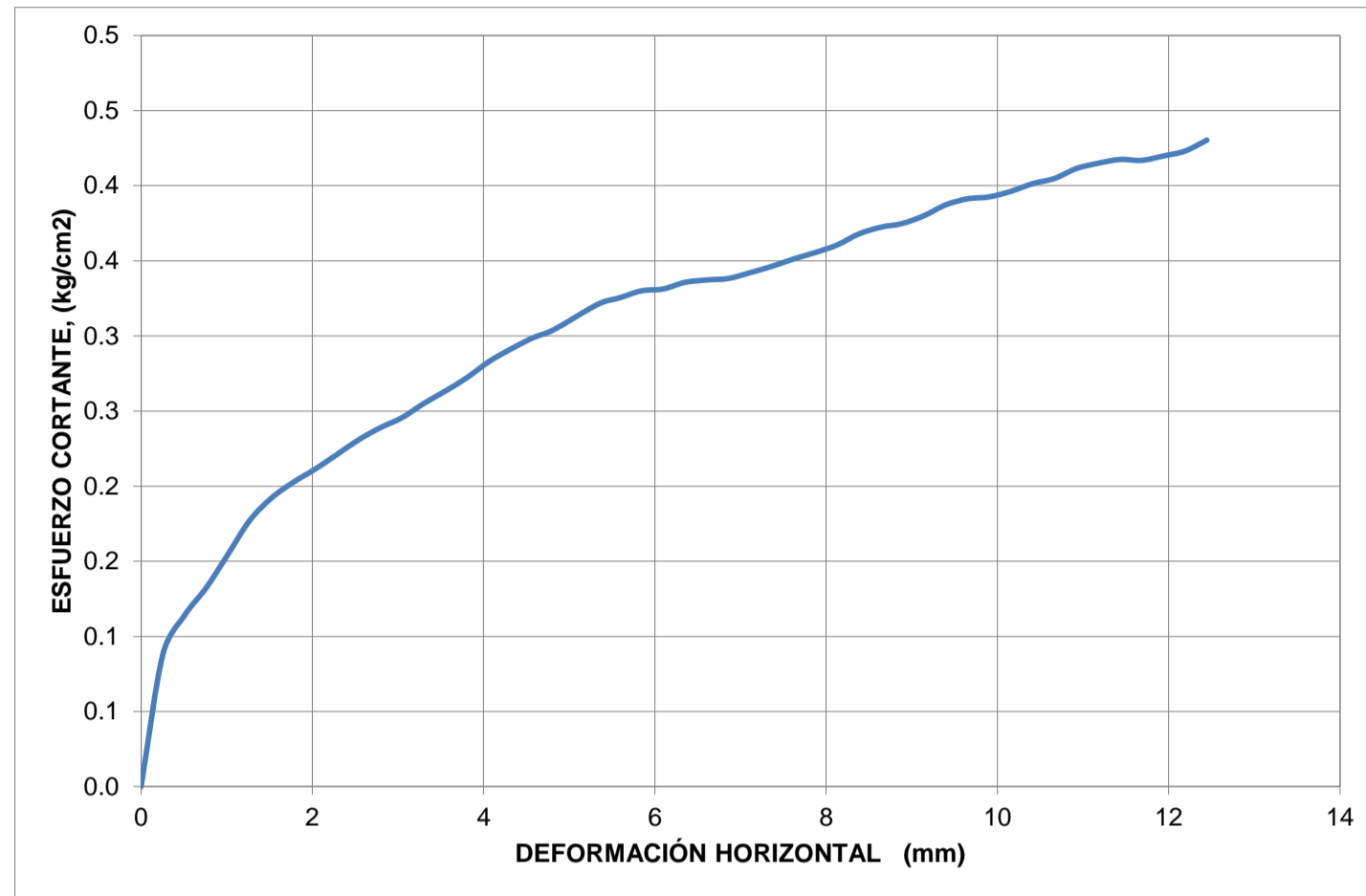
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	123.31
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.37
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.37
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.19
Relación de Vacíos, e	0.9790963

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
29	10	0.254	-27	-0.06858	6.80	35.41	0.83	0.19	0.23	0.42%	-0.27%
61	20	0.508	-67	-0.17018	8.88	35.26	0.83	0.25	0.30	0.85%	-0.67%
92	30	0.762	-98	-0.24892	10.80	35.11	0.84	0.31	0.37	1.27%	-0.98%
121	40	1.016	-115	-0.2921	11.84	34.96	0.84	0.34	0.40	1.70%	-1.15%
148	50	1.27	-138	-0.35052	13.00	34.81	0.84	0.37	0.44	2.12%	-1.38%
178	60	1.524	-163	-0.41402	13.98	34.66	0.85	0.40	0.48	2.55%	-1.63%
208	70	1.778	-180	-0.4572	15.42	34.50	0.85	0.45	0.52	2.97%	-1.80%
236	80	2.032	-194	-0.49276	16.98	34.35	0.86	0.49	0.58	3.40%	-1.94%
265	90	2.286	-203	-0.51562	18.19	34.20	0.86	0.53	0.62	3.82%	-2.03%
291	100	2.54	-215	-0.5461	19.00	34.05	0.86	0.56	0.65	4.25%	-2.15%
324	110	2.794	-229	-0.58166	19.50	33.90	0.87	0.58	0.66	4.67%	-2.29%
353	120	3.048	-245	-0.6223	20.00	33.75	0.87	0.59	0.68	5.09%	-2.45%
381	130	3.302	-258	-0.65532	20.53	33.60	0.87	0.61	0.70	5.52%	-2.58%
411	140	3.556	-271	-0.68834	20.21	33.45	0.88	0.60	0.69	5.94%	-2.71%
440	150	3.81	-281	-0.71374	21.67	33.30	0.88	0.65	0.74	6.37%	-2.81%
465	160	4.064	-293	-0.74422	22.25	33.15	0.89	0.67	0.76	6.79%	-2.93%
495	170	4.318	-302	-0.76708	22.57	32.99	0.89	0.68	0.77	7.22%	-3.02%
525	180	4.572	-313	-0.79502	23.16	32.84	0.89	0.71	0.79	7.64%	-3.13%
554	190	4.826	-321	-0.81534	23.68	32.69	0.90	0.72	0.81	8.07%	-3.21%
581	200	5.08	-330	-0.8382	24.13	32.54	0.90	0.74	0.82	8.49%	-3.30%
610	210	5.334	-337	-0.85598	24.54	32.39	0.91	0.76	0.84	8.91%	-3.37%
638	220	5.588	-350	-0.889	24.89	32.24	0.91	0.77	0.85	9.34%	-3.50%
667	230	5.842	-358	-0.90932	25.24	32.09	0.92	0.79	0.86	9.76%	-3.58%
695	240	6.096	-367	-0.93218	25.54	31.94	0.92	0.80	0.87	10.19%	-3.67%
722	250	6.35	-375	-0.9525	25.78	31.79	0.92	0.81	0.88	10.61%	-3.75%
750	260	6.604	-388	-0.98552	26.16	31.64	0.93	0.83	0.89	11.04%	-3.89%
779	270	6.858	-397	-1.00838	26.56	31.49	0.93	0.84	0.90	11.46%	-3.98%
807	280	7.112	-406	-1.03124	26.90	31.33	0.94	0.86	0.92	11.89%	-4.07%
835	290	7.366	-417	-1.05918	27.25	31.18	0.94	0.87	0.93	12.31%	-4.18%
864	300	7.62	-426	-1.08204	27.47	31.03	0.95	0.89	0.94	12.74%	-4.27%
892	310	7.874	-435	-1.1049	27.88	30.88	0.95	0.90	0.95	13.16%	-4.36%
920	320	8.128	-443	-1.12522	28.16	30.73	0.96	0.92	0.96	13.58%	-4.44%
949	330	8.382	-450	-1.143	28.51	30.58	0.96	0.93	0.97	14.01%	-4.51%
977	340	8.636	-461	-1.17094	28.7	30.43	0.97	0.94	0.98	14.43%	-4.62%
1005	350	8.89	-468	-1.18872	29.02	30.28	0.97	0.96	0.99	14.86%	-4.69%
1032	360	9.144	-476	-1.20904	29.04	30.13	0.98	0.96	0.99	15.28%	-4.77%
1061	370	9.398	-484	-1.22936	29.2	29.98	0.98	0.97	0.99	15.71%	-4.85%
1088	380	9.652	-494	-1.25476	29.28	29.82	0.98	0.98	1.00	16.13%	-4.95%
1117	390	9.906	-498	-1.26492	29.44	29.67	0.99	0.99	1.00	16.56%	-4.99%
1144	400	10.16	-502	-1.27508	29.32	29.52	0.99	0.99	1.00	16.98%	-5.03%
1172	410	10.414	-506	-1.28524	29.21	29.37	1.00	0.99	0.99	17.41%	-5.07%
1201	420	10.668	-510	-1.2954	29.1	29.22	1.01	1.00	0.99	17.83%	-5.11%
1229	430	10.922	-513	-1.30302	28.98	29.07	1.01	1.00	0.99	18.25%	-5.14%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con densidad suelta y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 18-mar-13

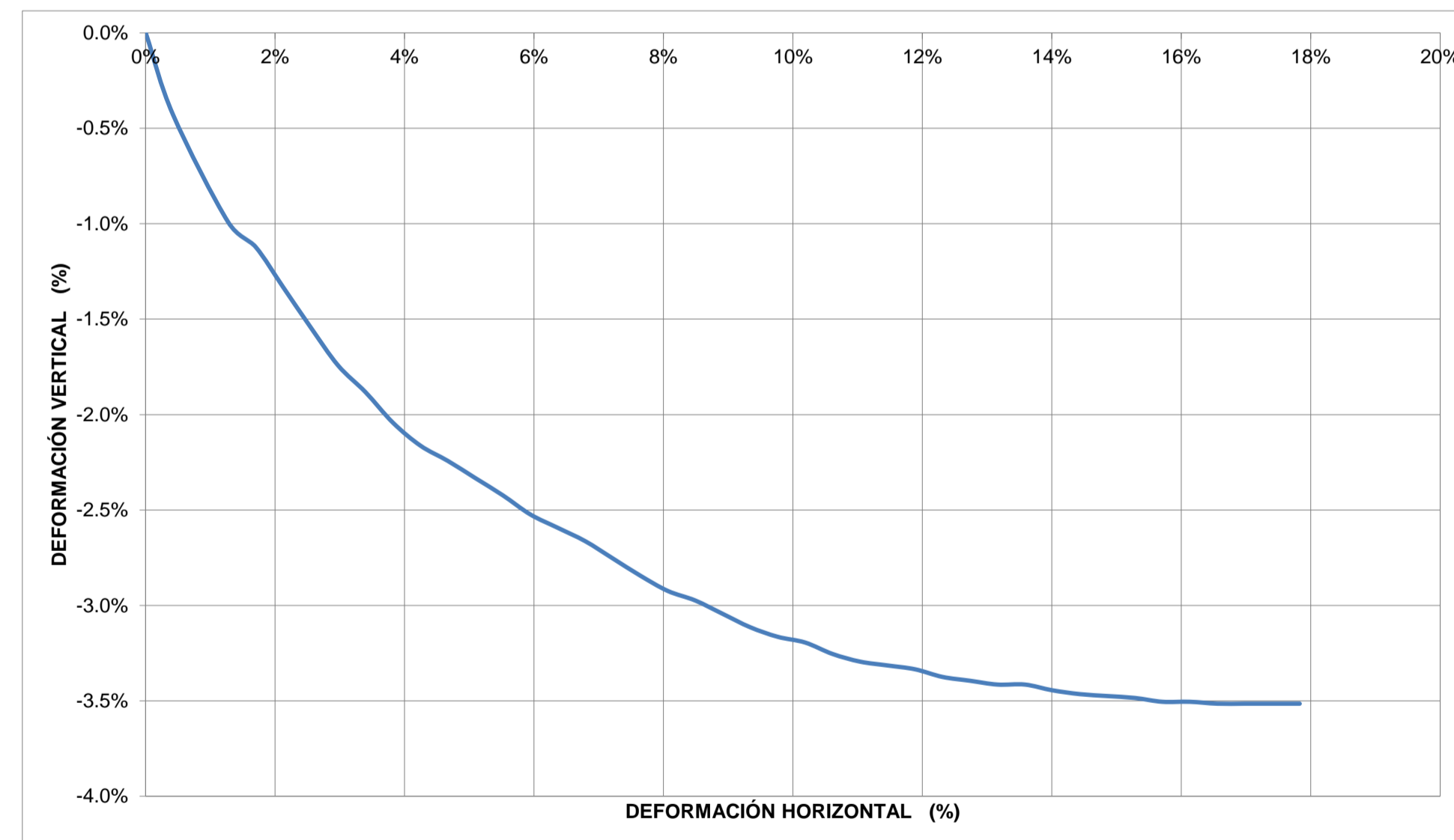
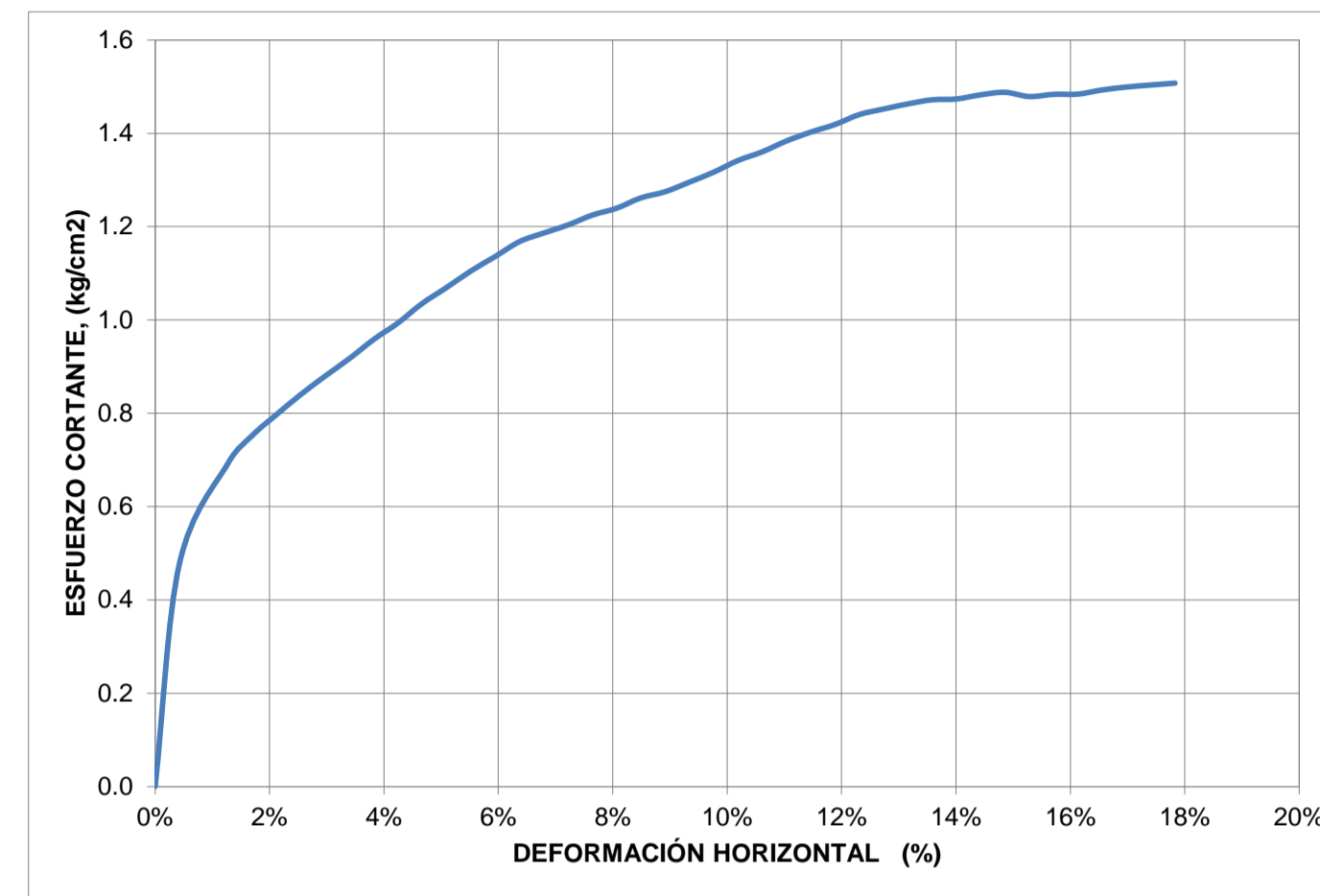
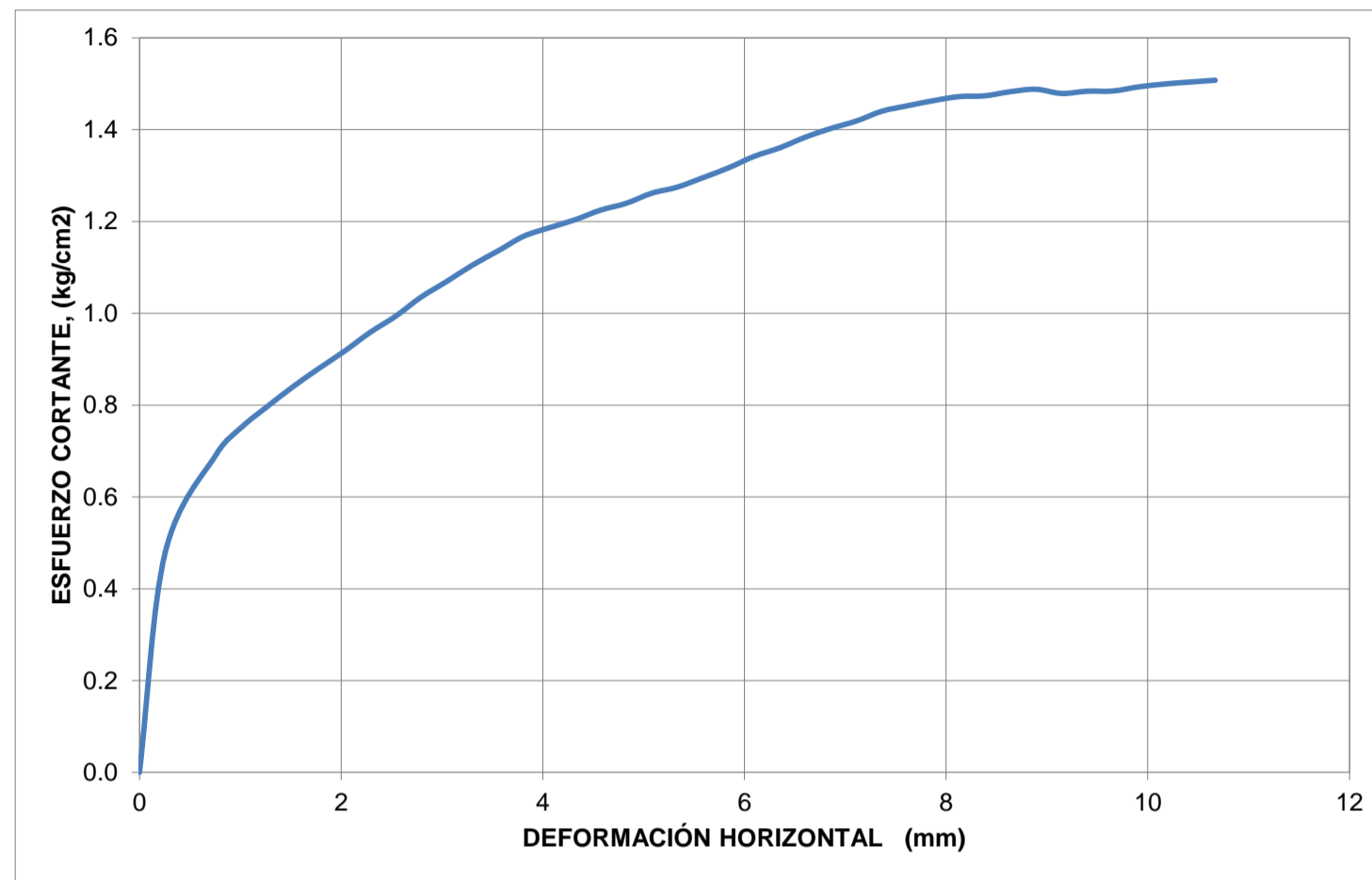
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	122.41
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.36
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.18
Relación de Vacíos, e	0.9936473

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
53	10	0.254	-43	-0.10922	16.91	35.41	2.00	0.48	0.24	0.42%	-0.43%
115	30	0.762	-99	-0.25146	24.32	35.11	2.02	0.69	0.34	1.27%	-0.99%
144	40	1.016	-112	-0.28448	26.30	34.96	2.03	0.75	0.37	1.70%	-1.12%
172	50	1.27	-133	-0.33782	27.75	34.81	2.04	0.80	0.39	2.12%	-1.33%
201	60	1.524	-154	-0.39116	29.12	34.66	2.05	0.84	0.41	2.55%	-1.54%
230	70	1.778	-174	-0.44196	30.35	34.50	2.06	0.88	0.43	2.97%	-1.74%
258	80	2.032	-188	-0.47752	31.51	34.35	2.07	0.92	0.44	3.40%	-1.88%
287	90	2.286	-204	-0.51816	32.77	34.20	2.07	0.96	0.46	3.82%	-2.04%
314	100	2.54	-216	-0.54864	33.83	34.05	2.08	0.99	0.48	4.25%	-2.16%
343	110	2.794	-224	-0.56896	35.10	33.90	2.09	1.04	0.49	4.67%	-2.24%
371	120	3.048	-233	-0.59182	36.09	33.75	2.10	1.07	0.51	5.09%	-2.33%
399	130	3.302	-242	-0.61468	37.12	33.60	2.11	1.10	0.52	5.52%	-2.42%
428	140	3.556	-252	-0.64008	37.99	33.45	2.12	1.14	0.54	5.94%	-2.52%
457	150	3.81	-259	-0.65786	38.88	33.30	2.13	1.17	0.55	6.37%	-2.59%
485	160	4.064	-266	-0.67564	39.32	33.15	2.14	1.19	0.55	6.79%	-2.66%
513	170	4.318	-275	-0.6985	39.71	32.99	2.15	1.20	0.56	7.22%	-2.75%
541	180	4.572	-284	-0.72136	40.22	32.84	2.16	1.22	0.57	7.64%	-2.84%
571	190	4.826	-292	-0.74168	40.52	32.69	2.17	1.24	0.57	8.07%	-2.92%
598	200	5.08	-297	-0.75438	41.05	32.54	2.18	1.26	0.58	8.49%	-2.97%
626	210	5.334	-304	-0.77216	41.29	32.39	2.19	1.27	0.58	8.91%	-3.04%
655	220	5.588	-311	-0.78994	41.76	32.24	2.20	1.30	0.59	9.34%	-3.11%
684	230	5.842	-316	-0.80264	42.25	32.09	2.21	1.32	0.60	9.76%	-3.16%
713	240	6.096	-319	-0.81026	42.85	31.94	2.22	1.34	0.60	10.19%	-3.19%
740	250	6.35	-325	-0.8255	43.24	31.79	2.23	1.36	0.61	10.61%	-3.25%
768	260	6.604	-329	-0.83566	43.77	31.64	2.24	1.38	0.62	11.04%	-3.29%
796	270	6.858	-331	-0.84074	44.16	31.49	2.25	1.40	0.62	11.46%	-3.31%
825	280	7.112	-333	-0.84582	44.46	31.33	2.26	1.42	0.63	11.89%	-3.33%
855	290	7.366	-337	-0.85598	44.91	31.18	2.28	1.44	0.63	12.31%	-3.37%
881	300	7.62	-339	-0.86106	45.06	31.03	2.29	1.45	0.64	12.74%	-3.39%
909	310	7.874	-341	-0.86614	45.18	30.88	2.30	1.46	0.64	13.16%	-3.41%
937	320	8.128	-341	-0.86614	45.23	30.73	2.31	1.47	0.64	13.58%	-3.41%
965	330	8.382	-344	-0.87376	45.06	30.58	2.32	1.47	0.64	14.01%	-3.44%
993	340	8.636	-346	-0.87884	45.11	30.43	2.33	1.48	0.64	14.43%	-3.46%
1022	350	8.89	-347	-0.88138	45.05	30.28	2.34	1.49	0.64	14.86%	-3.47%
1049	360	9.144	-348	-0.88392	44.55	30.13	2.35	1.48	0.63	15.28%	-3.48%
1078	370	9.398	-350	-0.889	44.47	29.98	2.37	1.48	0.63	15.71%	-3.50%
1106	380	9.652	-350	-0.889	44.26	29.82	2.38	1.48	0.62	16.13%	-3.50%
1134	390	9.906	-351	-0.89154	44.30	29.67	2.39	1.49	0.62	16.56%	-3.51%
1160	400	10.16	-351	-0.89154	44.26	29.52	2.40	1.50	0.62	16.98%	-3.51%
1188	410	10.414	-351	-0.89154	44.16	29.37	2.42	1.50	0.62	17.41%	-3.51%
1216	420	10.668	-351	-0.89154	44.05	29.22	2.43	1.51	0.62	17.83%	-3.51%

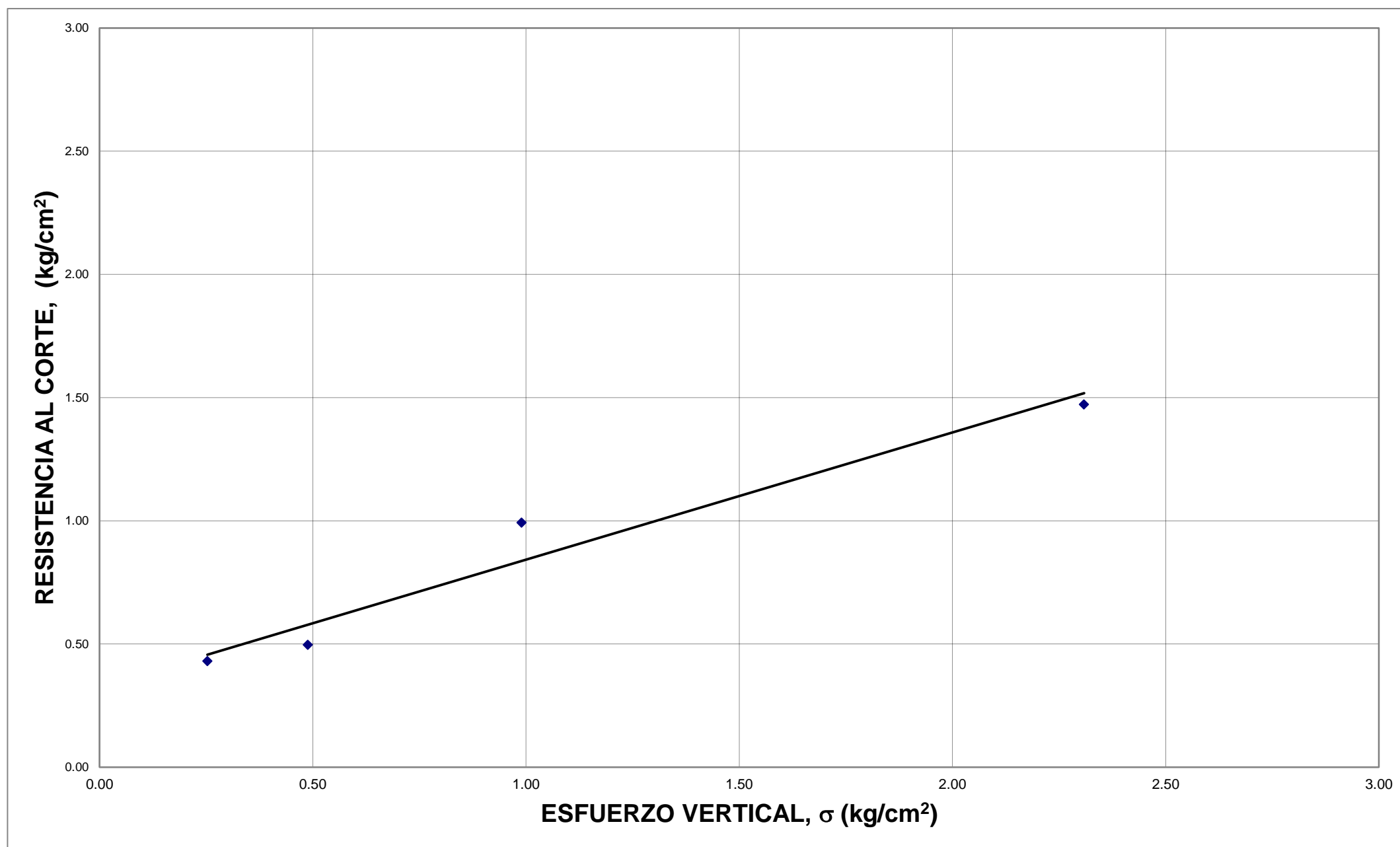


PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.  
 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN:

Envolverte de resistencia máxima de HN-DS  
 Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 18-mar-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $f'$  27.3 °

COHESIÓN ,  $c'$  0.326 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	12.12	0.21	0.25	0.43
B	14.05	0.20	0.49	0.50
C	29.44	0.17	0.99	0.99
C	45.23	0.14	2.31	1.47

Regresión	Pendiente
0.516152322	0.5161523
0.32633195	0.4764858 ATAN
	27.300626 27.3006259

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 20-mar-13

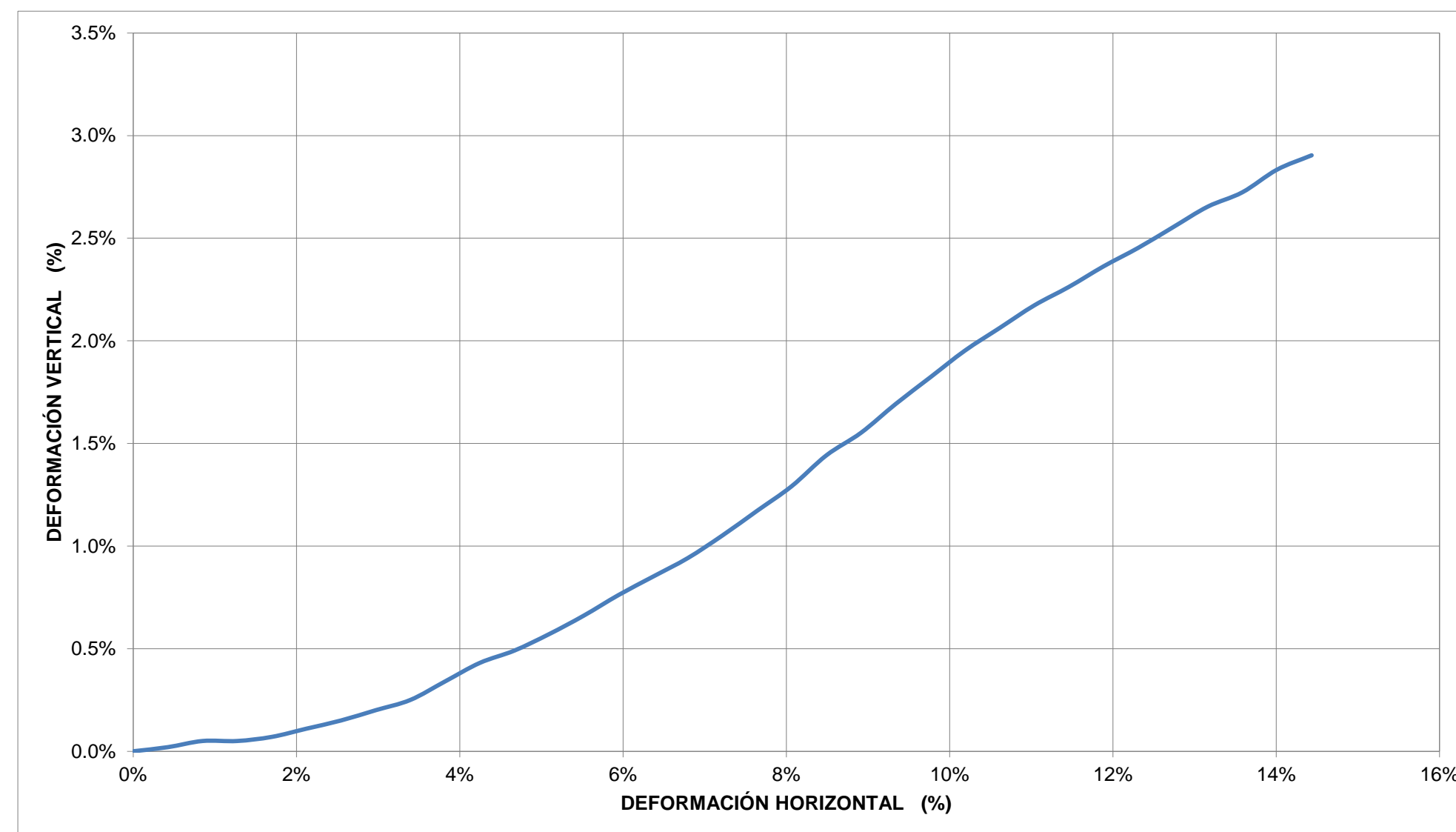
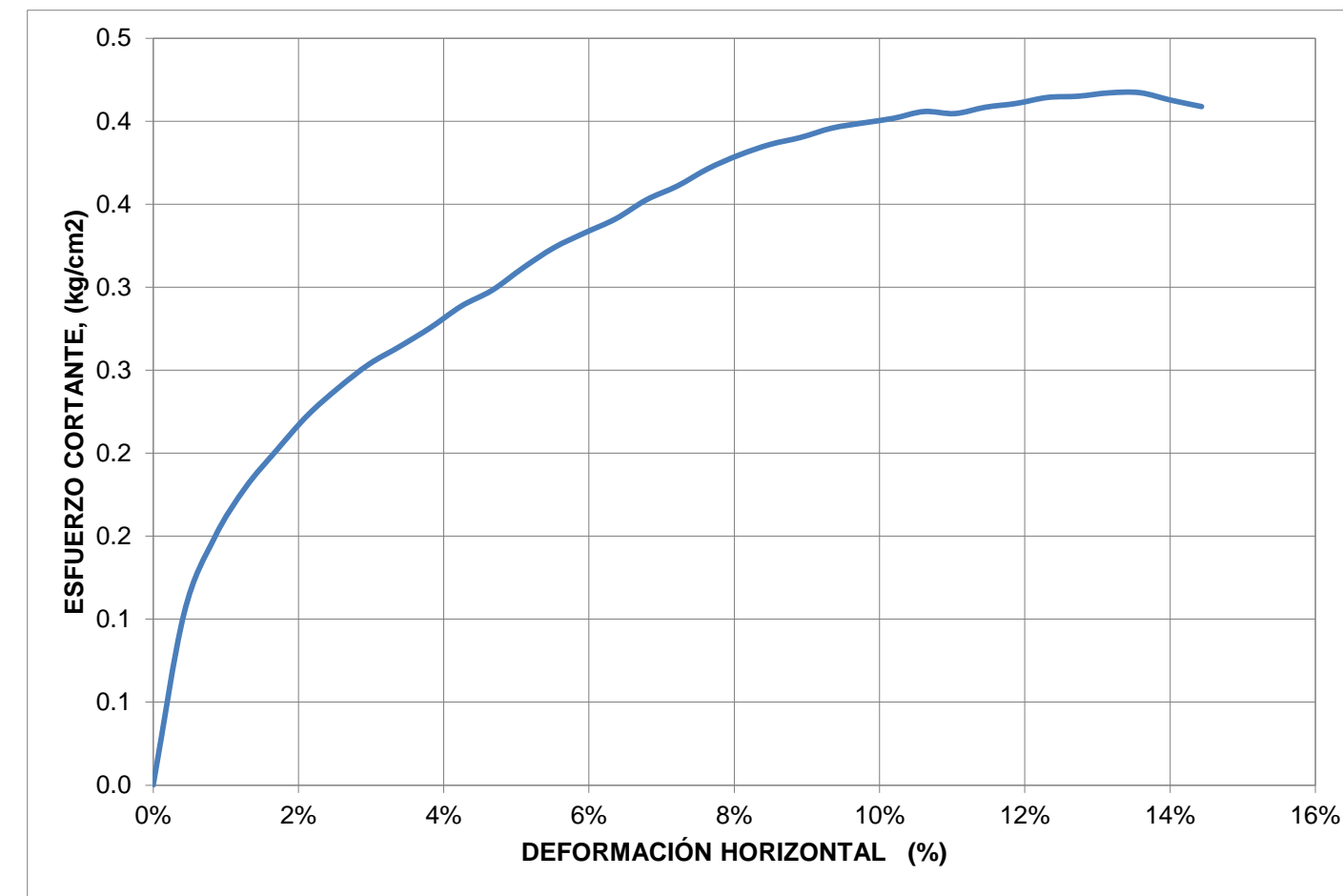
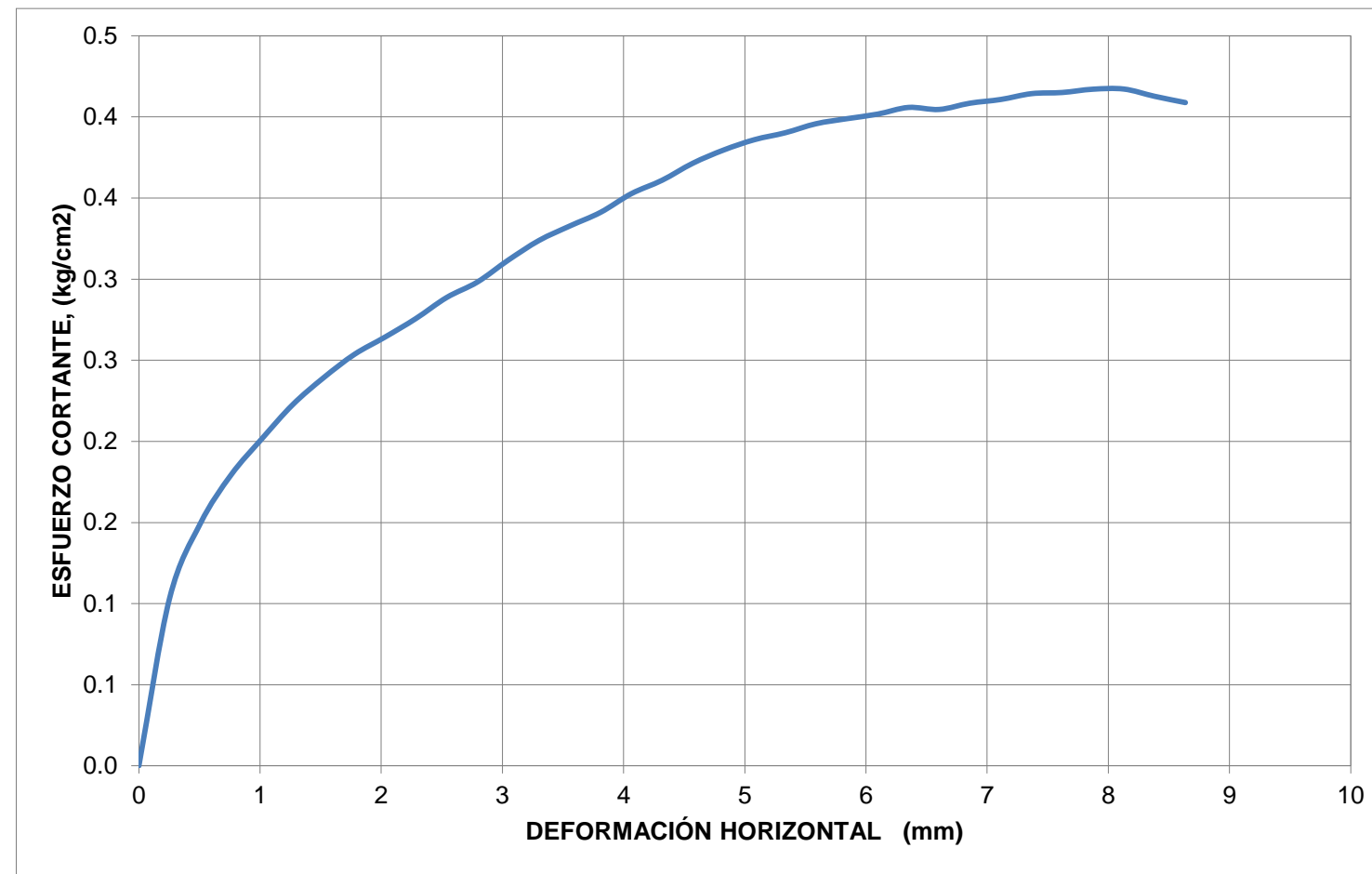
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	133.78
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.48
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.29
Relación de Vacíos, e	0.8242066

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
34	10	0.254	2	0.00508	3.66	35.41	0.20	0.10	0.51	0.42%	0.02%
64	20	0.508	5	0.0127	5.27	35.26	0.20	0.15	0.74	0.85%	0.05%
94	30	0.762	5	0.0127	6.30	35.11	0.20	0.18	0.88	1.27%	0.05%
123	40	1.016	7	0.01778	7.05	34.96	0.20	0.20	0.99	1.70%	0.07%
152	50	1.27	11	0.02794	7.75	34.81	0.20	0.22	1.09	2.12%	0.11%
181	60	1.524	15	0.0381	8.29	34.66	0.21	0.24	1.16	2.55%	0.15%
210	70	1.778	20	0.0508	8.75	34.50	0.21	0.25	1.23	2.97%	0.20%
238	80	2.032	25	0.0635	9.08	34.35	0.21	0.26	1.28	3.40%	0.25%
265	90	2.286	34	0.08636	9.43	34.20	0.21	0.28	1.32	3.82%	0.34%
294	100	2.54	43	0.10922	9.83	34.05	0.21	0.29	1.38	4.25%	0.43%
323	110	2.794	49	0.12446	10.11	33.90	0.21	0.30	1.42	4.67%	0.49%
352	120	3.048	57	0.14478	10.52	33.75	0.21	0.31	1.48	5.09%	0.57%
380	130	3.302	66	0.16764	10.88	33.60	0.21	0.32	1.53	5.52%	0.66%
408	140	3.556	76	0.19304	11.13	33.45	0.21	0.33	1.56	5.94%	0.76%
437	150	3.81	85	0.2159	11.36	33.30	0.21	0.34	1.60	6.37%	0.85%
435	160	4.064	94	0.23876	11.69	33.15	0.21	0.35	1.64	6.79%	0.94%
492	170	4.318	105	0.2667	11.91	32.99	0.22	0.36	1.67	7.22%	1.05%
521	180	4.572	117	0.29718	12.20	32.84	0.22	0.37	1.71	7.64%	1.17%
550	190	4.826	129	0.32766	12.41	32.69	0.22	0.38	1.74	8.07%	1.29%
577	200	5.08	144	0.36576	12.56	32.54	0.22	0.39	1.76	8.49%	1.44%
605	210	5.334	155	0.3937	12.64	32.39	0.22	0.39	1.78	8.91%	1.55%
633	220	5.588	169	0.42926	12.76	32.24	0.22	0.40	1.79	9.34%	1.69%
661	230	5.842	182	0.46228	12.80	32.09	0.22	0.40	1.80	9.76%	1.82%
689	240	6.096	195	0.4953	12.83	31.94	0.22	0.40	1.80	10.19%	1.95%
717	250	6.35	206	0.52324	12.90	31.79	0.22	0.41	1.81	10.61%	2.06%
745	260	6.604	217	0.55118	12.80	31.64	0.23	0.40	1.80	11.04%	2.17%
773	270	6.858	226	0.57404	12.86	31.49	0.23	0.41	1.81	11.46%	2.26%
801	280	7.112	236	0.59944	12.87	31.33	0.23	0.41	1.81	11.89%	2.36%
828	290	7.366	245	0.6223	12.92	31.18	0.23	0.41	1.81	12.31%	2.45%
857	300	7.62	255	0.6477	12.88	31.03	0.23	0.42	1.81	12.74%	2.55%
885	310	7.874	265	0.6731	12.88	30.88	0.23	0.42	1.81	13.16%	2.65%
913	320	8.128	272	0.69088	12.82	30.73	0.23	0.42	1.80	13.58%	2.72%
940	330	8.382	283	0.71882	12.62	30.58	0.23	0.41	1.77	14.01%	2.83%
968	340	8.636	290	0.7366	12.44	30.43	0.23	0.41	1.75	14.43%	2.90%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 20-mar-13

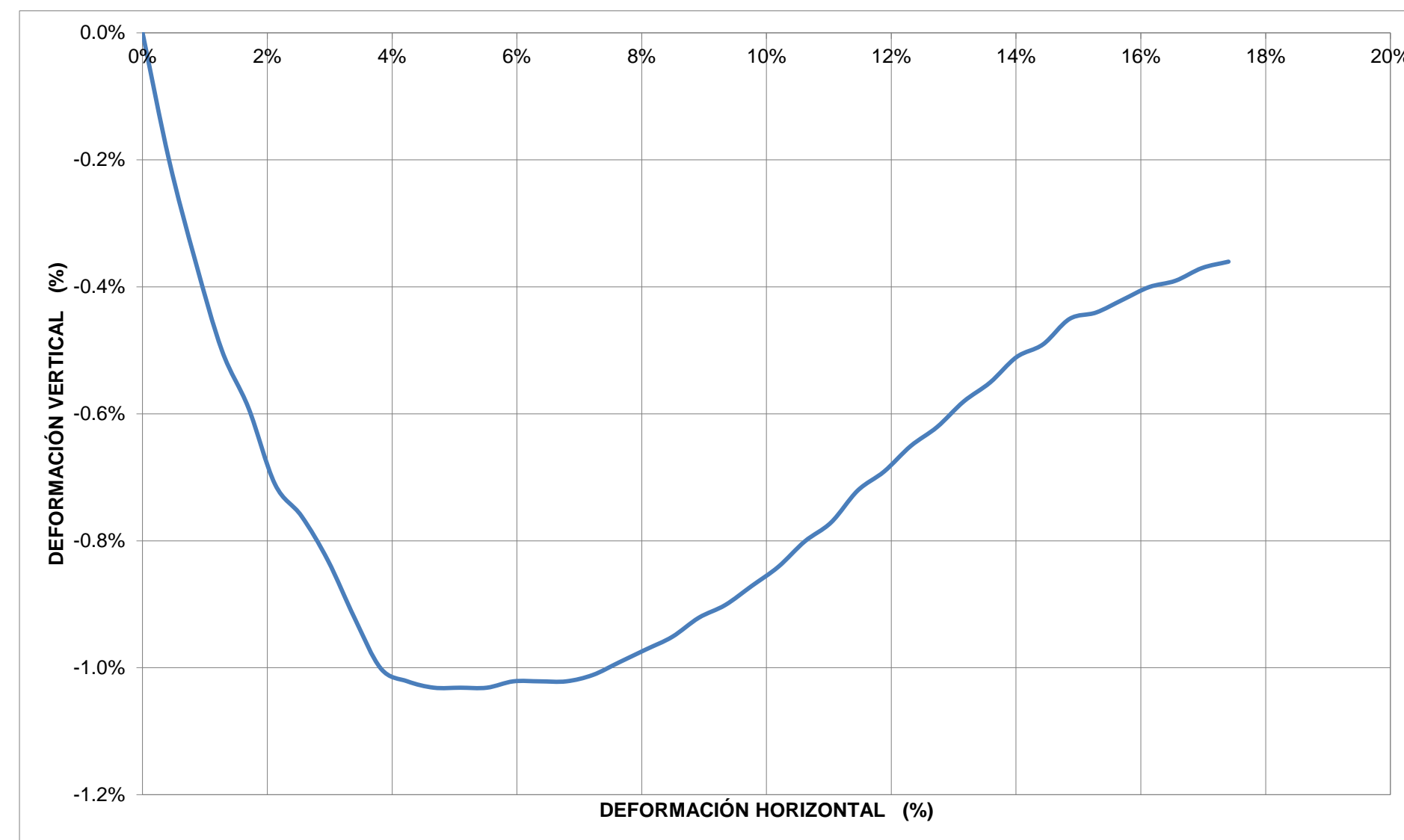
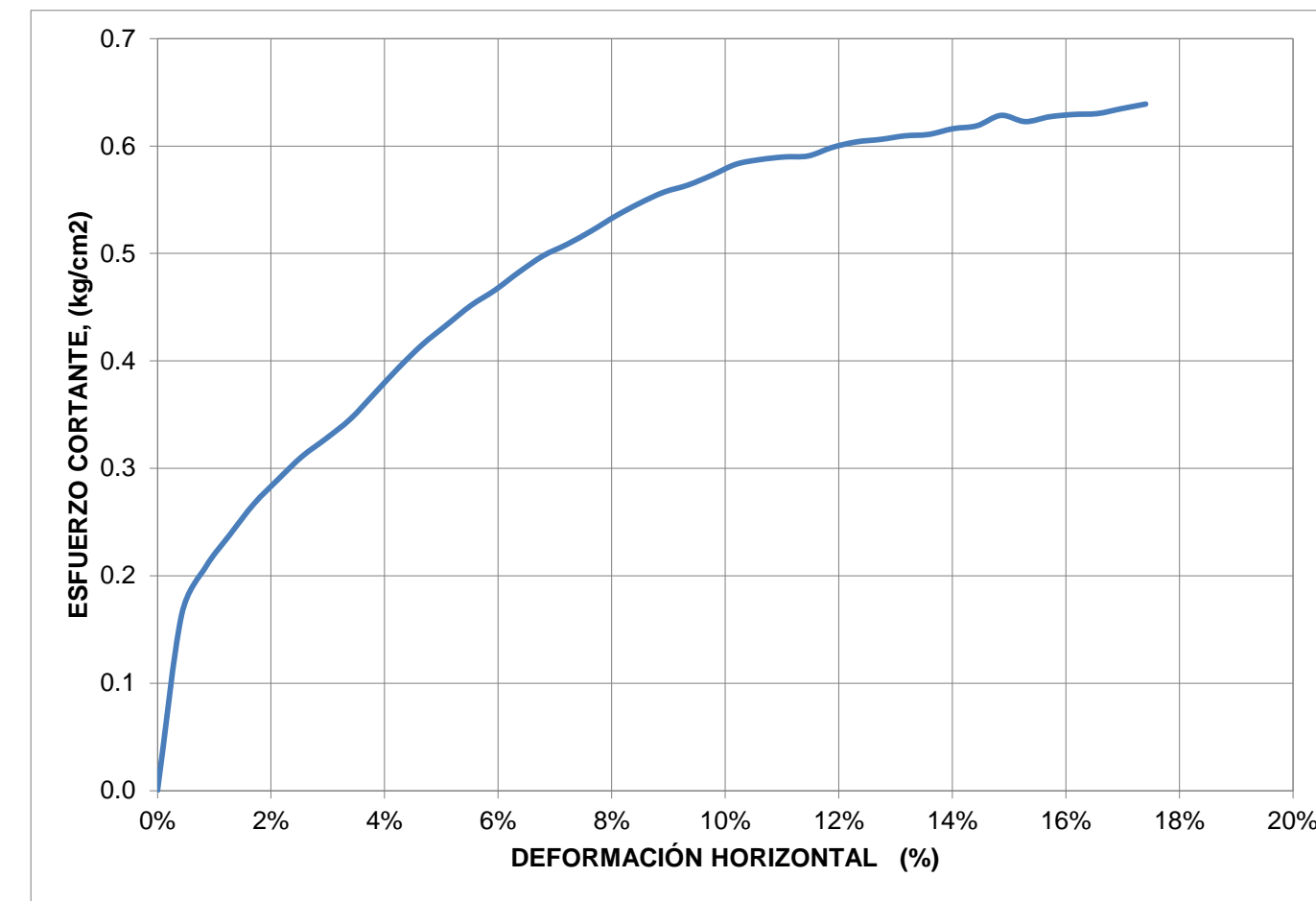
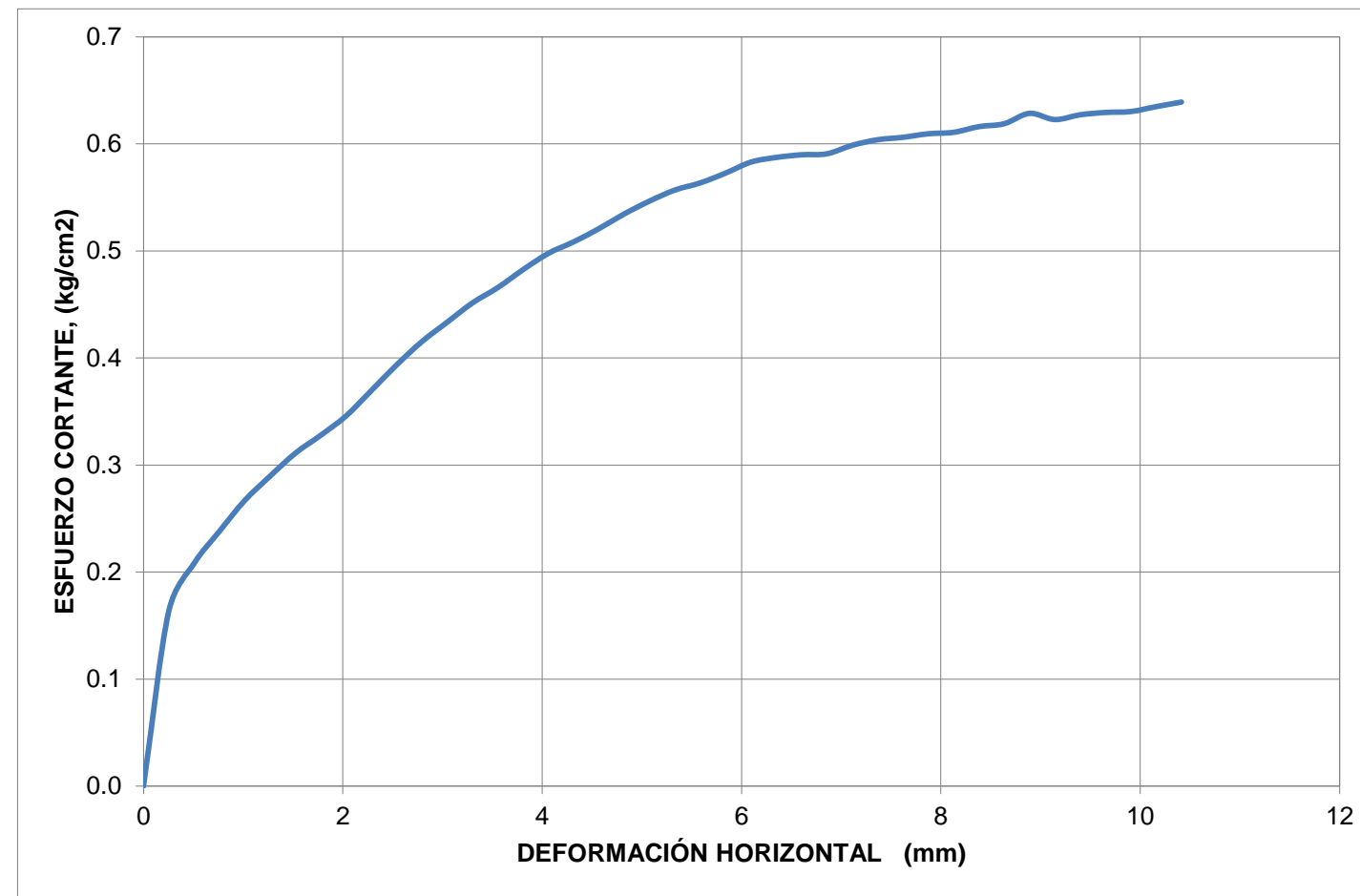
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	132.77
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.47
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.8380836

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-4</sup> 3")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
35	10	0.254	-20	-0.0508	5.79	35.41	0.39	0.16	0.42	0.42%	-0.20%
65	20	0.508	-36	-0.09144	7.34	35.26	0.39	0.21	0.53	0.85%	-0.36%
95	30	0.762	-50	-0.127	8.36	35.11	0.39	0.24	0.60	1.27%	-0.50%
124	40	1.016	-59	-0.14986	9.33	34.96	0.40	0.27	0.67	1.70%	-0.59%
153	50	1.27	-71	-0.18034	10.08	34.81	0.40	0.29	0.73	2.12%	-0.71%
182	60	1.524	-76	-0.19304	10.78	34.66	0.40	0.31	0.78	2.55%	-0.76%
211	70	1.778	-83	-0.21082	11.31	34.50	0.40	0.33	0.82	2.97%	-0.83%
240	80	2.032	-92	-0.23368	11.88	34.35	0.40	0.35	0.86	3.40%	-0.92%
270	90	2.286	-100	-0.254	12.64	34.20	0.40	0.37	0.91	3.82%	-1.00%
298	100	2.54	-102	-0.25908	13.40	34.05	0.41	0.39	0.97	4.25%	-1.02%
327	110	2.794	-103	-0.26162	14.08	33.90	0.41	0.42	1.02	4.67%	-1.03%
356	120	3.048	-103	-0.26162	14.63	33.75	0.41	0.43	1.06	5.09%	-1.03%
385	130	3.302	-103	-0.26162	15.17	33.60	0.41	0.45	1.10	5.52%	-1.03%
414	140	3.556	-102	-0.25908	15.58	33.45	0.41	0.47	1.13	5.94%	-1.02%
444	150	3.81	-102	-0.25908	16.07	33.30	0.42	0.48	1.16	6.37%	-1.02%
472	160	4.064	-102	-0.25908	16.50	33.15	0.42	0.50	1.19	6.79%	-1.02%
500	170	4.318	-101	-0.25654	16.78	32.99	0.42	0.51	1.21	7.22%	-1.01%
530	180	4.572	-99	-0.25146	17.11	32.84	0.42	0.52	1.24	7.64%	-0.99%
559	190	4.826	-97	-0.24638	17.48	32.69	0.42	0.53	1.26	8.07%	-0.97%
588	200	5.08	-95	-0.2413	17.79	32.54	0.43	0.55	1.29	8.49%	-0.95%
615	210	5.334	-92	-0.23368	18.04	32.39	0.43	0.56	1.30	8.91%	-0.92%
645	220	5.588	-90	-0.2286	18.17	32.24	0.43	0.56	1.31	9.34%	-0.90%
674	230	5.842	-87	-0.22098	18.38	32.09	0.43	0.57	1.33	9.76%	-0.87%
702	240	6.096	-84	-0.21336	18.62	31.94	0.43	0.58	1.35	10.19%	-0.84%
730	250	6.35	-80	-0.2032	18.67	31.79	0.44	0.59	1.35	10.61%	-0.80%
758	260	6.604	-77	-0.19558	18.66	31.64	0.44	0.59	1.35	11.04%	-0.77%
777	270	6.858	-72	-0.18288	18.60	31.49	0.44	0.59	1.34	11.46%	-0.72%
814	280	7.112	-69	-0.17526	18.76	31.33	0.44	0.60	1.36	11.89%	-0.69%
842	290	7.366	-65	-0.1651	18.83	31.18	0.44	0.60	1.36	12.31%	-0.65%
870	300	7.62	-62	-0.15748	18.81	31.03	0.45	0.61	1.36	12.74%	-0.62%
898	310	7.874	-58	-0.14732	18.82	30.88	0.45	0.61	1.36	13.16%	-0.58%
926	320	8.128	-55	-0.1397	18.77	30.73	0.45	0.61	1.36	13.58%	-0.55%
954	330	8.382	-51	-0.12954	18.84	30.58	0.45	0.62	1.36	14.01%	-0.51%
981	340	8.636	-49	-0.12446	18.83	30.43	0.45	0.62	1.36	14.43%	-0.49%
979	350	8.89	-45	-0.1143	19.03	30.28	0.46	0.63	1.38	14.86%	-0.45%
1037	360	9.144	-44	-0.11176	18.76	30.13	0.46	0.62	1.36	15.28%	-0.44%
1064	370	9.398	-42	-0.10668	18.80	29.98	0.46	0.63	1.36	15.71%	-0.42%
1092	380	9.652	-40	-0.1016	18.77	29.82	0.46	0.63	1.36	16.13%	-0.40%
1120	390	9.906	-39	-0.09906	18.70	29.67	0.47	0.63	1.35	16.56%	-0.39%
1148	400	10.16	-37	-0.09398	18.74	29.52	0.47	0.63	1.35	16.98%	-0.37%
1175	410	10.414	-36	-0.09144	18.77	29.37	0.47	0.64	1.36	17.41%	-0.36%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 20-mar-13

**DIMENSIONES**

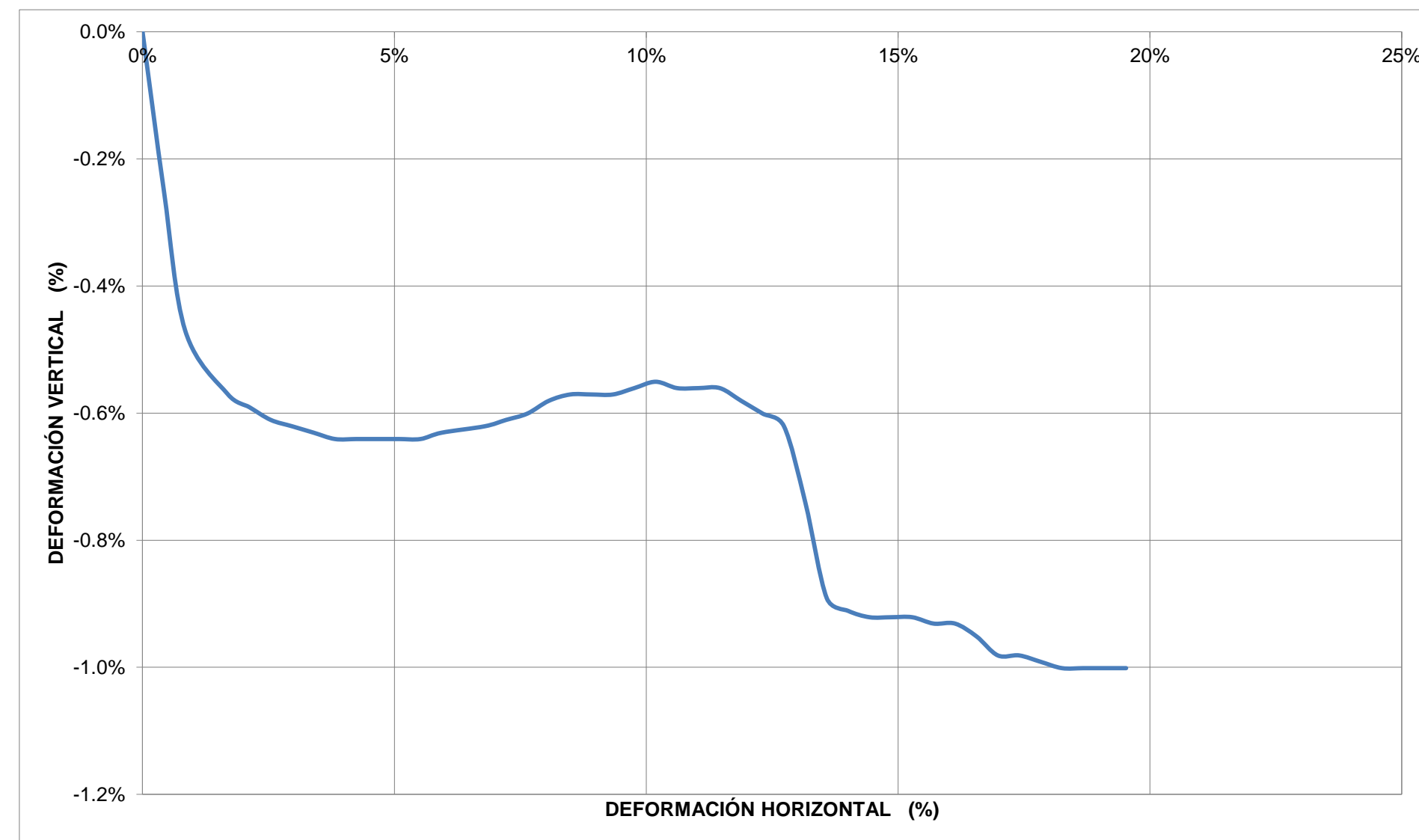
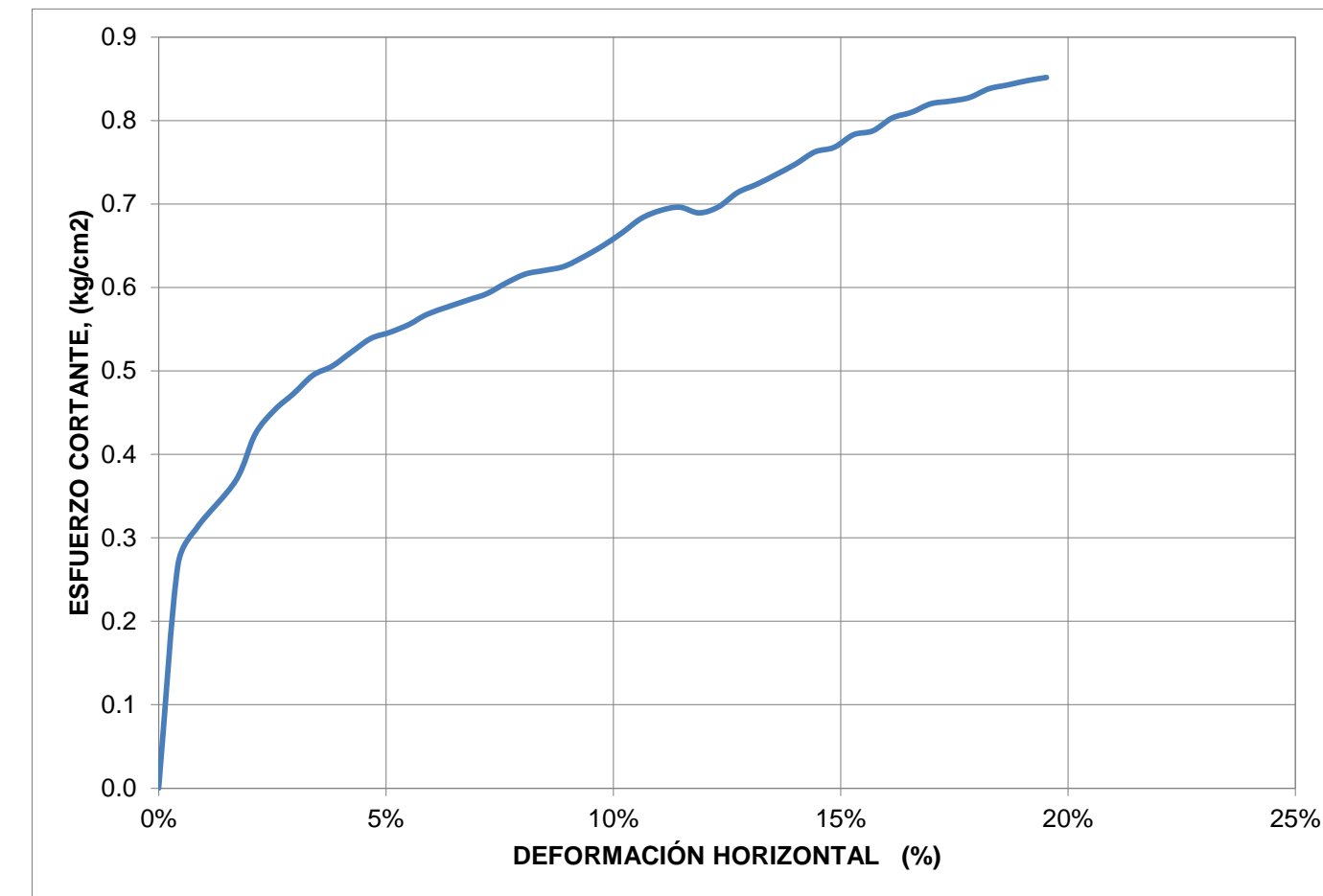
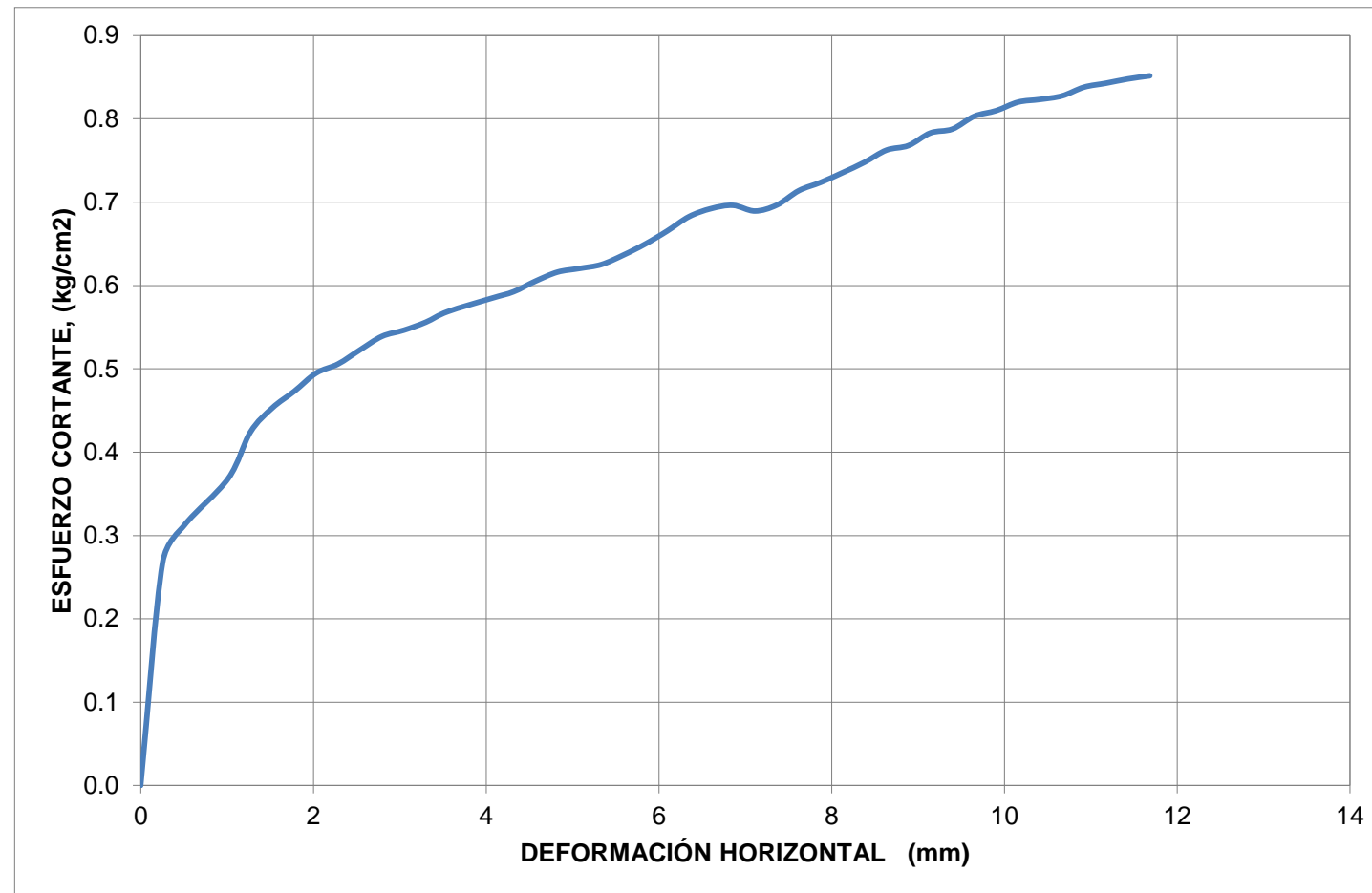
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	134.87
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.40
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.50
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.30
Relación de Vacíos, e	0.8094637

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
44	10	0.254	-25	-0.0635	9.47	35.41	0.83	0.27	0.32	0.42%	-0.25%
74	20	0.508	-47	-0.11938	11.02	35.26	0.83	0.31	0.37	0.85%	-0.47%
104	40	1.016	-57	-0.14478	12.89	34.96	0.84	0.37	0.44	1.70%	-0.57%
134	50	1.27	-59	-0.14986	14.76	34.81	0.84	0.42	0.50	2.12%	-0.59%
163	60	1.524	-61	-0.15494	15.70	34.66	0.85	0.45	0.53	2.55%	-0.61%
191	70	1.778	-62	-0.15748	16.32	34.50	0.85	0.47	0.56	2.97%	-0.62%
220	80	2.032	-63	-0.16002	17.00	34.35	0.86	0.49	0.58	3.40%	-0.63%
248	90	2.286	-64	-0.16256	17.30	34.20	0.86	0.51	0.59	3.82%	-0.64%
275	100	2.54	-64	-0.16256	17.80	34.05	0.86	0.52	0.61	4.25%	-0.64%
304	110	2.794	-64	-0.16256	18.27	33.90	0.87	0.54	0.62	4.67%	-0.64%
332	120	3.048	-64	-0.16256	18.44	33.75	0.87	0.55	0.63	5.09%	-0.64%
361	130	3.302	-64	-0.16256	18.68	33.60	0.87	0.56	0.64	5.52%	-0.64%
389	140	3.556	-63	-0.16002	19.02	33.45	0.88	0.57	0.65	5.94%	-0.63%
417	160	4.064	-62	-0.15748	19.38	33.15	0.89	0.58	0.66	6.79%	-0.62%
446	170	4.318	-61	-0.15494	19.55	32.99	0.89	0.59	0.67	7.22%	-0.61%
474	180	4.572	-60	-0.1524	19.88	32.84	0.90	0.61	0.68	7.64%	-0.60%
501	190	4.826	-58	-0.14732	20.14	32.69	0.90	0.62	0.69	8.07%	-0.58%
530	200	5.08	-57	-0.14478	20.19	32.54	0.90	0.62	0.69	8.49%	-0.57%
559	210	5.334	-57	-0.14478	20.25	32.39	0.91	0.63	0.69	8.91%	-0.57%
587	220	5.588	-57	-0.14478	20.52	32.24	0.91	0.64	0.70	9.34%	-0.57%
614	230	5.842	-56	-0.14224	20.85	32.09	0.92	0.65	0.71	9.76%	-0.56%
643	240	6.096	-55	-0.1397	21.25	31.94	0.92	0.67	0.72	10.19%	-0.55%
672	250	6.35	-56	-0.14224	21.70	31.79	0.92	0.68	0.74	10.61%	-0.56%
700	260	6.604	-56	-0.14224	21.90	31.64	0.93	0.69	0.74	11.04%	-0.56%
729	270	6.858	-56	-0.14224	21.92	31.49	0.93	0.70	0.75	11.46%	-0.56%
757	280	7.112	-58	-0.14732	21.60	31.33	0.94	0.69	0.73	11.89%	-0.58%
785	290	7.366	-60	-0.1524	21.72	31.18	0.94	0.70	0.74	12.31%	-0.60%
814	300	7.62	-62	-0.15748	22.15	31.03	0.95	0.71	0.75	12.74%	-0.62%
841	310	7.874	-74	-0.18796	22.35	30.88	0.95	0.72	0.76	13.16%	-0.74%
870	320	8.128	-89	-0.22606	22.60	30.73	0.96	0.74	0.77	13.58%	-0.89%
899	330	8.382	-91	-0.23114	22.87	30.58	0.96	0.75	0.78	14.01%	-0.91%
927	340	8.636	-92	-0.23368	23.20	30.43	0.97	0.76	0.79	14.43%	-0.92%
983	350	8.89	-92	-0.23368	23.25	30.28	0.97	0.77	0.79	14.86%	-0.92%
1012	360	9.144	-92	-0.23368	23.59	30.13	0.98	0.78	0.80	15.28%	-0.92%
1040	370	9.398	-93	-0.23622	23.61	29.98	0.98	0.79	0.80	15.71%	-0.93%
1097	380	9.652	-93	-0.23622	23.95	29.82	0.99	0.80	0.81	16.13%	-0.93%
1125	390	9.906	-95	-0.2413	24.03	29.67	0.99	0.81	0.82	16.56%	-0.95%
1153	400	10.16	-98	-0.24892	24.21	29.52	1.00	0.82	0.82	16.98%	-0.98%
1181	410	10.414	-98	-0.24892	24.18	29.37	1.00	0.82	0.82	17.41%	-0.98%
1210	420	10.668	-99	-0.25146	24.18	29.22	1.01	0.83	0.82	17.83%	-0.99%
1238	430	10.922	-100	-0.254	24.36	29.07	1.01	0.84	0.83	18.25%	-1.00%
1267	440	11.176	-100	-0.254	24.37	28.92	1.02	0.84	0.83	18.68%	-1.00%
1295	450	11.43	-100	-0.254	24.39	28.77	1.02	0.85	0.83	19.10%	-1.00%
1322	460	11.684	-100	-0.254	24.37	28.62	1.03	0.85	0.83	19.53%	-1.00%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compacidad intermedia y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 21-mar-13

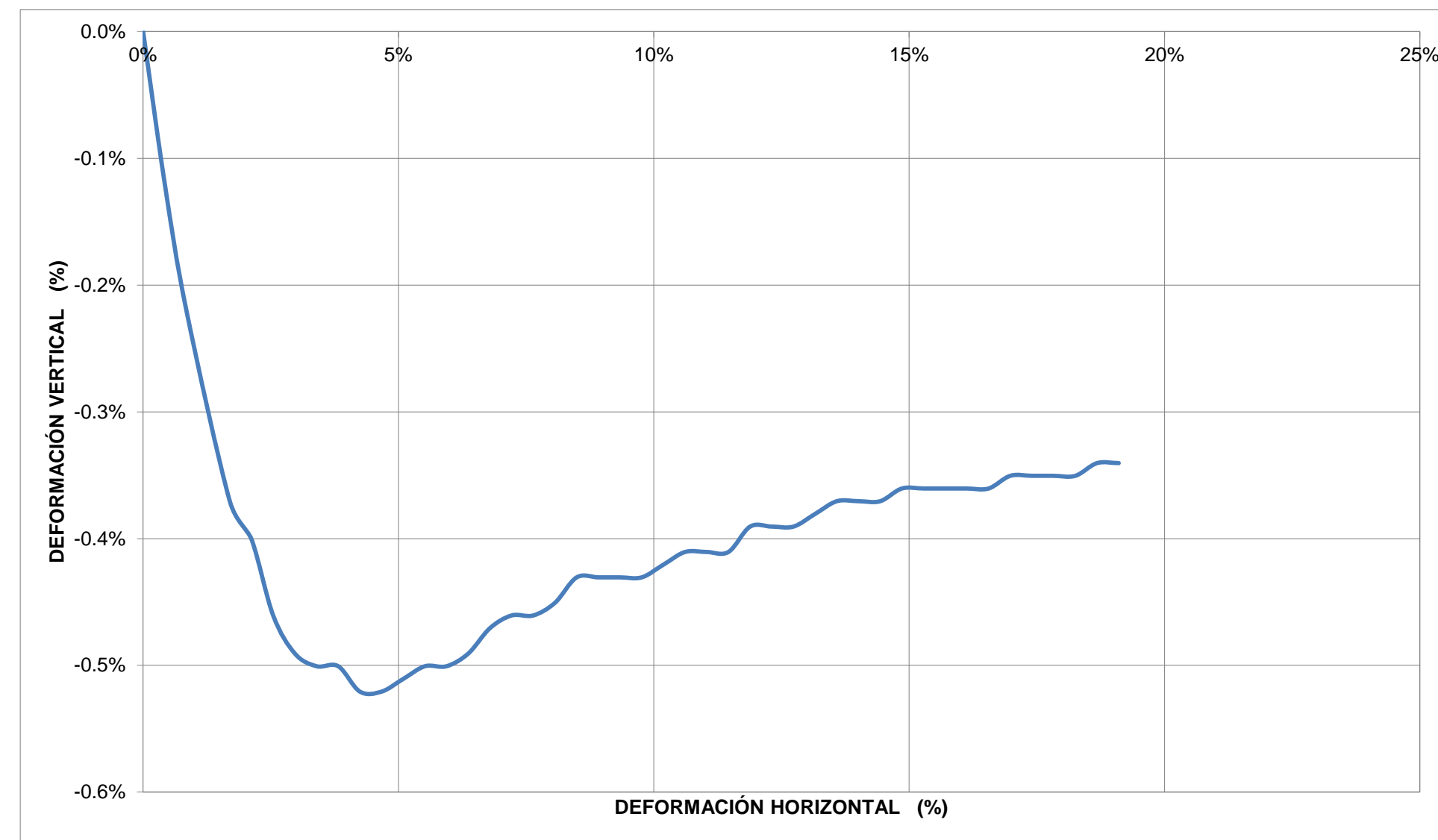
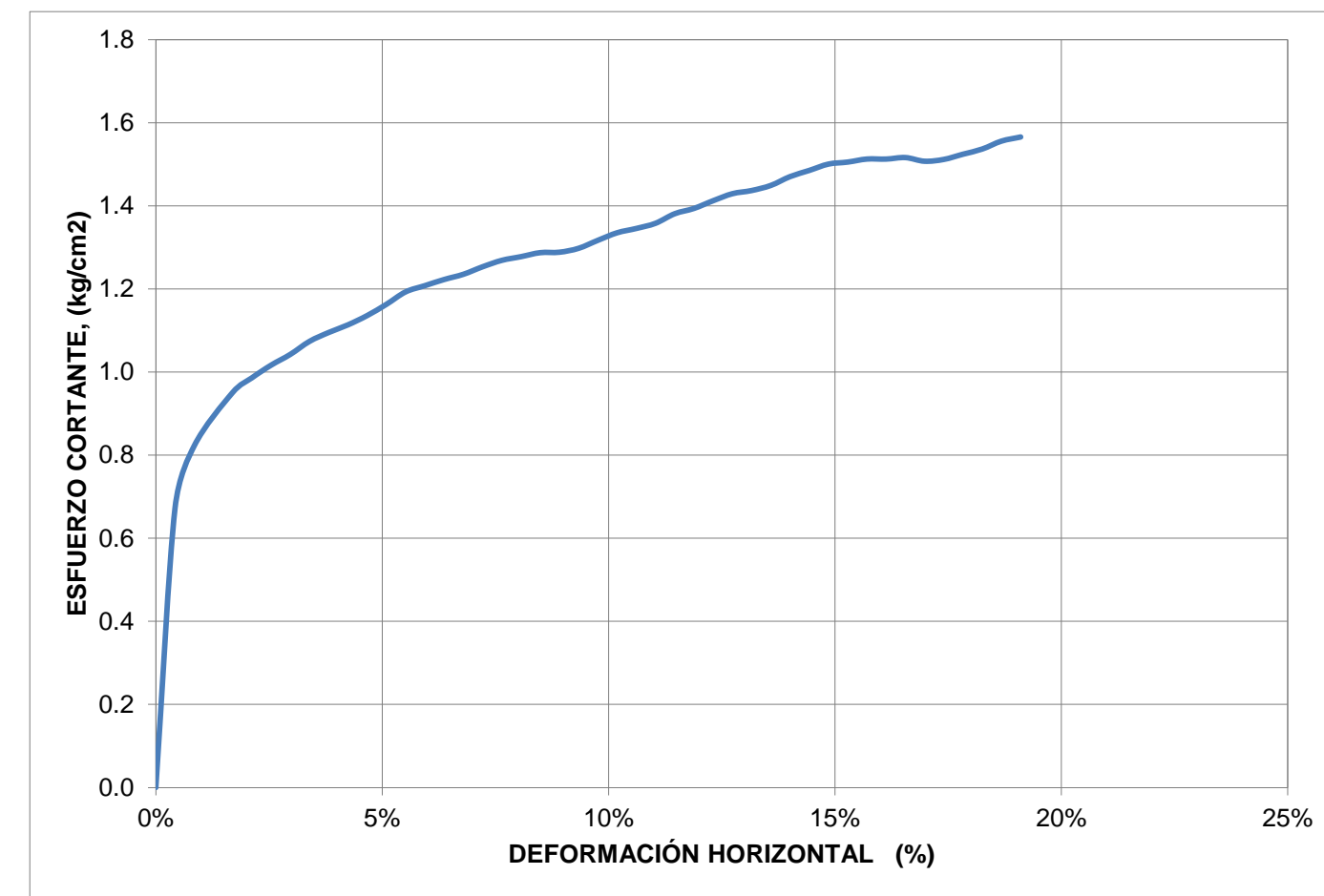
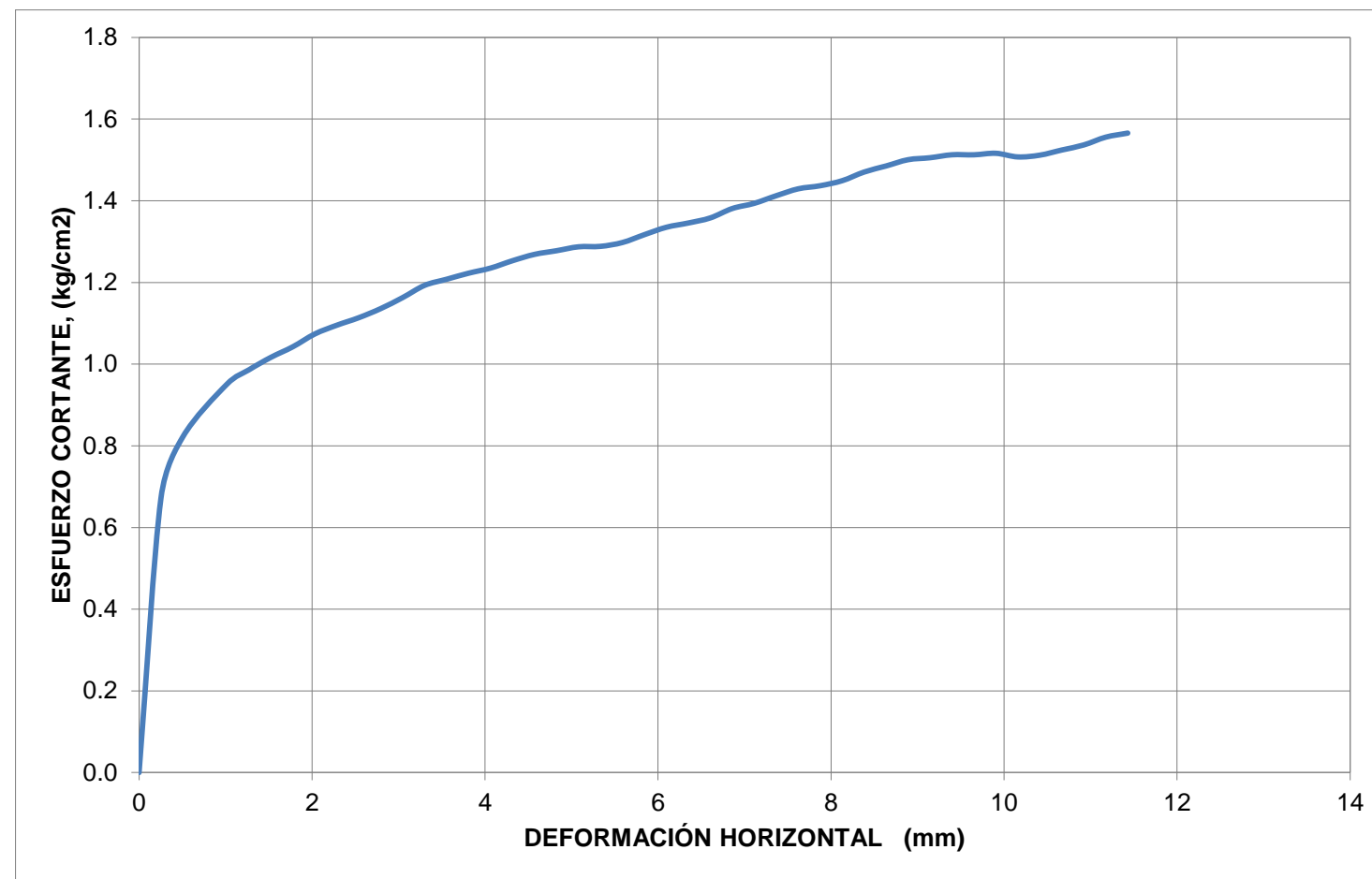
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	133.14
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.35251
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.48
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.83298

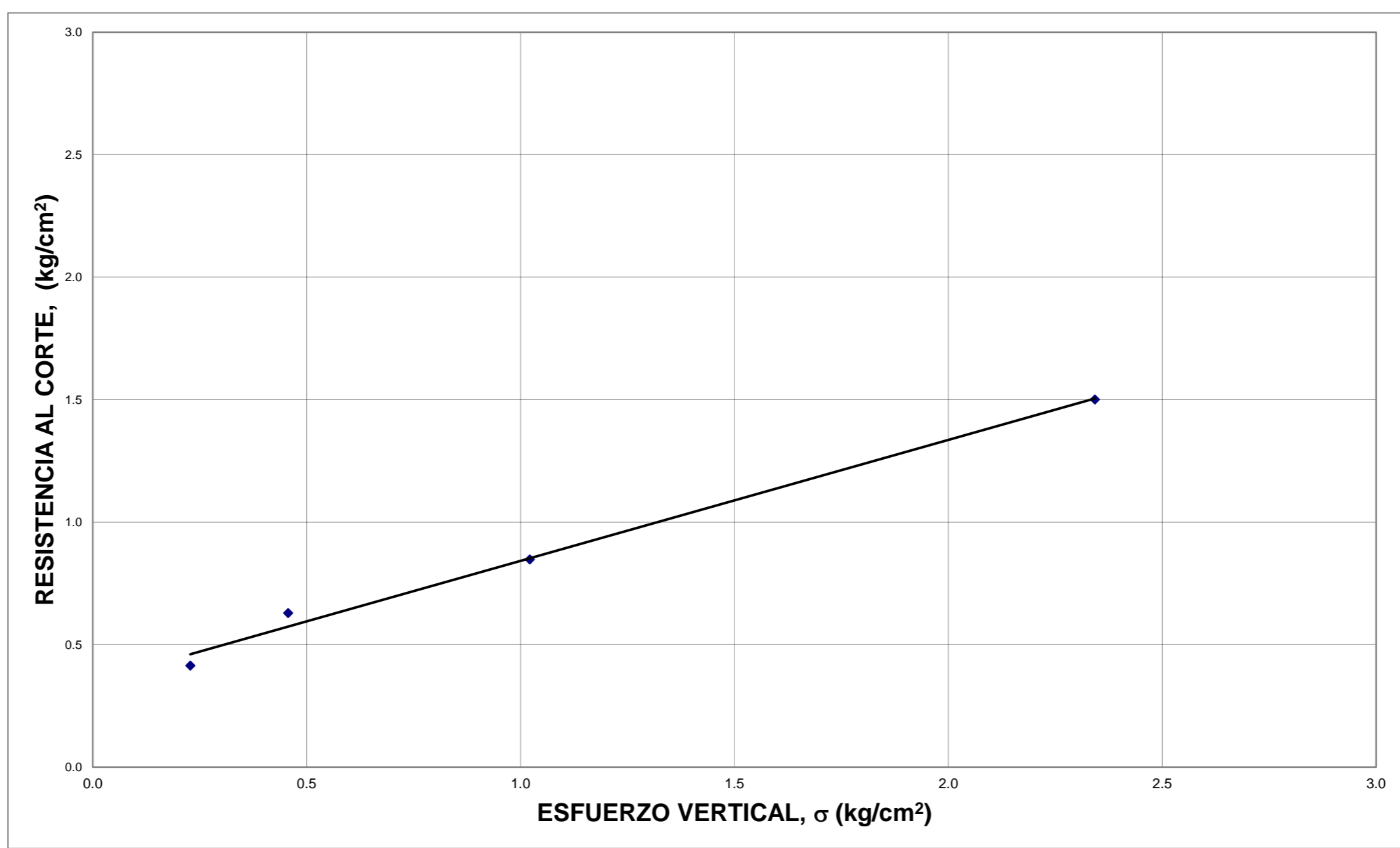
Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
53	10	0.254	-12	-0.03048	23.81	35.41	2.00	0.67	0.34	0.42%	-0.12%
85	20	0.508	-22	-0.05588	29.00	35.26	2.01	0.82	0.41	0.85%	-0.22%
142	40	1.016	-37	-0.09398	33.24	34.96	2.03	0.95	0.47	1.70%	-0.37%
171	50	1.27	-40	-0.1016	34.32	34.81	2.04	0.99	0.48	2.12%	-0.40%
199	60	1.524	-46	-0.11684	35.23	34.66	2.05	1.02	0.50	2.55%	-0.46%
228	70	1.778	-49	-0.12446	35.97	34.50	2.06	1.04	0.51	2.97%	-0.49%
256	80	2.032	-50	-0.127	36.89	34.35	2.07	1.07	0.52	3.40%	-0.50%
284	90	2.286	-50	-0.127	37.46	34.20	2.07	1.10	0.53	3.82%	-0.50%
313	100	2.54	-52	-0.13208	37.92	34.05	2.08	1.11	0.53	4.25%	-0.52%
340	110	2.794	-52	-0.13208	38.51	33.90	2.09	1.14	0.54	4.67%	-0.52%
368	120	3.048	-51	-0.12954	39.25	33.75	2.10	1.16	0.55	5.09%	-0.51%
396	130	3.302	-50	-0.127	40.08	33.60	2.11	1.19	0.56	5.52%	-0.50%
425	140	3.556	-50	-0.127	40.40	33.45	2.12	1.21	0.57	5.94%	-0.50%
453	150	3.81	-49	-0.12446	40.71	33.30	2.13	1.22	0.57	6.37%	-0.49%
481	160	4.064	-47	-0.11938	40.94	33.15	2.14	1.24	0.58	6.79%	-0.47%
510	170	4.318	-46	-0.11684	41.35	32.99	2.15	1.25	0.58	7.22%	-0.46%
538	180	4.572	-46	-0.11684	41.67	32.84	2.16	1.27	0.59	7.64%	-0.46%
567	190	4.826	-45	-0.1143	41.77	32.69	2.17	1.28	0.59	8.07%	-0.45%
594	200	5.08	-43	-0.10922	41.89	32.54	2.18	1.29	0.59	8.49%	-0.43%
622	210	5.334	-43	-0.10922	41.73	32.39	2.19	1.29	0.59	8.91%	-0.43%
650	220	5.588	-43	-0.10922	41.84	32.24	2.20	1.30	0.59	9.34%	-0.43%
680	230	5.842	-43	-0.10922	42.26	32.09	2.21	1.32	0.60	9.76%	-0.43%
707	240	6.096	-42	-0.10668	42.64	31.94	2.22	1.34	0.60	10.19%	-0.42%
735	250	6.35	-41	-0.10414	42.77	31.79	2.23	1.35	0.60	10.61%	-0.41%
763	260	6.604	-41	-0.10414	42.96	31.64	2.24	1.36	0.61	11.04%	-0.41%
792	270	6.858	-41	-0.10414	43.48	31.49	2.25	1.38	0.61	11.46%	-0.41%
821	280	7.112	-39	-0.09906	43.67	31.33	2.26	1.39	0.62	11.89%	-0.39%
849	290	7.366	-39	-0.09906	44.04	31.18	2.28	1.41	0.62	12.31%	-0.39%
877	300	7.62	-39	-0.09906	44.35	31.03	2.29	1.43	0.63	12.74%	-0.39%
905	310	7.874	-38	-0.09652	44.37	30.88	2.30	1.44	0.63	13.16%	-0.38%
933	320	8.128	-37	-0.09398	44.53	30.73	2.31	1.45	0.63	13.58%	-0.37%
961	330	8.382	-37	-0.09398	44.96	30.58	2.32	1.47	0.63	14.01%	-0.37%
990	340	8.636	-37	-0.09398	45.19	30.43	2.33	1.49	0.64	14.43%	-0.37%
1018	350	8.89	-36	-0.09144	45.43	30.28	2.34	1.50	0.64	14.86%	-0.36%
1059	360	9.144	-36	-0.09144	45.35	30.13	2.35	1.51	0.64	15.28%	-0.36%
1075	370	9.398	-36	-0.09144	45.34	29.98	2.37	1.51	0.64	15.71%	-0.36%
1103	380	9.652	-36	-0.09144	45.11	29.82	2.38	1.51	0.64	16.13%	-0.36%
1132	390	9.906	-36	-0.09144	44.99	29.67	2.39	1.52	0.63	16.56%	-0.36%
1158	400	10.16	-35	-0.0889	44.50	29.52	2.40	1.51	0.63	16.98%	-0.35%
1186	410	10.414	-35	-0.0889	44.40	29.37	2.42	1.51	0.63	17.41%	-0.35%
1214	420	10.668	-35	-0.0889	44.54	29.22	2.43	1.52	0.63	17.83%	-0.35%
1241	430	10.922	-35	-0.0889	44.67	29.07	2.44	1.54	0.63	18.25%	-0.35%
1269	440	11.176	-34	-0.08636	44.99	28.92	2.45	1.56	0.63	18.68%	-0.34%
1298	450	11.43	-34	-0.08636	45.04	28.77	2.47	1.57	0.63	19.10%	-0.34%



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.  
 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Envoltorio de resistencia máxima de HN-C50  
Ensayo no consolidado no drenado UU

FECHA ENSAYO: 21-mar-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $\phi'$  26.3 °

COHESIÓN,  $C'$  0.348 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>A</b>	12.92	0.12	0.23	0.41
<b>B</b>	19.03	0.15	0.46	0.63
<b>C</b>	24.39	0.19	1.02	0.85
<b>D</b>	45.43	0.15	2.34	1.50

Regresión	Pendiente
0.49371178	0.4937118
0.347864308	0.4586044 ATAN
	26.276096

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 26-mar-13

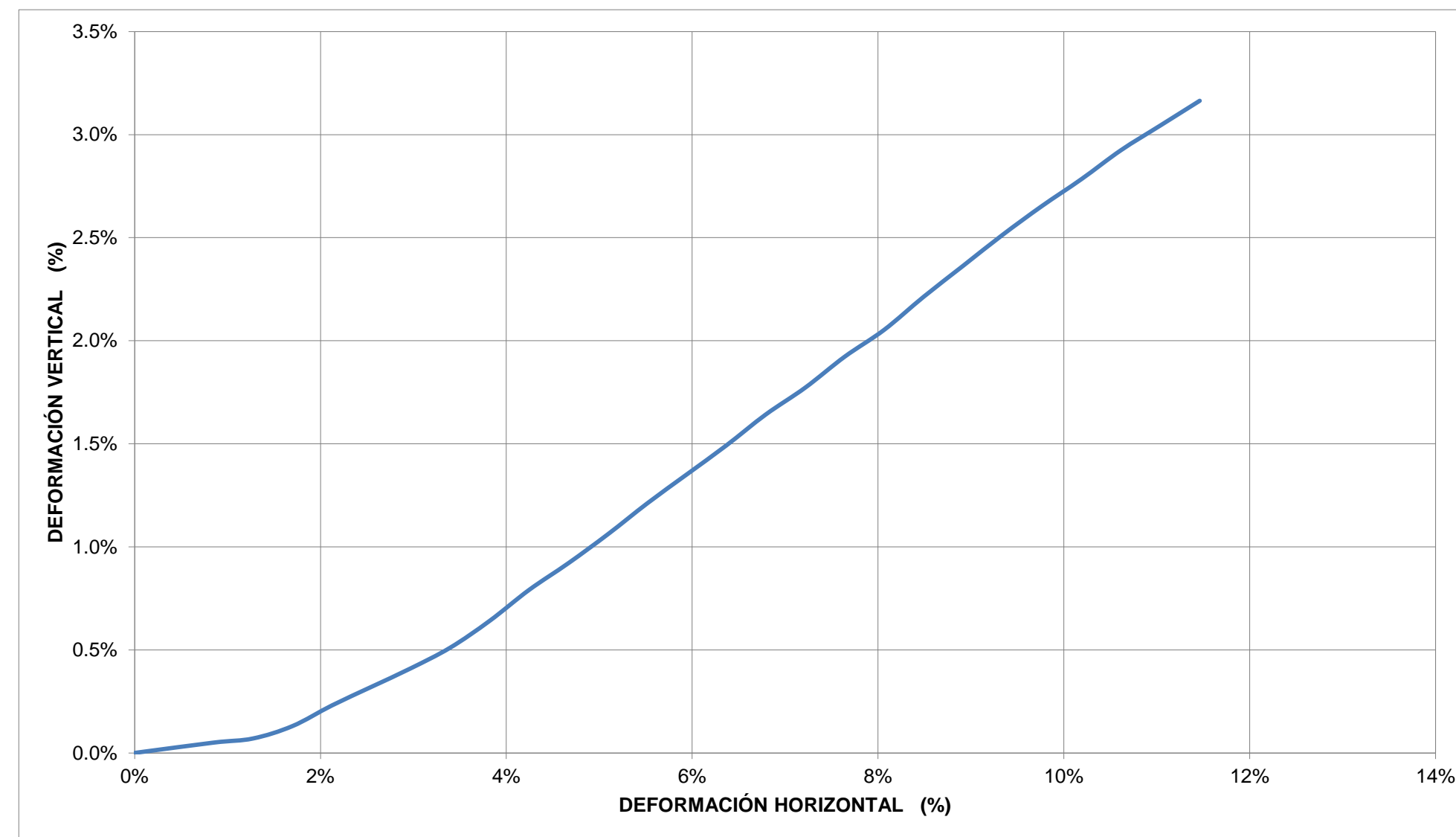
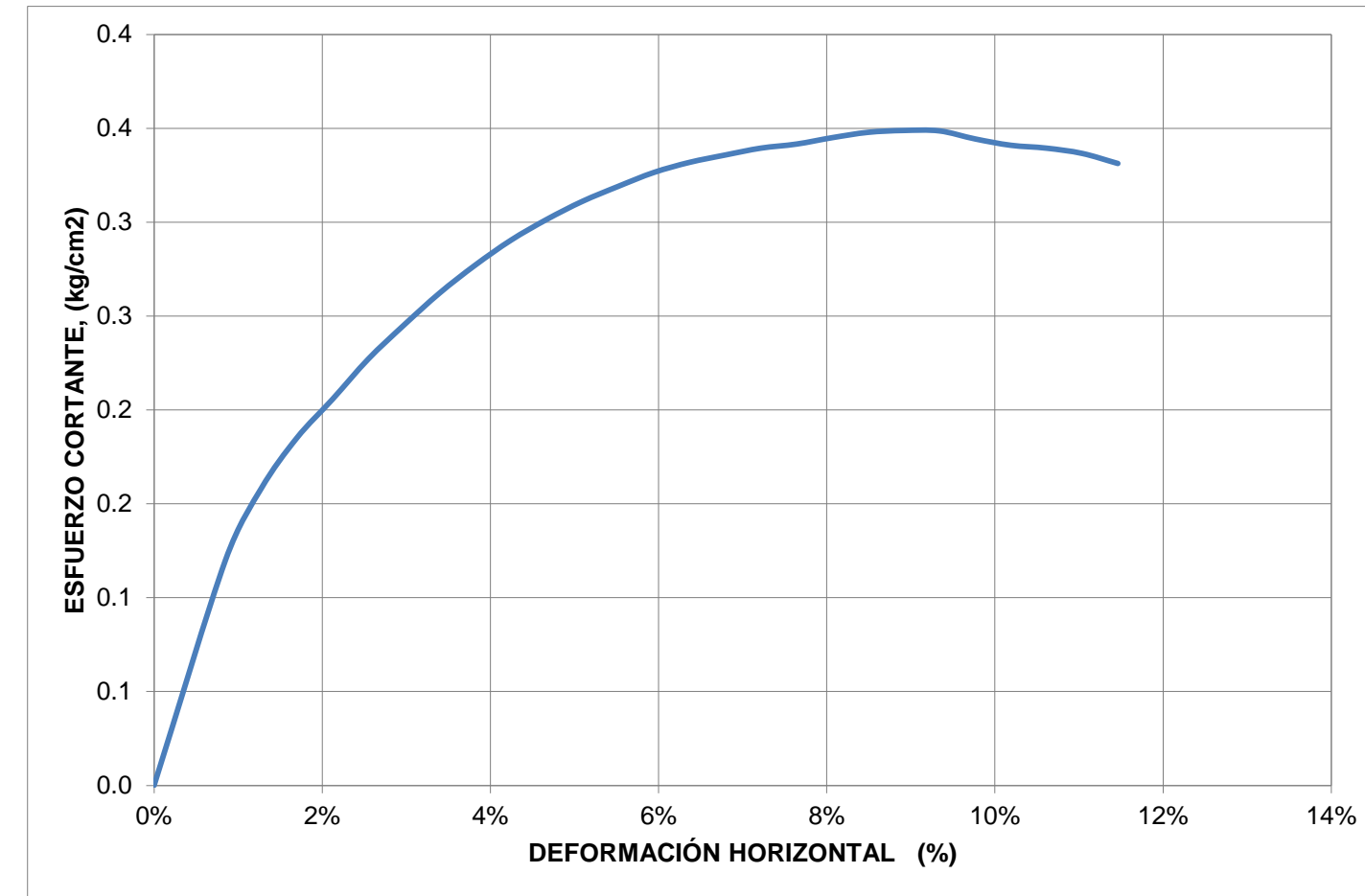
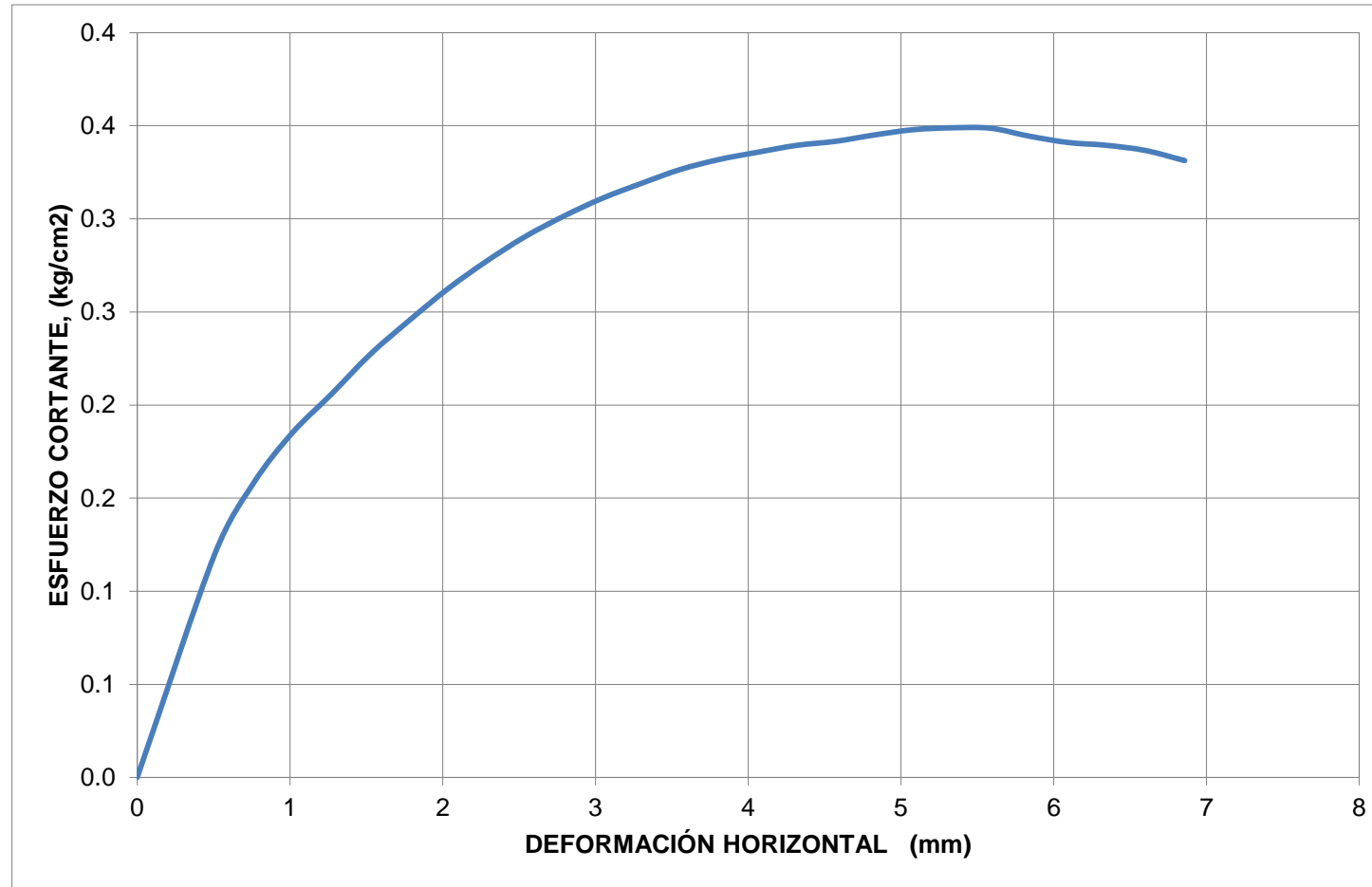
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	143.21
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.59
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.38
Relación de Vacíos, e	0.7040875

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
55	20	0.508	5	0.0127	4.23	35.26	0.20	0.12	0.59	0.85%	0.05%
87	30	0.762	7	0.01778	5.55	35.11	0.20	0.16	0.78	1.27%	0.07%
113	40	1.016	13	0.03302	6.47	34.96	0.20	0.19	0.91	1.70%	0.13%
142	50	1.27	23	0.05842	7.16	34.81	0.20	0.21	1.01	2.12%	0.23%
171	60	1.524	32	0.08128	7.87	34.66	0.21	0.23	1.11	2.55%	0.32%
200	70	1.778	41	0.10414	8.46	34.50	0.21	0.25	1.19	2.97%	0.41%
228	80	2.032	51	0.12954	9.01	34.35	0.21	0.26	1.27	3.40%	0.51%
255	90	2.286	64	0.16256	9.48	34.20	0.21	0.28	1.33	3.82%	0.64%
284	100	2.54	79	0.20066	9.89	34.05	0.21	0.29	1.39	4.25%	0.79%
313	110	2.794	92	0.23368	10.22	33.90	0.21	0.30	1.44	4.67%	0.92%
340	120	3.048	106	0.26924	10.50	33.75	0.21	0.31	1.47	5.09%	1.06%
368	130	3.302	121	0.30734	10.72	33.60	0.21	0.32	1.51	5.52%	1.21%
395	140	3.556	135	0.3429	10.92	33.45	0.21	0.33	1.53	5.94%	1.35%
423	150	3.81	149	0.37846	11.05	33.30	0.21	0.33	1.55	6.37%	1.49%
451	160	4.064	164	0.41656	11.13	33.15	0.21	0.34	1.56	6.79%	1.64%
478	170	4.318	177	0.44958	11.20	32.99	0.22	0.34	1.57	7.22%	1.77%
497	180	4.572	192	0.48768	11.22	32.84	0.22	0.34	1.58	7.64%	1.92%
535	190	4.826	205	0.5207	11.28	32.69	0.22	0.35	1.58	8.07%	2.05%
563	200	5.08	221	0.56134	11.32	32.54	0.22	0.35	1.59	8.49%	2.21%
590	210	5.334	236	0.59944	11.30	32.39	0.22	0.35	1.59	8.91%	2.36%
618	220	5.588	251	0.63754	11.24	32.24	0.22	0.35	1.58	9.34%	2.51%
646	230	5.842	265	0.6731	11.05	32.09	0.22	0.34	1.55	9.76%	2.65%
674	240	6.096	278	0.70612	10.89	31.94	0.22	0.34	1.53	10.19%	2.78%
702	250	6.35	292	0.74168	10.79	31.79	0.22	0.34	1.52	10.61%	2.92%
730	260	6.604	304	0.77216	10.65	31.64	0.23	0.34	1.50	11.04%	3.04%
758	270	6.858	316	0.80264	10.43	31.49	0.23	0.33	1.46	11.46%	3.16%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compactación máxima y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
E ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 25-mar-13

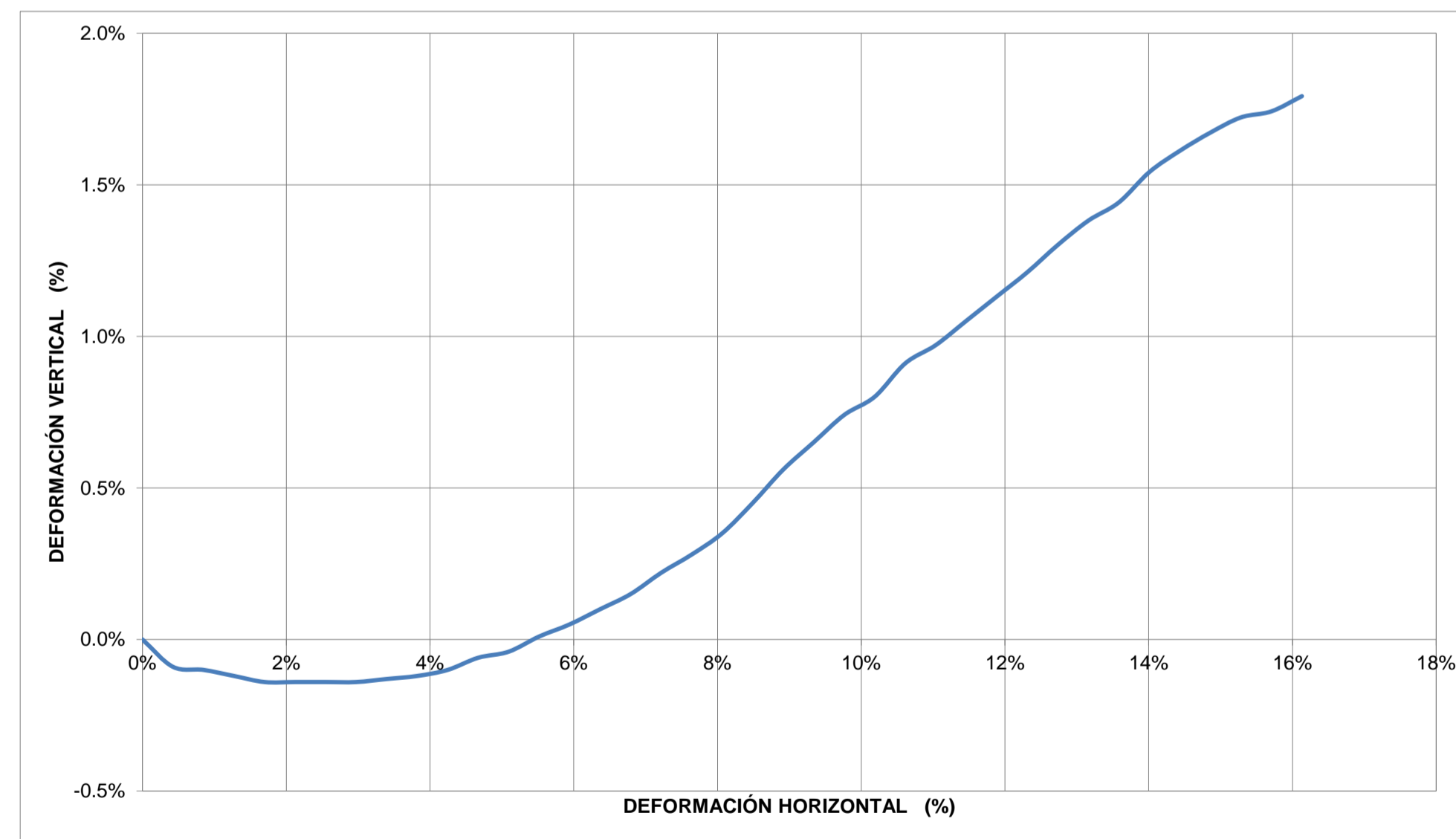
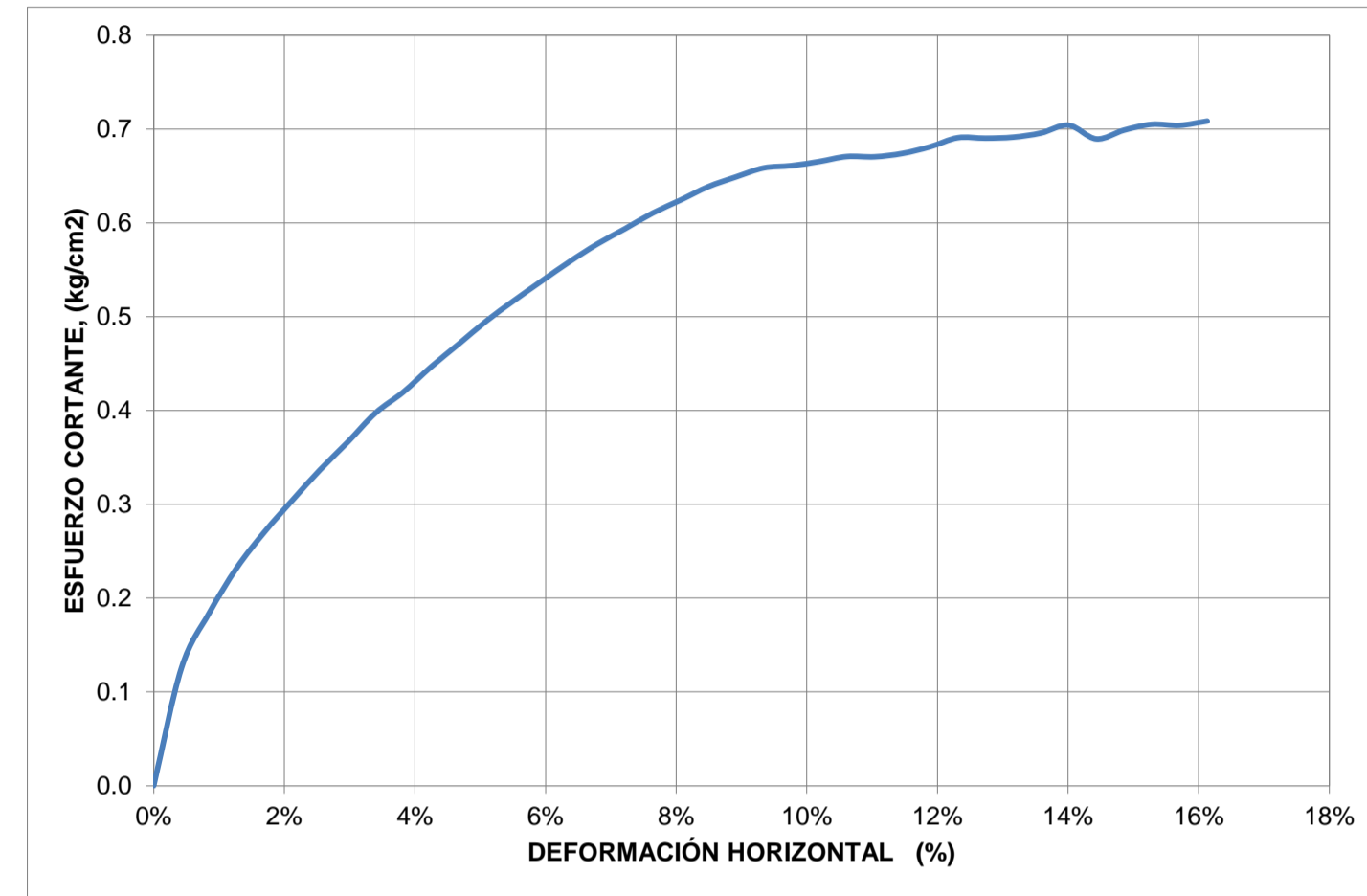
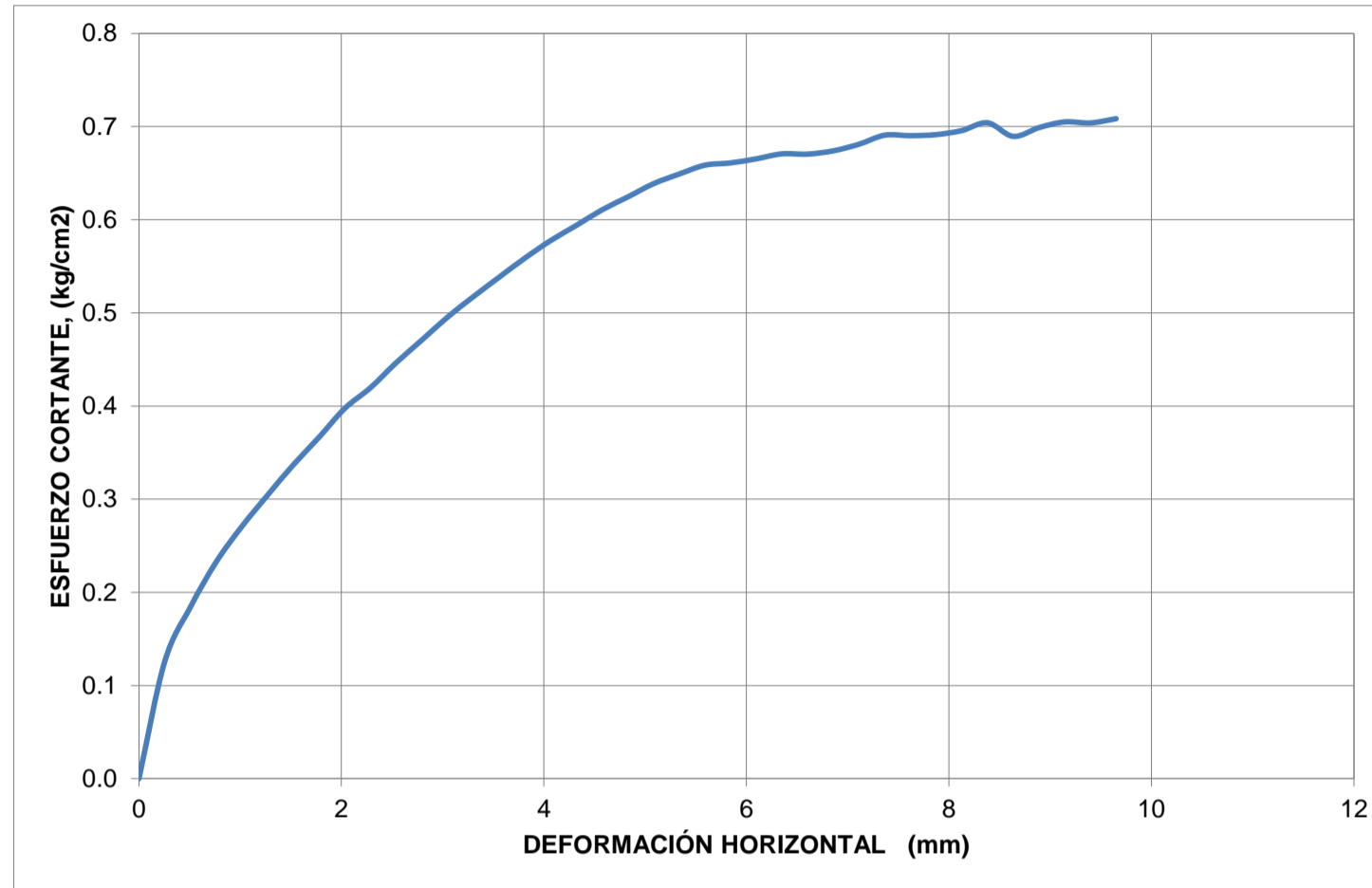
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	144.04
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.60
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.694268

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
34	10	0.254	-9	-0.02286	4.44	35.41	0.39	0.13	0.32	0.42%	-0.09%
61	20	0.508	-10	-0.0254	6.49	35.26	0.39	0.18	0.47	0.85%	-0.10%
91	30	0.762	-12	-0.03048	8.16	35.11	0.39	0.23	0.59	1.27%	-0.12%
121	40	1.016	-14	-0.03556	9.46	34.96	0.40	0.27	0.68	1.70%	-0.14%
149	50	1.27	-14	-0.03556	10.59	34.81	0.40	0.30	0.77	2.12%	-0.14%
177	60	1.524	-14	-0.03556	11.67	34.66	0.40	0.34	0.84	2.55%	-0.14%
207	70	1.778	-14	-0.03556	12.64	34.50	0.40	0.37	0.91	2.97%	-0.14%
237	80	2.032	-13	-0.03302	13.65	34.35	0.40	0.40	0.99	3.40%	-0.13%
265	90	2.286	-12	-0.03048	14.35	34.20	0.40	0.42	1.04	3.82%	-0.12%
294	100	2.54	-10	-0.0254	15.20	34.05	0.41	0.45	1.10	4.25%	-0.10%
321	110	2.794	-6	-0.01524	15.96	33.90	0.41	0.47	1.15	4.67%	-0.06%
349	120	3.048	-4	-0.01016	16.72	33.75	0.41	0.50	1.21	5.09%	-0.04%
376	130	3.302	1	0.00254	17.38	33.60	0.41	0.52	1.26	5.52%	0.01%
403	140	3.556	5	0.0127	18.00	33.45	0.41	0.54	1.30	5.94%	0.05%
431	150	3.81	10	0.0254	18.60	33.30	0.42	0.56	1.34	6.37%	0.10%
459	160	4.064	15	0.0381	19.14	33.15	0.42	0.58	1.38	6.79%	0.15%
487	170	4.318	22	0.05588	19.59	32.99	0.42	0.59	1.42	7.22%	0.22%
516	180	4.572	28	0.07112	20.05	32.84	0.42	0.61	1.45	7.64%	0.28%
544	190	4.826	35	0.0889	20.41	32.69	0.42	0.62	1.48	8.07%	0.35%
573	200	5.08	45	0.1143	20.78	32.54	0.43	0.64	1.50	8.49%	0.45%
601	210	5.334	56	0.14224	21.02	32.39	0.43	0.65	1.52	8.91%	0.56%
628	220	5.588	65	0.1651	21.23	32.24	0.43	0.66	1.53	9.34%	0.65%
658	230	5.842	74	0.18796	21.21	32.09	0.43	0.66	1.53	9.76%	0.74%
684	240	6.096	80	0.2032	21.25	31.94	0.43	0.67	1.54	10.19%	0.80%
712	250	6.35	91	0.23114	21.32	31.79	0.44	0.67	1.54	10.61%	0.91%
740	260	6.604	97	0.24638	21.21	31.64	0.44	0.67	1.53	11.04%	0.97%
768	270	6.858	105	0.2667	21.22	31.49	0.44	0.67	1.53	11.46%	1.05%
797	280	7.112	113	0.28702	21.34	31.33	0.44	0.68	1.54	11.89%	1.13%
826	290	7.366	121	0.30734	21.54	31.18	0.44	0.69	1.56	12.31%	1.21%
857	300	7.62	130	0.3302	21.42	31.03	0.45	0.69	1.55	12.74%	1.30%
883	310	7.874	138	0.35052	21.35	30.88	0.45	0.69	1.54	13.16%	1.38%
910	320	8.128	144	0.36576	21.38	30.73	0.45	0.70	1.55	13.58%	1.44%
938	330	8.382	154	0.39116	21.53	30.58	0.45	0.70	1.56	14.01%	1.54%
965	340	8.636	161	0.40894	20.98	30.43	0.45	0.69	1.52	14.43%	1.61%
992	350	8.89	167	0.42418	21.16	30.28	0.46	0.70	1.53	14.86%	1.67%
1022	360	9.144	172	0.43688	21.24	30.13	0.46	0.71	1.54	15.28%	1.72%
1049	370	9.398	174	0.44196	21.10	29.98	0.46	0.70	1.53	15.71%	1.74%
1078	380	9.652	179	0.45466	21.13	29.82	0.46	0.71	1.53	16.13%	1.79%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 25-mar-13

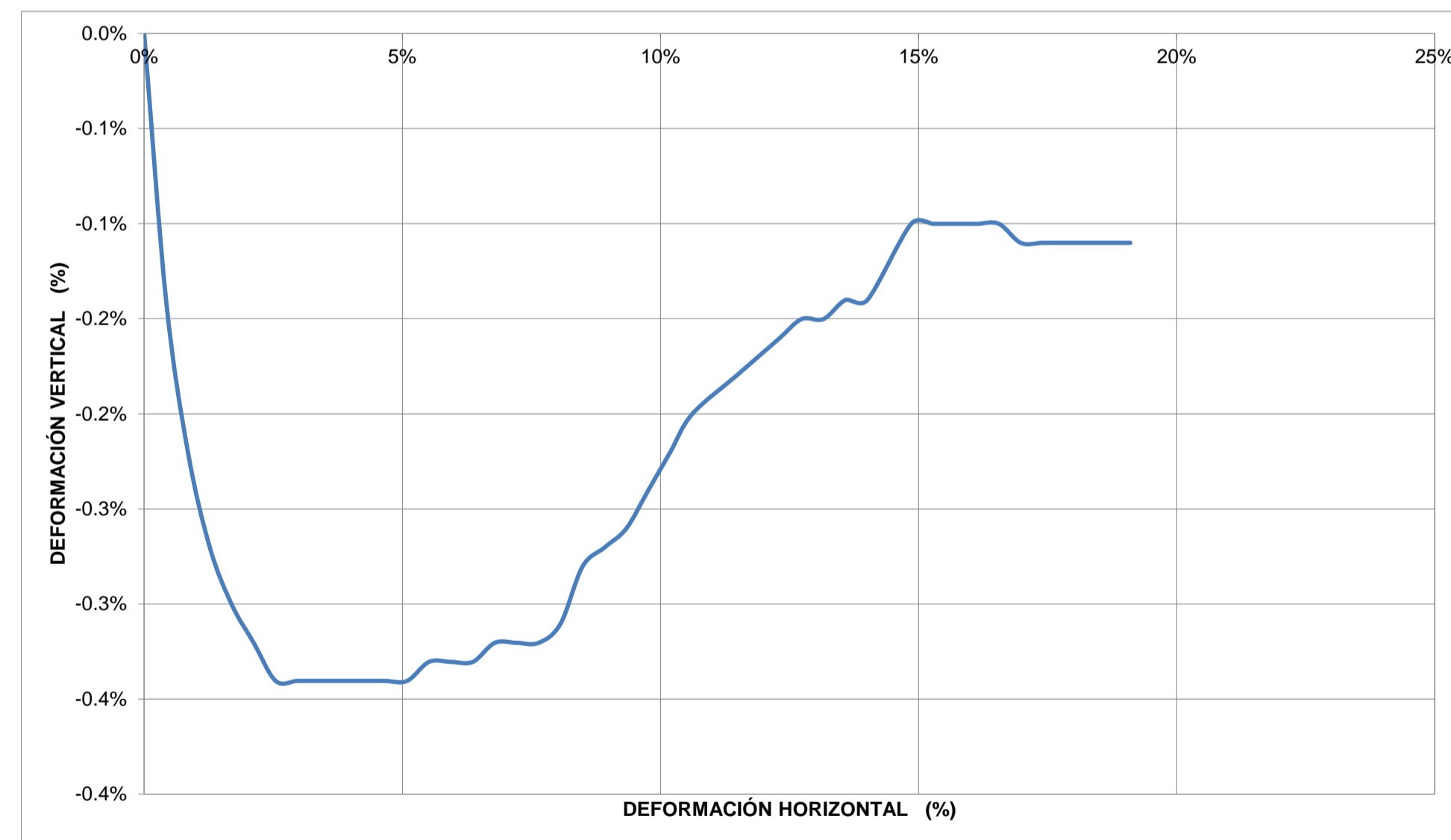
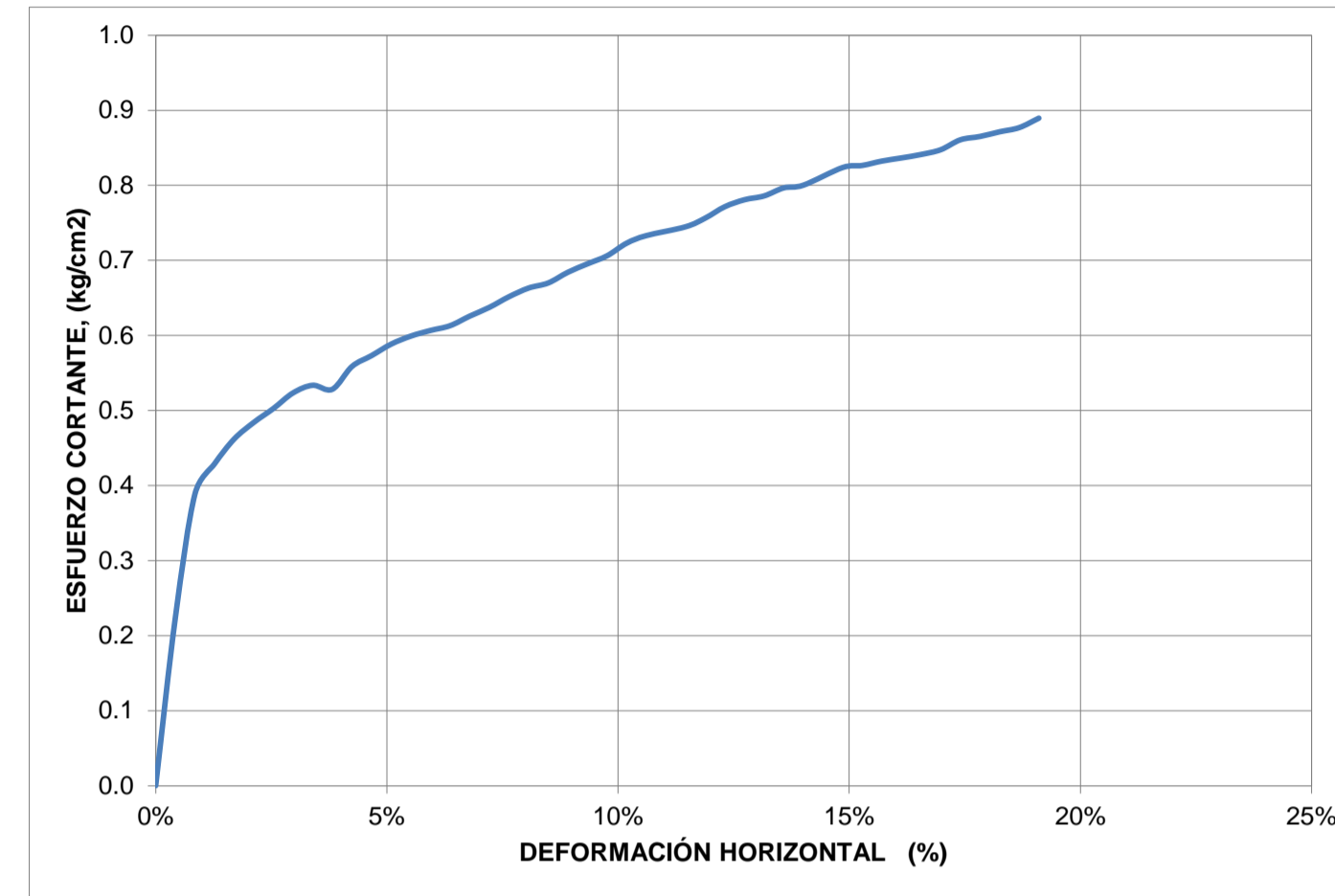
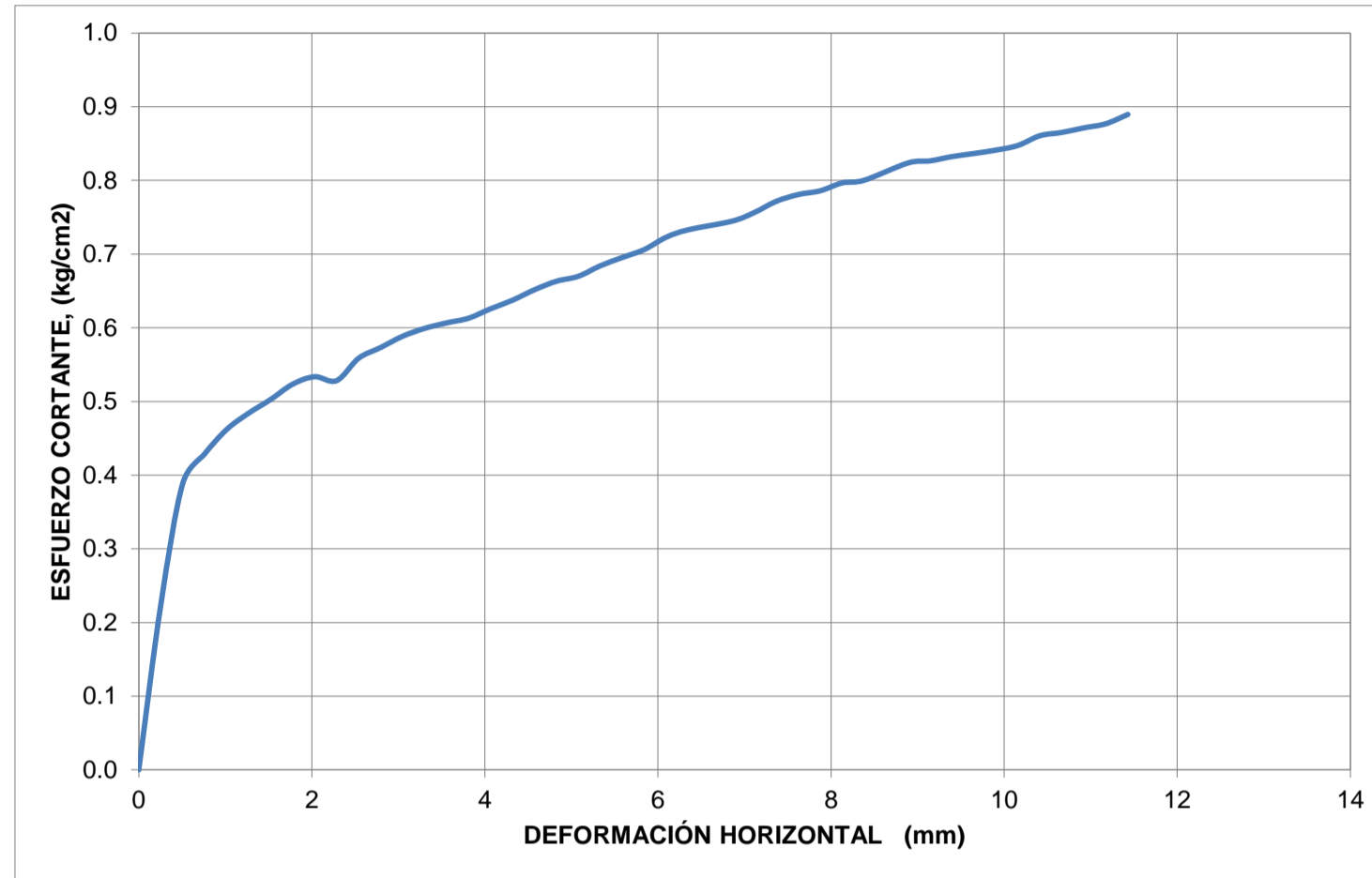
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	144.71
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.34
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.60
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.6864236

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
38	10	0.254	-14	-0.03556	7.91	35.41	0.83	0.22	0.27	0.42%	-0.14%
73	20	0.508	-22	-0.05588	13.70	35.26	0.83	0.39	0.47	0.85%	-0.22%
104	30	0.762	-27	-0.06858	15.06	35.11	0.84	0.43	0.51	1.27%	-0.27%
132	40	1.016	-30	-0.0762	16.15	34.96	0.84	0.46	0.55	1.70%	-0.30%
161	50	1.27	-32	-0.08128	16.85	34.81	0.84	0.48	0.57	2.12%	-0.32%
191	60	1.524	-34	-0.08636	17.42	34.66	0.85	0.50	0.59	2.55%	-0.34%
220	70	1.778	-34	-0.08636	18.06	34.50	0.85	0.52	0.62	2.97%	-0.34%
247	80	2.032	-34	-0.08636	18.33	34.35	0.85	0.53	0.62	3.40%	-0.34%
277	90	2.286	-34	-0.08636	18.07	34.20	0.86	0.53	0.62	3.82%	-0.34%
305	100	2.54	-34	-0.08636	19.02	34.05	0.86	0.56	0.65	4.25%	-0.34%
335	110	2.794	-34	-0.08636	19.43	33.90	0.87	0.57	0.66	4.67%	-0.34%
362	120	3.048	-34	-0.08636	19.86	33.75	0.87	0.59	0.68	5.09%	-0.34%
391	130	3.302	-33	-0.08382	20.13	33.60	0.87	0.60	0.69	5.52%	-0.33%
420	140	3.556	-33	-0.08382	20.29	33.45	0.88	0.61	0.69	5.94%	-0.33%
444	150	3.81	-33	-0.08382	20.41	33.30	0.88	0.61	0.70	6.37%	-0.33%
475	160	4.064	-32	-0.08128	20.74	33.15	0.89	0.63	0.71	6.79%	-0.32%
503	170	4.318	-32	-0.08128	21.03	32.99	0.89	0.64	0.72	7.22%	-0.32%
532	180	4.572	-32	-0.08128	21.40	32.84	0.89	0.65	0.73	7.64%	-0.32%
561	190	4.826	-31	-0.07874	21.68	32.69	0.90	0.66	0.74	8.07%	-0.31%
587	200	5.08	-28	-0.07112	21.80	32.54	0.90	0.67	0.74	8.49%	-0.28%
617	210	5.334	-27	-0.06858	22.16	32.39	0.91	0.68	0.76	8.91%	-0.27%
646	220	5.588	-26	-0.06604	22.42	32.24	0.91	0.70	0.76	9.34%	-0.26%
674	230	5.842	-24	-0.06096	22.66	32.09	0.91	0.71	0.77	9.76%	-0.24%
702	240	6.096	-22	-0.05588	23.09	31.94	0.92	0.72	0.79	10.19%	-0.22%
730	250	6.35	-20	-0.0508	23.30	31.79	0.92	0.73	0.79	10.61%	-0.20%
787	270	6.858	-18	-0.04572	23.45	31.49	0.93	0.74	0.80	11.46%	-0.18%
811	280	7.112	-17	-0.04318	23.70	31.33	0.94	0.76	0.81	11.89%	-0.17%
842	290	7.366	-16	-0.04064	24.06	31.18	0.94	0.77	0.82	12.31%	-0.16%
872	300	7.62	-15	-0.0381	24.23	31.03	0.95	0.78	0.83	12.74%	-0.15%
900	310	7.874	-15	-0.0381	24.27	30.88	0.95	0.79	0.83	13.16%	-0.15%
927	320	8.128	-14	-0.03556	24.48	30.73	0.95	0.80	0.83	13.58%	-0.14%
957	330	8.382	-14	-0.03556	24.47	30.58	0.96	0.80	0.83	14.01%	-0.14%
1012	350	8.89	-10	-0.0254	24.94	30.28	0.97	0.82	0.85	14.86%	-0.10%
1041	360	9.144	-10	-0.0254	24.90	30.13	0.97	0.83	0.85	15.28%	-0.10%
1069	370	9.398	-10	-0.0254	24.95	29.98	0.98	0.83	0.85	15.71%	-0.10%
1097	380	9.652	-10	-0.0254	24.95	29.82	0.98	0.84	0.85	16.13%	-0.10%
1124	390	9.906	-10	-0.0254	24.96	29.67	0.99	0.84	0.85	16.56%	-0.10%
1152	400	10.16	-11	-0.02794	25.02	29.52	0.99	0.85	0.85	16.98%	-0.11%
1180	410	10.414	-11	-0.02794	25.28	29.37	1.00	0.86	0.86	17.41%	-0.11%
1208	420	10.668	-11	-0.02794	25.28	29.22	1.00	0.87	0.86	17.83%	-0.11%
1235	430	10.922	-11	-0.02794	25.33	29.07	1.01	0.87	0.86	18.25%	-0.11%
1263	440	11.176	-11	-0.02794	25.36	28.92	1.01	0.88	0.86	18.68%	-0.11%
1293	450	11.43	-11	-0.02794	25.59	28.77	1.02	0.89	0.87	19.10%	-0.11%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material con humedad natural con compacidad máxima y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 26-mar-13

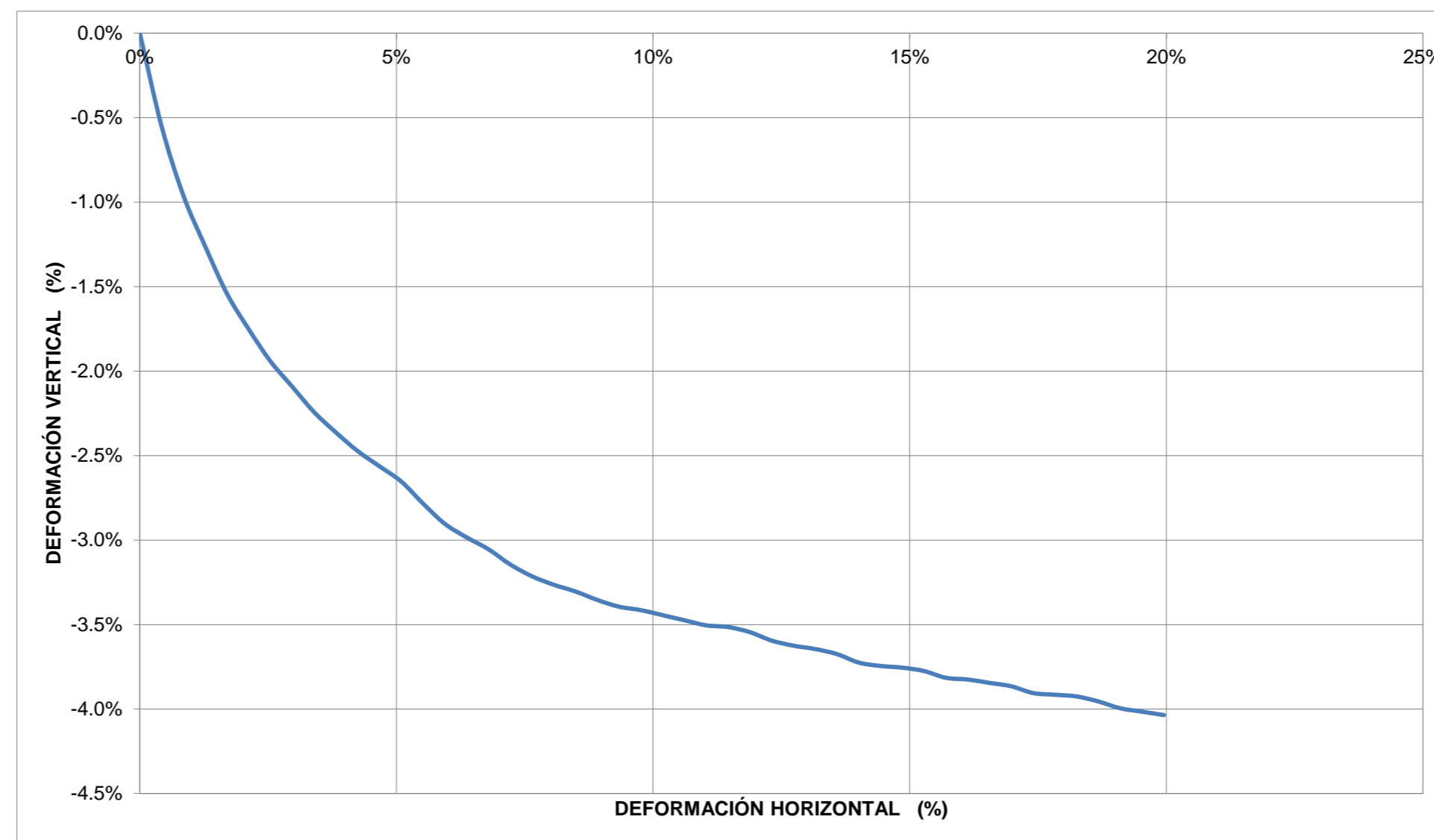
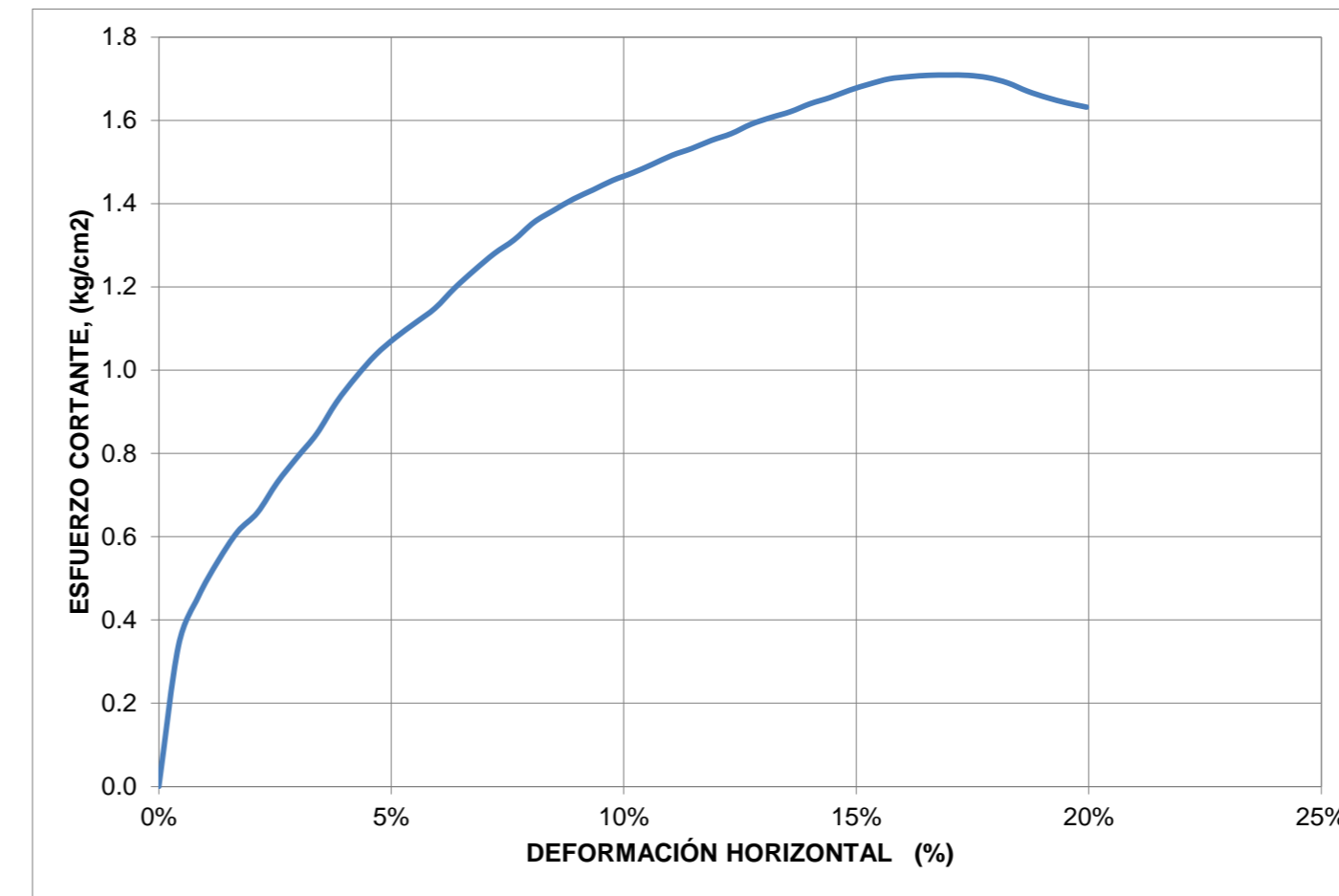
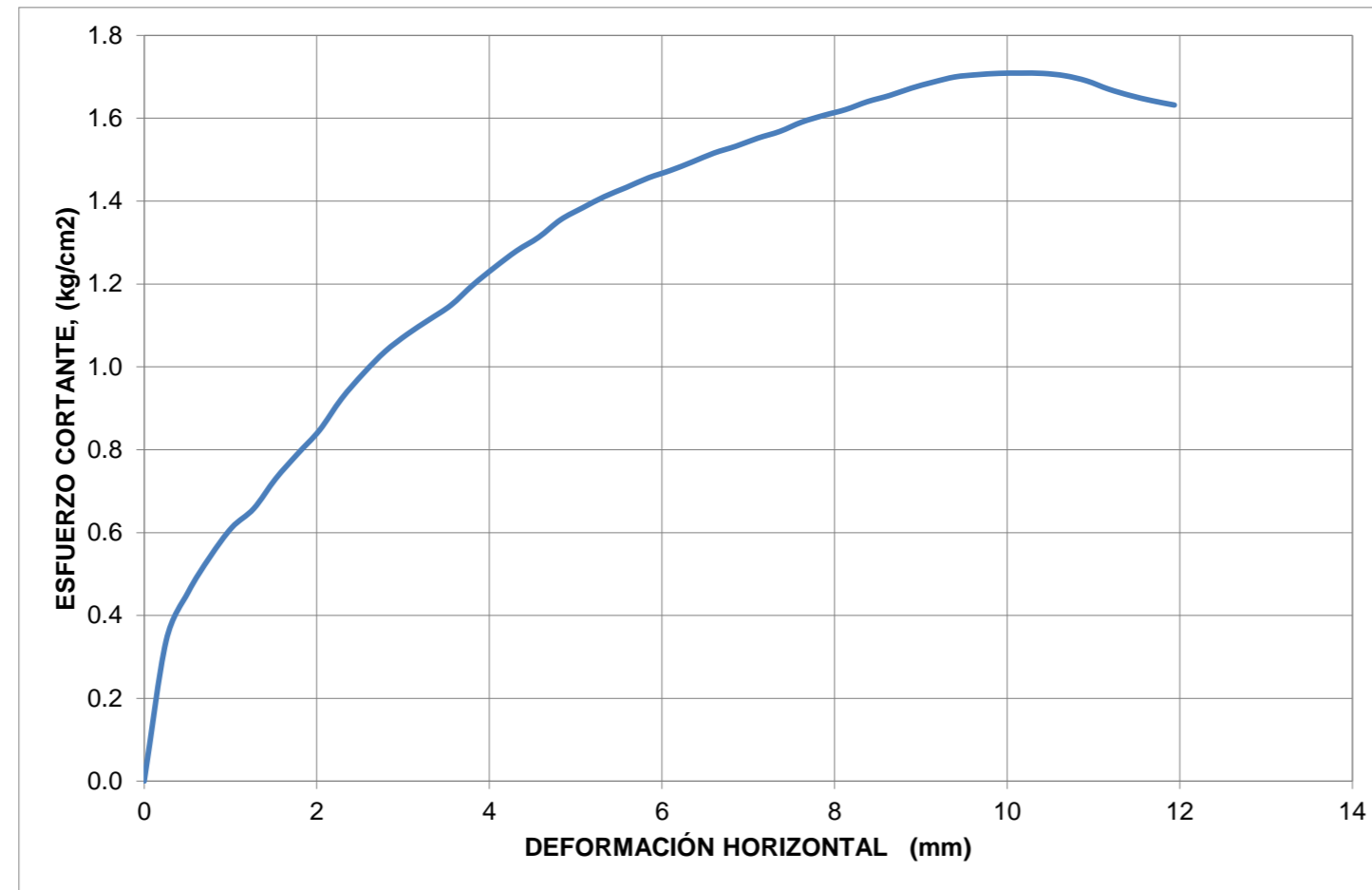
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	144.62
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.60
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.6874731

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
45	10	0.254	-55	-0.1397	11.98	35.41	2.00	0.34	0.17	0.42%	-0.55%
76	20	0.508	-96	-0.24384	16.06	35.26	2.01	0.46	0.23	0.85%	-0.96%
106	30	0.762	-126	-0.32004	19.00	35.11	2.02	0.54	0.27	1.27%	-1.26%
135	40	1.016	-154	-0.39116	21.40	34.96	2.03	0.61	0.30	1.70%	-1.54%
164	50	1.27	-175	-0.4445	22.90	34.81	2.04	0.66	0.32	2.12%	-1.75%
193	60	1.524	-194	-0.49276	25.30	34.66	2.05	0.73	0.36	2.55%	-1.94%
222	70	1.778	-209	-0.53086	27.26	34.50	2.06	0.79	0.38	2.97%	-2.09%
251	80	2.032	-224	-0.56896	29.10	34.35	2.07	0.85	0.41	3.40%	-2.24%
281	90	2.286	-236	-0.59944	31.56	34.20	2.07	0.92	0.44	3.82%	-2.36%
310	100	2.54	-247	-0.62738	33.51	34.05	2.08	0.98	0.47	4.25%	-2.47%
338	110	2.794	-256	-0.65024	35.17	33.90	2.09	1.04	0.50	4.67%	-2.56%
366	120	3.048	-265	-0.6731	36.40	33.75	2.10	1.08	0.51	5.09%	-2.65%
395	130	3.302	-278	-0.70612	37.42	33.60	2.11	1.11	0.53	5.52%	-2.78%
424	140	3.556	-290	-0.7366	38.43	33.45	2.12	1.15	0.54	5.94%	-2.90%
453	150	3.81	-298	-0.75692	39.88	33.30	2.13	1.20	0.56	6.37%	-2.98%
481	160	4.064	-305	-0.7747	41.12	33.15	2.14	1.24	0.58	6.79%	-3.05%
509	170	4.318	-314	-0.79756	42.24	32.99	2.15	1.28	0.60	7.22%	-3.14%
539	180	4.572	-321	-0.81534	43.12	32.84	2.16	1.31	0.61	7.64%	-3.21%
569	190	4.826	-326	-0.82804	44.30	32.69	2.17	1.36	0.62	8.07%	-3.26%
597	200	5.08	-330	-0.8382	45.03	32.54	2.18	1.38	0.63	8.49%	-3.30%
626	210	5.334	-335	-0.8509	45.70	32.39	2.19	1.41	0.64	8.91%	-3.35%
654	220	5.588	-339	-0.86106	46.20	32.24	2.20	1.43	0.65	9.34%	-3.39%
683	230	5.842	-341	-0.86614	46.72	32.09	2.21	1.46	0.66	9.76%	-3.41%
710	240	6.096	-344	-0.87376	47.07	31.94	2.22	1.47	0.66	10.19%	-3.44%
738	250	6.35	-347	-0.88138	47.50	31.79	2.23	1.49	0.67	10.61%	-3.47%
767	260	6.604	-350	-0.889	47.96	31.64	2.24	1.52	0.68	11.04%	-3.50%
795	270	6.858	-351	-0.89154	48.25	31.49	2.25	1.53	0.68	11.46%	-3.51%
824	280	7.112	-354	-0.89916	48.63	31.33	2.26	1.55	0.69	11.89%	-3.54%
853	290	7.366	-359	-0.91186	48.90	31.18	2.28	1.57	0.69	12.31%	-3.59%
881	300	7.62	-362	-0.91948	49.36	31.03	2.29	1.59	0.70	12.74%	-3.62%
909	310	7.874	-364	-0.92456	49.62	30.88	2.30	1.61	0.70	13.16%	-3.64%
936	320	8.128	-367	-0.93218	49.81	30.73	2.31	1.62	0.70	13.58%	-3.67%
965	330	8.382	-372	-0.94488	50.15	30.58	2.32	1.64	0.71	14.01%	-3.72%
993	340	8.636	-374	-0.94996	50.35	30.43	2.33	1.65	0.71	14.43%	-3.74%
1022	350	8.89	-375	-0.9525	50.64	30.28	2.34	1.67	0.71	14.86%	-3.75%
1050	360	9.144	-377	-0.95758	50.83	30.13	2.35	1.69	0.72	15.28%	-3.77%
1078	370	9.398	-381	-0.96774	50.95	29.98	2.37	1.70	0.72	15.71%	-3.82%
1107	380	9.652	-382	-0.97028	50.85	29.82	2.38	1.70	0.72	16.13%	-3.83%
1135	390	9.906	-384	-0.97536	50.69	29.67	2.39	1.71	0.71	16.56%	-3.85%
1162	400	10.16	-386	-0.98044	50.45	29.52	2.40	1.71	0.71	16.98%	-3.87%
1189	410	10.414	-390	-0.9906	50.17	29.37	2.42	1.71	0.71	17.41%	-3.91%
1216	420	10.668	-391	-0.99314	49.75	29.22	2.43	1.70	0.70	17.83%	-3.92%
1243	430	10.922	-392	-0.99568	49.13	29.07	2.44	1.69	0.69	18.25%	-3.93%
1270	440	11.176	-395	-1.0033	48.30	28.92	2.45	1.67	0.68	18.68%	-3.96%
1298	450	11.43	-399	-1.01346	47.60	28.77	2.47	1.65	0.67	19.10%	-4.00%
1326	460	11.684	-401	-1.01854	46.99	28.62	2.48	1.64	0.66	19.53%	-4.02%
1353	470	11.938	-403	-1.02362	46.45	28.47	2.49	1.63	0.65	19.95%	-4.04%



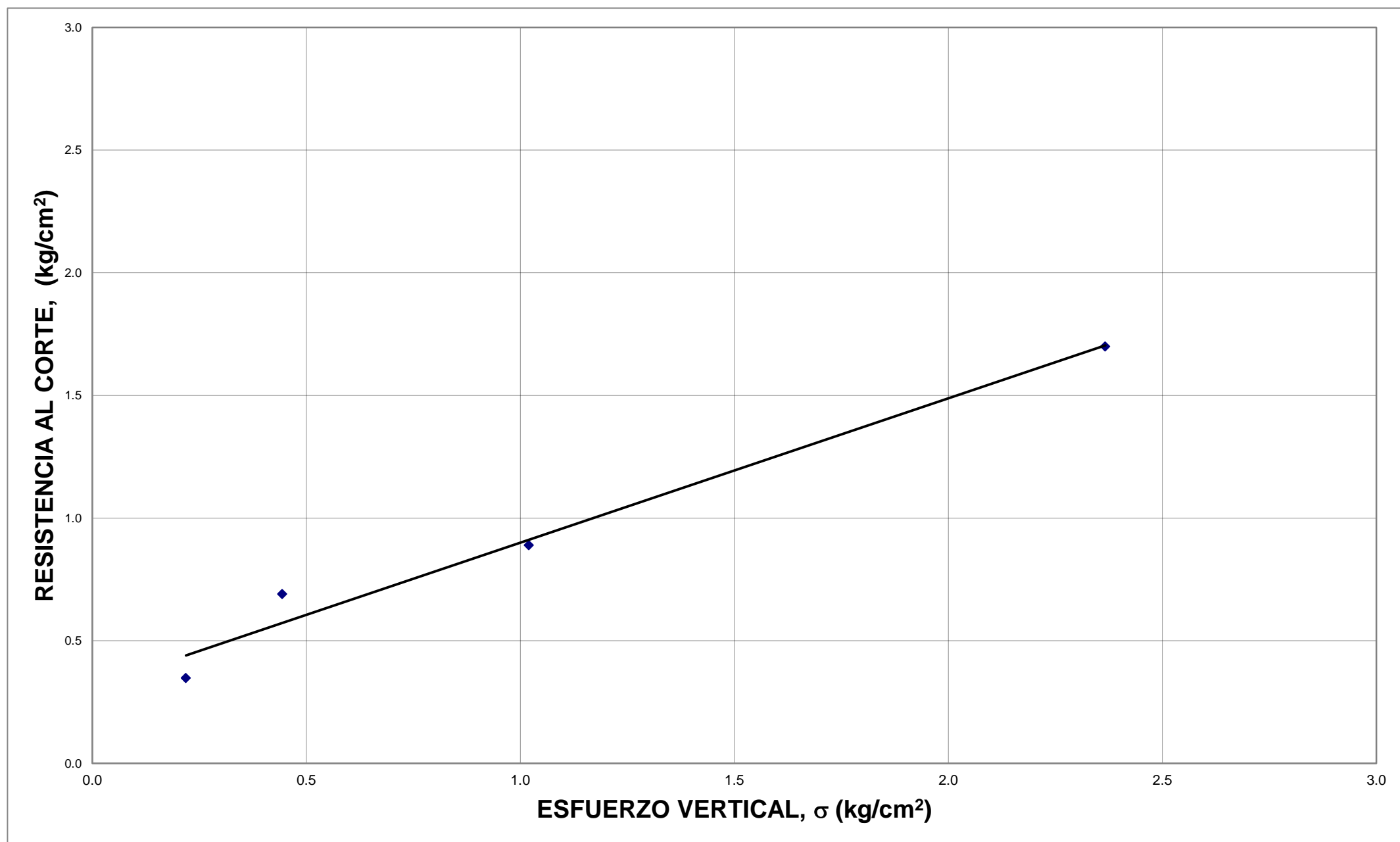
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Envolverte de resistencia máxima de HN-DS  
Ensayo no consolidado no drenado UU

**FECHA ENSAYO:** 26-mar-13



**ÁNGULO DE FRICCIÓN, f'** 30.5 °

**COHESIÓN , C'** 0.311 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>A</b>	11.32	0.08	0.22	0.35
<b>B</b>	21.54	0.12	0.44	0.69
<b>C</b>	25.59	0.19	1.02	0.89
<b>D</b>	50.95	0.16	2.37	1.70

Regresión	Pendiente
0.588397319	0.5883973
0.311357755	0.5318444 ATAN
	30.472441 30.4724413

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con densidad suelta y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 28-mar-13

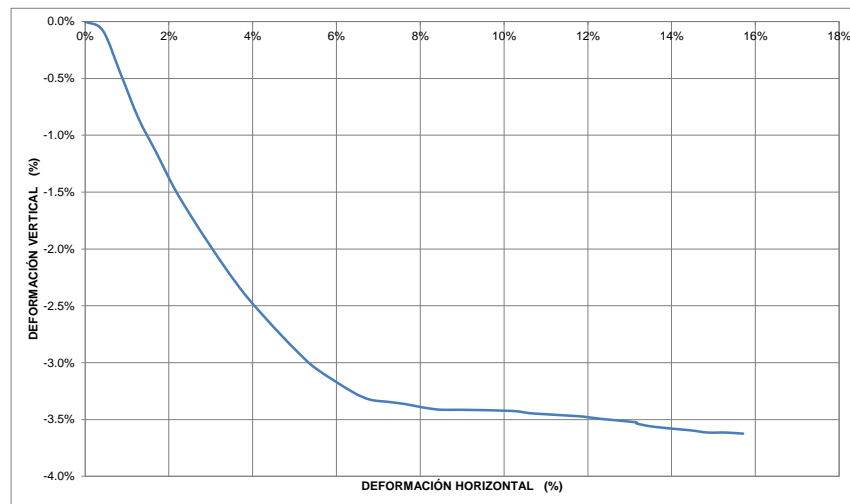
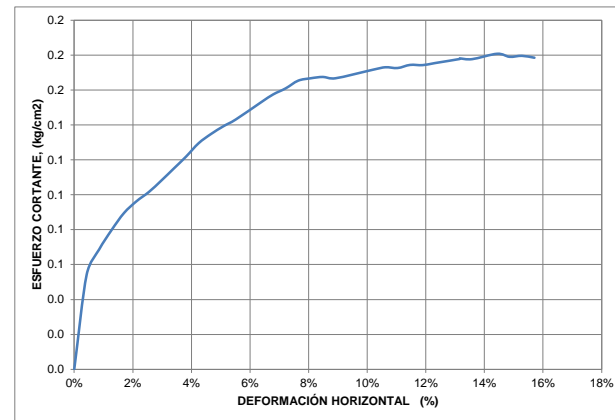
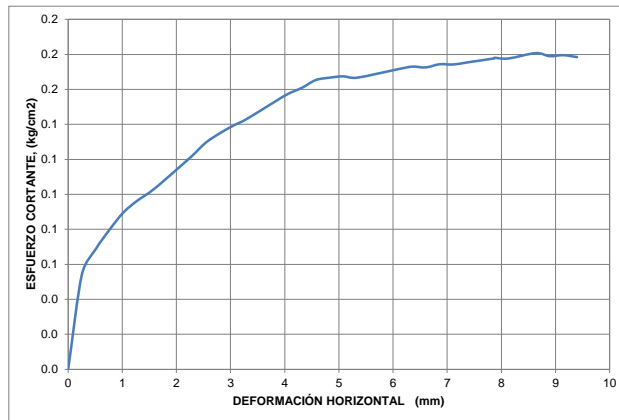
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	129.05
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	22%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.43
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.17
Relación de Vacíos, e	1.006177

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
64	10	0.254	-8	-0.02032	1.92	35.41	0.20	0.05	0.27	0.42%	-0.08%
109	20	0.508	-46	-0.11684	2.42	35.26	0.20	0.07	0.34	0.85%	-0.46%
154	30	0.762	-85	-0.2159	2.80	35.11	0.20	0.08	0.39	1.27%	-0.85%
201	40	1.016	-115	-0.2921	3.13	34.96	0.20	0.09	0.44	1.70%	-1.15%
249	50	1.27	-146	-0.37084	3.35	34.81	0.20	0.10	0.47	2.12%	-1.46%
295	60	1.524	-172	-0.43688	3.52	34.66	0.21	0.10	0.49	2.55%	-1.72%
338	70	1.778	-196	-0.49784	3.73	34.50	0.21	0.11	0.52	2.97%	-1.96%
386	80	2.032	-219	-0.55626	3.95	34.35	0.21	0.11	0.55	3.40%	-2.19%
433	90	2.286	-240	-0.6096	4.17	34.20	0.21	0.12	0.59	3.82%	-2.40%
468	100	2.54	-258	-0.65532	4.41	34.05	0.21	0.13	0.62	4.25%	-2.58%
524	110	2.794	-275	-0.6985	4.57	33.90	0.21	0.13	0.64	4.67%	-2.75%
572	120	3.048	-291	-0.73914	4.70	33.75	0.21	0.14	0.66	5.09%	-2.91%
616	130	3.302	-305	-0.7747	4.81	33.60	0.21	0.14	0.68	5.52%	-3.05%
703	150	3.81	-325	-0.8255	5.09	33.30	0.21	0.15	0.71	6.37%	-3.25%
740	160	4.064	-332	-0.84328	5.22	33.15	0.21	0.16	0.73	6.79%	-3.32%
795	170	4.318	-334	-0.84836	5.31	32.99	0.22	0.16	0.75	7.22%	-3.34%
839	180	4.572	-336	-0.85344	5.43	32.84	0.22	0.17	0.76	7.64%	-3.36%
885	190	4.826	-339	-0.86106	5.45	32.69	0.22	0.17	0.77	8.07%	-3.39%
937	200	5.08	-341	-0.86614	5.45	32.54	0.22	0.17	0.77	8.49%	-3.41%
978	210	5.334	-341	-0.86614	5.40	32.39	0.22	0.17	0.76	8.91%	-3.41%
1023	240	6.096	-342	-0.86868	5.48	31.94	0.22	0.17	0.77	10.19%	-3.42%
1112	250	6.35	-344	-0.87376	5.50	31.79	0.22	0.17	0.77	10.61%	-3.44%
1158	260	6.604	-345	-0.8763	5.46	31.64	0.23	0.17	0.77	11.04%	-3.45%
1211	270	6.858	-346	-0.87884	5.49	31.49	0.23	0.17	0.77	11.46%	-3.46%
1246	280	7.112	-347	-0.88138	5.46	31.33	0.23	0.17	0.77	11.89%	-3.47%
1297	290	7.366	-349	-0.88646	5.47	31.18	0.23	0.18	0.77	12.31%	-3.49%
1338	310	7.874	-352	-0.89408	5.49	30.88	0.23	0.18	0.77	13.16%	-3.52%
1381	310	7.874	-353	-0.89662	5.50	30.88	0.23	0.18	0.77	13.16%	-3.53%
1475	320	8.128	-356	-0.90424	5.46	30.73	0.23	0.18	0.77	13.58%	-3.56%
1562	340	8.636	-359	-0.91186	5.50	30.43	0.23	0.18	0.77	14.43%	-3.59%
1617	350	8.89	-361	-0.91694	5.42	30.28	0.24	0.18	0.76	14.86%	-3.61%
1657	360	9.144	-361	-0.91694	5.41	30.13	0.24	0.18	0.76	15.28%	-3.61%
1699	370	9.398	-362	-0.91948	5.35	29.98	0.24	0.18	0.75	15.71%	-3.62%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con densidad suelta y un esfuerzo de 0.4kg/cm<sup>2</sup>  
Esayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 28-mar-13

**DIMENSIONES**

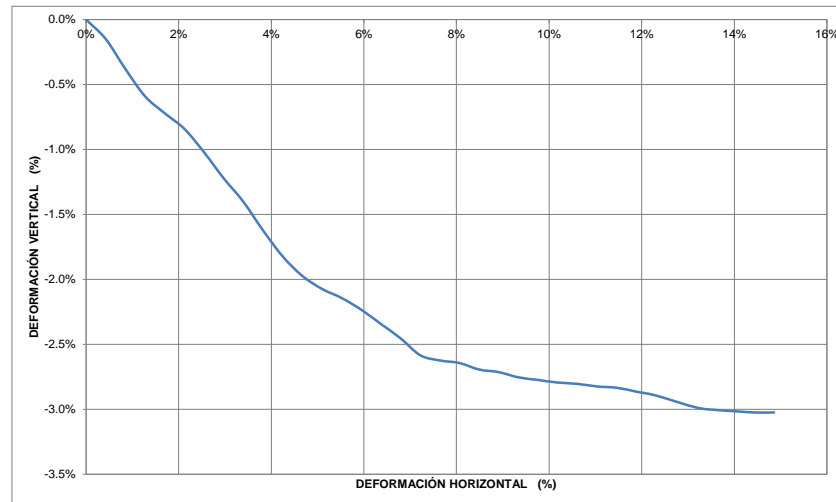
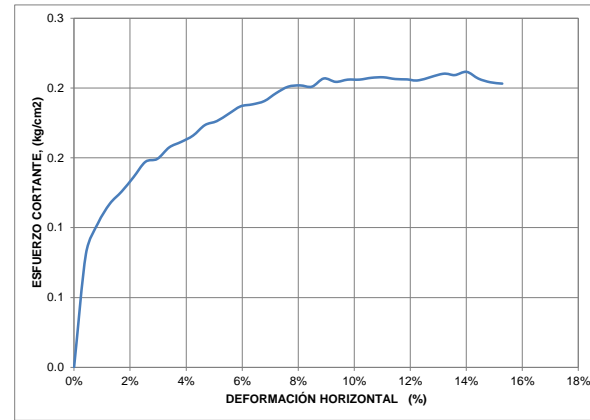
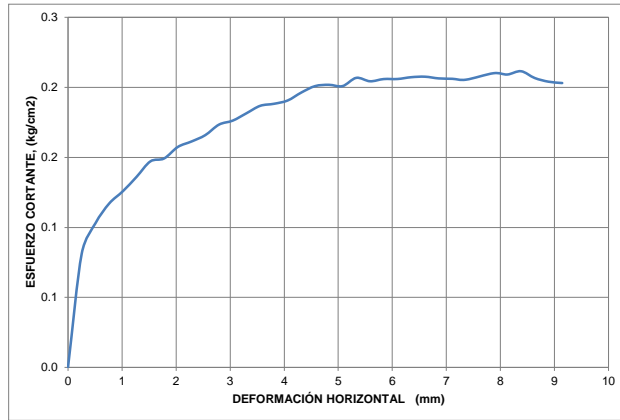
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	130.11
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	22%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.44
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.18
Relación de Vacíos, e	0.989833

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
53	10	0.254	-15	-0.0381	2.88	35.41	0.39	0.08	0.21	0.42%	-0.15%
103	20	0.508	-38	-0.09652	3.63	35.26	0.39	0.10	0.26	0.85%	-0.38%
150	30	0.762	-59	-0.14986	4.11	35.11	0.39	0.12	0.30	1.27%	-0.59%
196	40	1.016	-72	-0.18288	4.40	34.96	0.40	0.13	0.32	1.70%	-0.72%
241	50	1.27	-84	-0.21336	4.74	34.81	0.40	0.14	0.34	2.12%	-0.84%
289	60	1.524	-102	-0.25908	5.10	34.66	0.40	0.15	0.37	2.55%	-1.02%
335	70	1.778	-122	-0.30988	5.15	34.50	0.40	0.15	0.37	2.97%	-1.22%
380	80	2.032	-140	-0.3556	5.41	34.35	0.40	0.16	0.39	3.40%	-1.40%
425	90	2.286	-162	-0.41148	5.52	34.20	0.40	0.16	0.40	3.82%	-1.62%
475	100	2.54	-182	-0.46228	5.65	34.05	0.41	0.17	0.41	4.25%	-1.82%
517	110	2.794	-197	-0.50038	5.88	33.90	0.41	0.17	0.43	4.67%	-1.97%
561	120	3.048	-207	-0.52578	5.95	33.75	0.41	0.18	0.43	5.09%	-2.07%
604	130	3.302	-214	-0.54356	6.10	33.60	0.41	0.18	0.44	5.52%	-2.14%
652	140	3.556	-223	-0.56642	6.25	33.45	0.41	0.19	0.45	5.94%	-2.23%
697	150	3.81	-234	-0.59436	6.27	33.30	0.42	0.19	0.45	6.37%	-2.34%
739	160	4.064	-245	-0.6223	6.32	33.15	0.42	0.19	0.46	6.79%	-2.45%
783	170	4.318	-258	-0.65532	6.48	32.99	0.42	0.20	0.47	7.22%	-2.58%
830	180	4.572	-262	-0.66548	6.60	32.84	0.42	0.20	0.48	7.64%	-2.62%
877	190	4.826	-264	-0.67056	6.60	32.69	0.42	0.20	0.48	8.07%	-2.64%
923	200	5.08	-269	-0.68326	6.54	32.54	0.43	0.20	0.47	8.49%	-2.69%
967	210	5.334	-271	-0.68834	6.70	32.39	0.43	0.21	0.48	8.91%	-2.71%
1012	220	5.588	-275	-0.6985	6.59	32.24	0.43	0.20	0.48	9.34%	-2.75%
1056	230	5.842	-277	-0.70358	6.61	32.09	0.43	0.21	0.48	9.76%	-2.77%
1099	240	6.096	-279	-0.70866	6.58	31.94	0.43	0.21	0.48	10.19%	-2.79%
1143	250	6.35	-280	-0.7112	6.59	31.79	0.44	0.21	0.48	10.61%	-2.80%
1190	260	6.604	-282	-0.71628	6.57	31.64	0.44	0.21	0.47	11.04%	-2.82%
1235	270	6.858	-283	-0.71882	6.50	31.49	0.44	0.21	0.47	11.46%	-2.83%
1277	280	7.112	-286	-0.72644	6.46	31.33	0.44	0.21	0.47	11.89%	-2.86%
1325	290	7.366	-289	-0.73406	6.41	31.18	0.44	0.21	0.46	12.31%	-2.89%
1415	310	7.874	-298	-0.75692	6.49	30.88	0.45	0.21	0.47	13.16%	-2.98%
1457	320	8.128	-300	-0.762	6.43	30.73	0.45	0.21	0.46	13.58%	-3.00%
1504	330	8.382	-301	-0.76454	6.47	30.58	0.45	0.21	0.47	14.01%	-3.01%
1549	340	8.636	-302	-0.76708	6.29	30.43	0.45	0.21	0.45	14.43%	-3.02%
1594	350	8.89	-302	-0.76708	6.18	30.28	0.46	0.20	0.45	14.86%	-3.02%
1638	360	9.144	-304	-0.77216	6.12	30.13	0.46	0.20	0.44	15.28%	-3.04%





PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Material Saturado al 50% con densidad suelta y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 28-mar-13

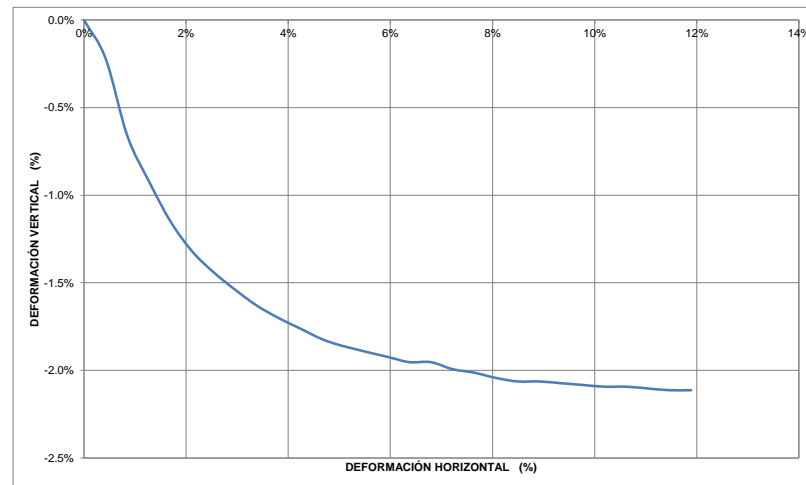
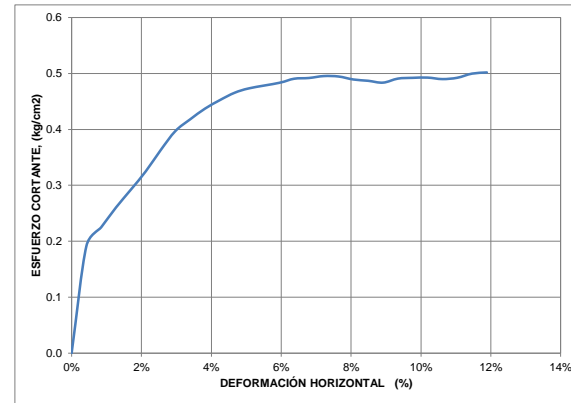
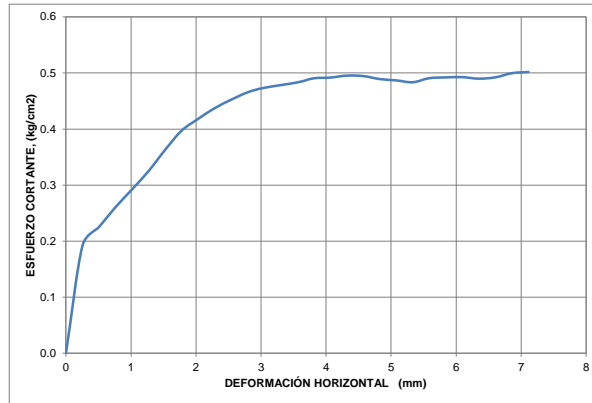
DIMENSIONES

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	130.38
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.37
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

CARACTERÍSTICAS INICIALES

Humedad, ω (%)	22%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.45
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.18
Relación de Vacíos, e	0.985712

Tiempo (s)	Deformimetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformimetro horizontal (mm)	Deformimetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformimetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
88	10	0.254	-22	-0.05588	6.79	35.41	0.83	0.19	0.23	0.42%	-0.22%
136	20	0.508	-66	-0.16764	7.94	35.26	0.83	0.23	0.27	0.85%	-0.66%
183	30	0.762	-92	-0.23368	9.15	35.11	0.84	0.26	0.31	1.27%	-0.92%
233	40	1.016	-115	-0.2921	10.22	34.96	0.84	0.29	0.35	1.70%	-1.15%
280	50	1.27	-132	-0.33528	11.31	34.81	0.84	0.32	0.39	2.12%	-1.32%
325	60	1.524	-144	-0.36576	12.57	34.66	0.85	0.36	0.43	2.55%	-1.44%
371	70	1.778	-154	-0.39116	13.70	34.50	0.85	0.40	0.47	2.97%	-1.54%
419	80	2.032	-163	-0.41402	14.36	34.35	0.86	0.42	0.49	3.40%	-1.63%
467	90	2.286	-170	-0.4318	14.95	34.20	0.86	0.44	0.51	3.82%	-1.70%
509	100	2.54	-176	-0.44704	15.40	34.05	0.86	0.45	0.52	4.25%	-1.76%
558	110	2.794	-182	-0.46228	15.78	33.90	0.87	0.47	0.54	4.67%	-1.82%
606	120	3.048	-186	-0.47244	15.98	33.75	0.87	0.47	0.54	5.09%	-1.86%
691	140	3.556	-192	-0.48768	16.16	33.45	0.88	0.48	0.55	5.94%	-1.92%
726	150	3.81	-195	-0.4953	16.33	33.30	0.88	0.49	0.56	6.37%	-1.95%
783	160	4.064	-195	-0.4953	16.30	33.15	0.89	0.49	0.55	6.79%	-1.95%
827	170	4.318	-199	-0.50546	16.34	32.99	0.89	0.50	0.56	7.22%	-1.99%
870	180	4.572	-201	-0.51054	16.24	32.84	0.89	0.49	0.55	7.64%	-2.01%
917	190	4.826	-204	-0.51816	15.99	32.69	0.90	0.49	0.54	8.07%	-2.04%
964	200	5.08	-206	-0.52324	15.84	32.54	0.90	0.49	0.54	8.49%	-2.06%
1010	210	5.334	-206	-0.52324	15.66	32.39	0.91	0.48	0.53	8.91%	-2.06%
1054	220	5.588	-207	-0.52578	15.82	32.24	0.91	0.49	0.54	9.34%	-2.07%
1099	230	5.842	-208	-0.52832	15.79	32.09	0.92	0.49	0.54	9.76%	-2.08%
1144	240	6.096	-209	-0.53086	15.73	31.94	0.92	0.49	0.54	10.19%	-2.09%
1187	250	6.35	-209	-0.53086	15.57	31.79	0.92	0.49	0.53	10.61%	-2.09%
1231	260	6.604	-210	-0.5334	15.57	31.64	0.93	0.49	0.53	11.04%	-2.10%
1276	270	6.858	-211	-0.53594	15.73	31.49	0.93	0.50	0.54	11.46%	-2.11%
1323	280	7.112	-211	-0.53594	15.72	31.33	0.94	0.50	0.54	11.89%	-2.11%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con densidad suelta y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 29-mar-13

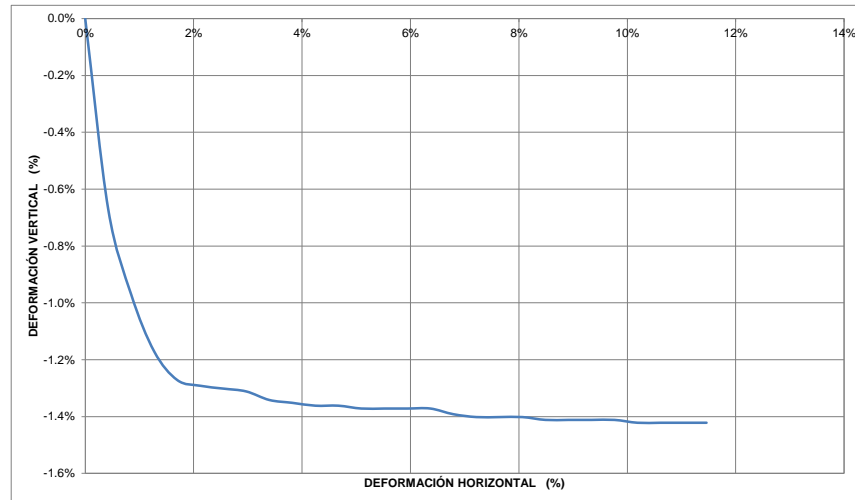
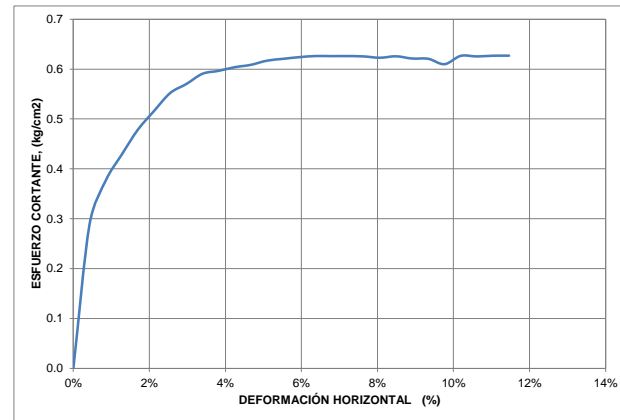
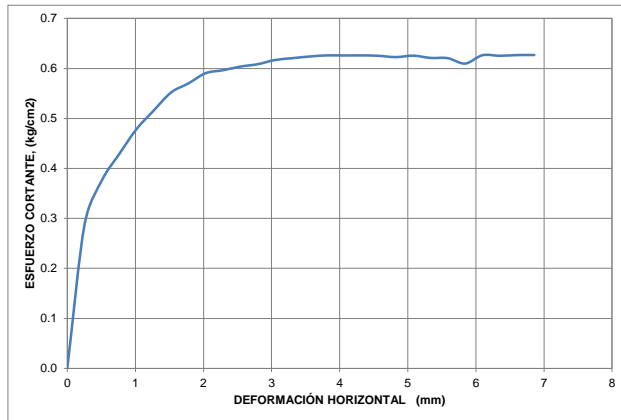
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	126.36
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	22%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.40
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.15
Relación de Vacíos, e	1.05

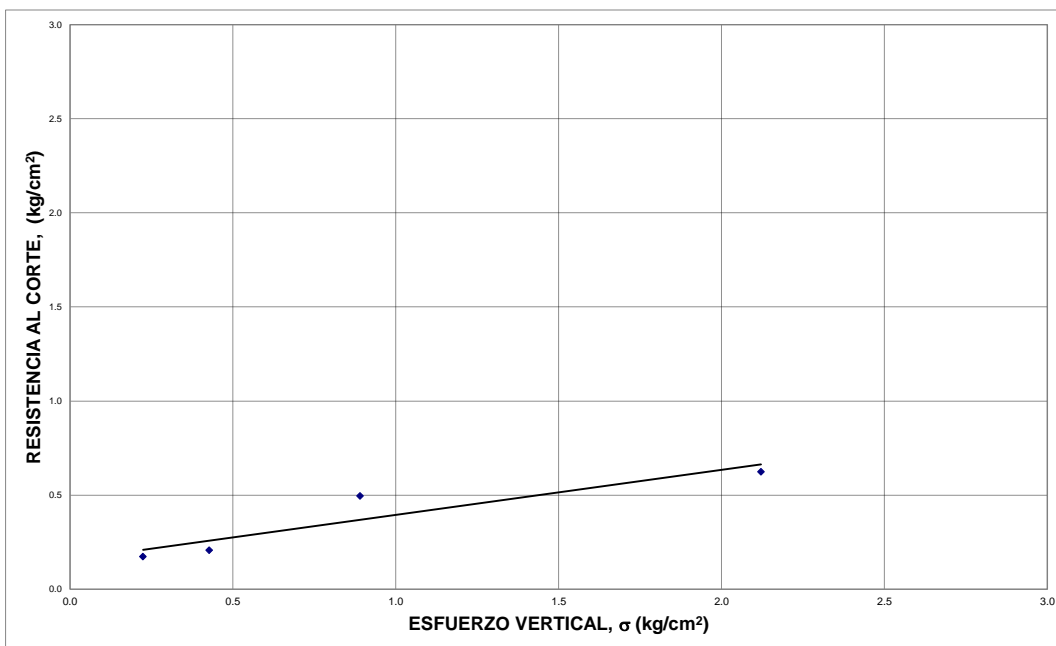
Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-4</sup> 3")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
87	10	0.254	-67	-0.17018	10.20	35.41	2.00	0.29	0.14	0.42%	-0.67%
136	20	0.508	-97	-0.24638	13.26	35.26	2.01	0.38	0.19	0.85%	-0.97%
183	30	0.762	-117	-0.29718	15.05	35.11	2.02	0.43	0.21	1.27%	-1.17%
229	40	1.016	-127	-0.32258	16.73	34.96	2.03	0.48	0.24	1.70%	-1.27%
277	50	1.27	-129	-0.32766	17.96	34.81	2.04	0.52	0.25	2.12%	-1.29%
323	60	1.524	-130	-0.3302	19.13	34.66	2.05	0.55	0.27	2.55%	-1.30%
367	70	1.778	-131	-0.33274	19.67	34.50	2.06	0.57	0.28	2.97%	-1.31%
415	80	2.032	-134	-0.34036	20.29	34.35	2.07	0.59	0.29	3.40%	-1.34%
463	90	2.286	-135	-0.3429	20.40	34.20	2.07	0.60	0.29	3.82%	-1.35%
507	100	2.54	-136	-0.34544	20.56	34.05	2.08	0.60	0.29	4.25%	-1.36%
550	110	2.794	-136	-0.34544	20.63	33.90	2.09	0.61	0.29	4.67%	-1.36%
596	120	3.048	-137	-0.34798	20.82	33.75	2.10	0.62	0.29	5.09%	-1.37%
642	130	3.302	-137	-0.34798	20.85	33.60	2.11	0.62	0.29	5.52%	-1.37%
686	140	3.556	-137	-0.34798	20.87	33.45	2.12	0.62	0.29	5.94%	-1.37%
730	150	3.81	-137	-0.34798	20.85	33.30	2.13	0.63	0.29	6.37%	-1.37%
777	160	4.064	-139	-0.35306	20.75	33.15	2.14	0.63	0.29	6.79%	-1.39%
823	170	4.318	-140	-0.3556	20.66	32.99	2.15	0.63	0.29	7.22%	-1.40%
868	180	4.572	-140	-0.3556	20.54	32.84	2.16	0.63	0.29	7.64%	-1.40%
911	190	4.826	-140	-0.3556	20.36	32.69	2.17	0.62	0.29	8.07%	-1.40%
957	200	5.08	-141	-0.35814	20.36	32.54	2.18	0.63	0.29	8.49%	-1.41%
1002	210	5.334	-141	-0.35814	20.12	32.39	2.19	0.62	0.28	8.91%	-1.41%
1046	220	5.588	-141	-0.35814	20.01	32.24	2.20	0.62	0.28	9.34%	-1.41%
1090	230	5.842	-141	-0.35814	19.57	32.09	2.21	0.61	0.28	9.76%	-1.41%
1138	240	6.096	-142	-0.36068	20.01	31.94	2.22	0.63	0.28	10.19%	-1.42%
1184	250	6.35	-142	-0.36068	19.88	31.79	2.23	0.63	0.28	10.61%	-1.42%
1228	260	6.604	-142	-0.36068	19.83	31.64	2.24	0.63	0.28	11.04%	-1.42%
1272	270	6.858	-142	-0.36068	19.74	31.49	2.25	0.63	0.28	11.46%	-1.42%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

DESCRIPCIÓN: Envolvente de resistencia máxima de S50-DS  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 29-mar-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $f'$  13.4 °

COHESIÓN ,  $C'$  0.156 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	5.50	0.11	0.22	0.17
B	6.70	0.09	0.43	0.21
C	16.34	0.07	0.89	0.50
D	20.87	0.06	2.12	0.62

Regresión	Pendiente
0.23904519	0.239045
0.1558951	0.234642 ATAN
	13.444 13.443995

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 08-abr-13

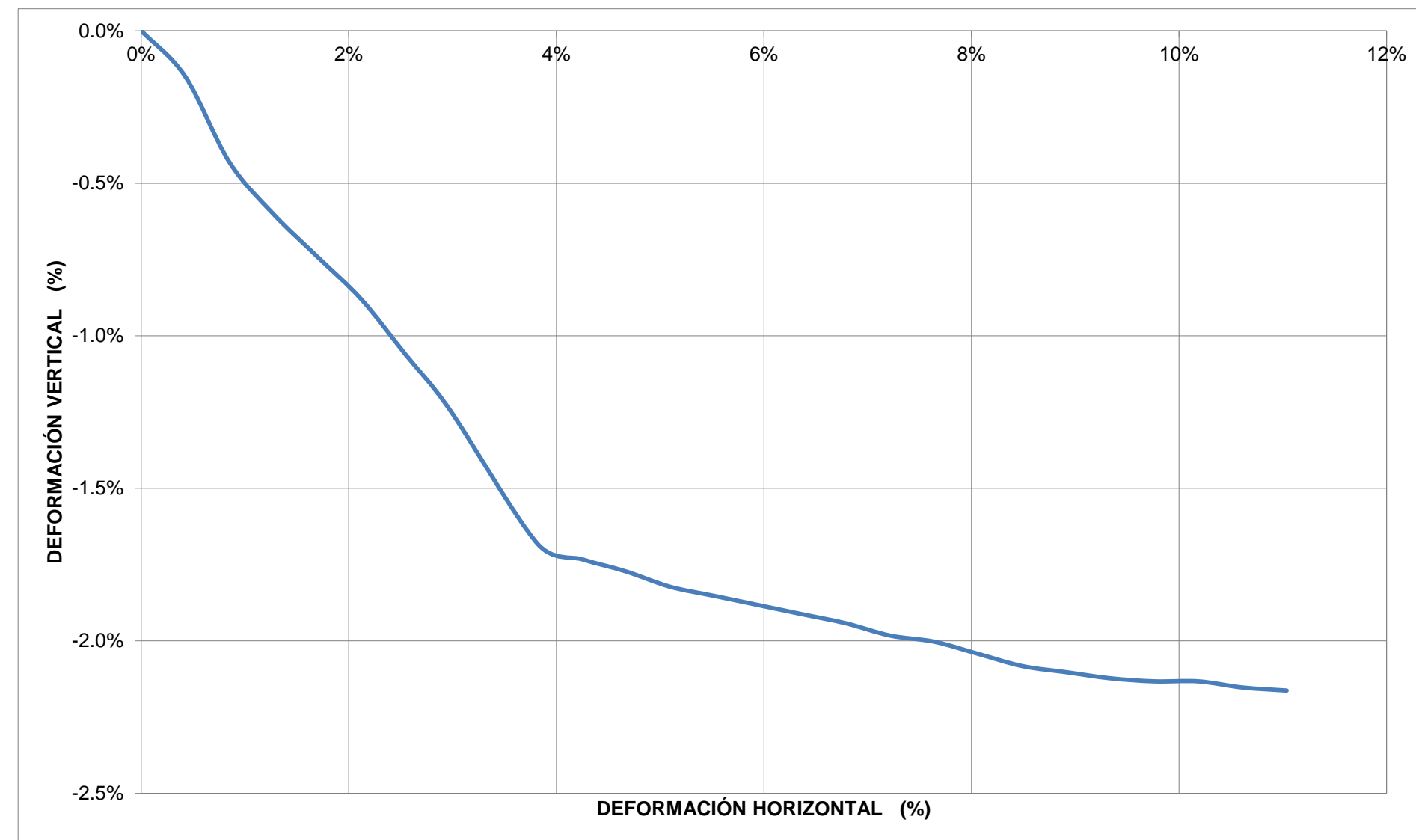
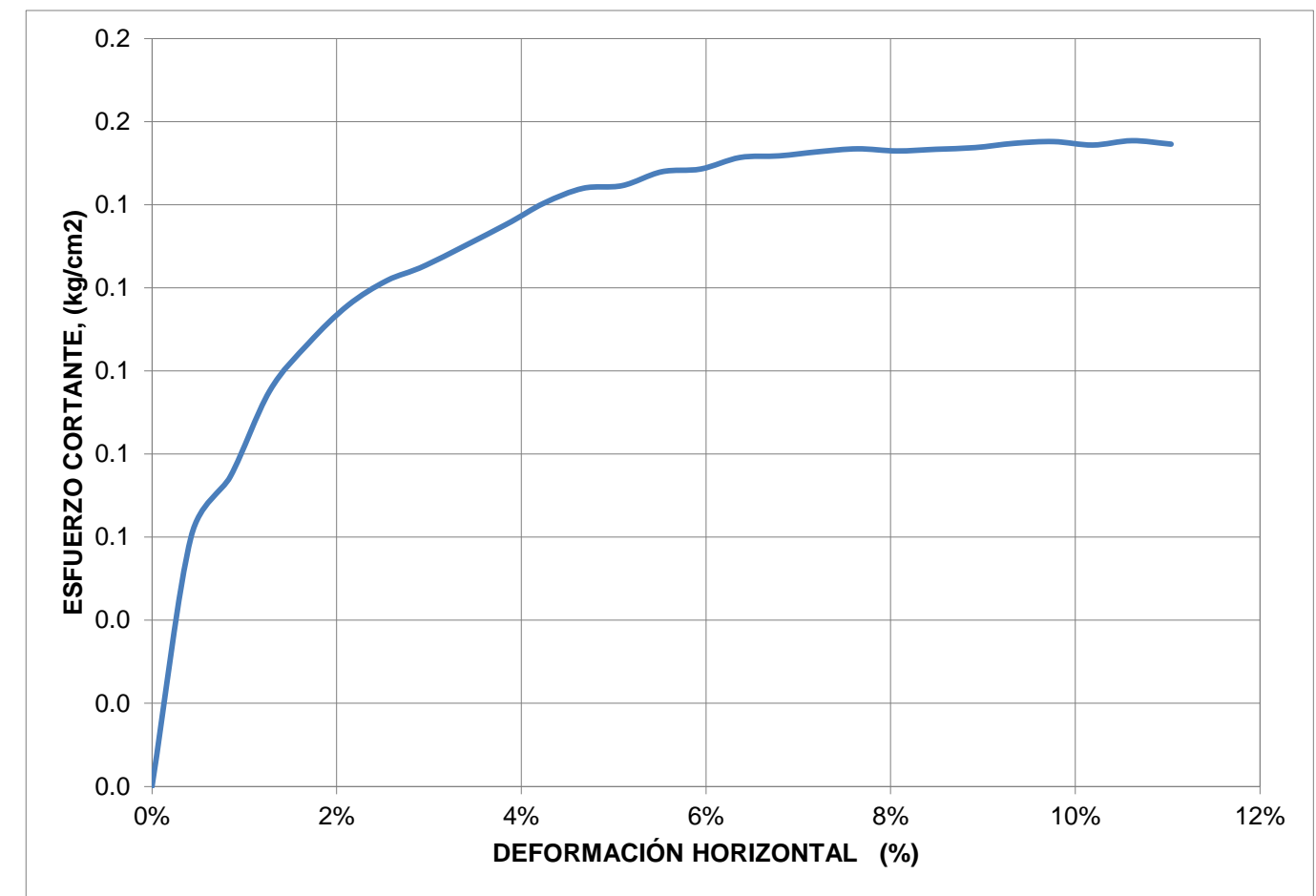
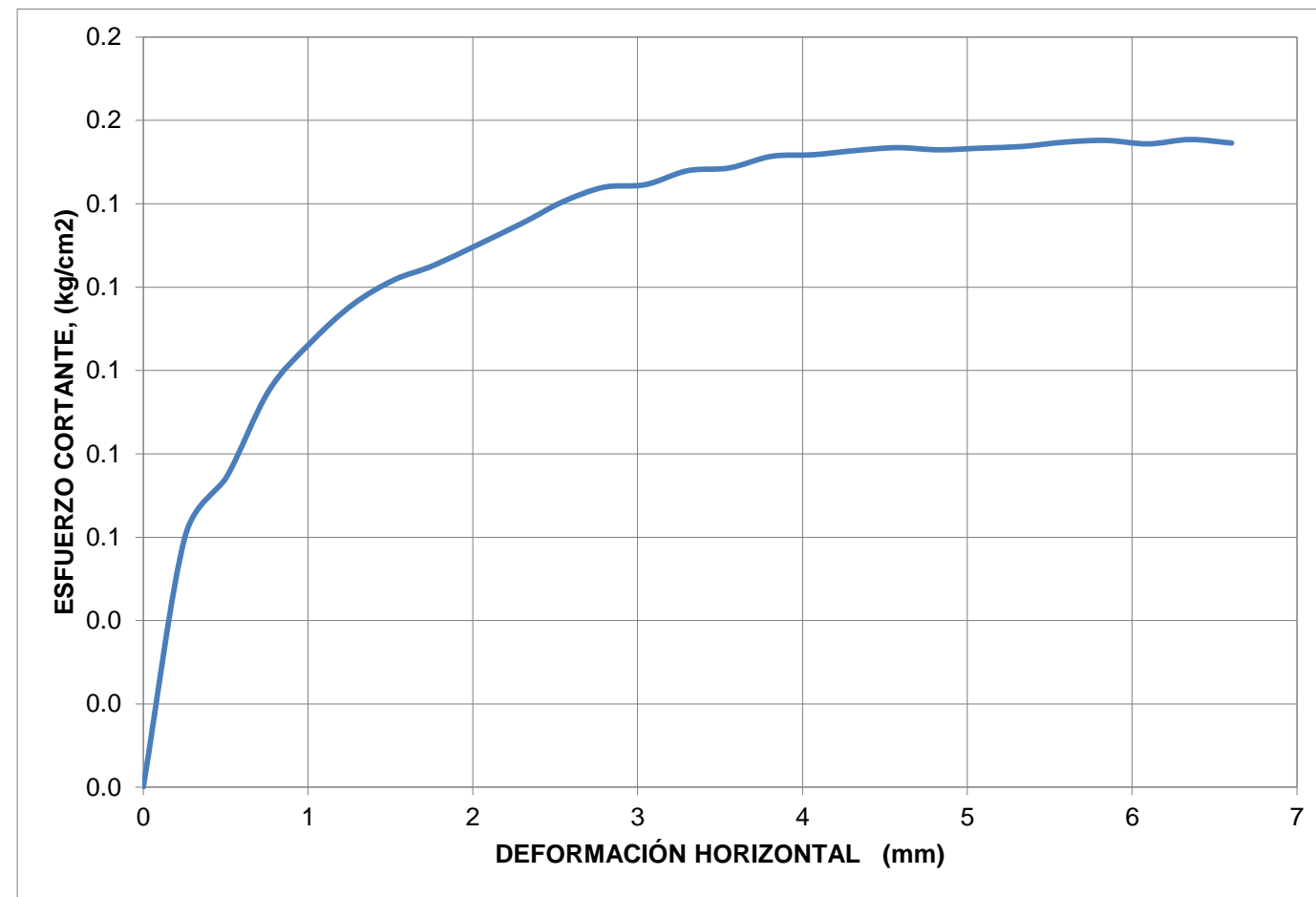
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	136.55
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	18%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.51
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.8338241

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
60	10	0.254	-15	-0.0381	2.13	35.41	0.20	0.06	0.30	0.42%	-0.15%
101	20	0.508	-43	-0.10922	2.63	35.26	0.20	0.07	0.37	0.85%	-0.43%
151	30	0.762	-60	-0.1524	3.34	35.11	0.20	0.10	0.47	1.27%	-0.60%
198	40	1.016	-74	-0.18796	3.73	34.96	0.20	0.11	0.52	1.70%	-0.74%
244	50	1.27	-88	-0.22352	4.03	34.81	0.20	0.12	0.57	2.12%	-0.88%
287	60	1.524	-106	-0.26924	4.22	34.66	0.21	0.12	0.59	2.55%	-1.06%
334	70	1.778	-124	-0.31496	4.33	34.50	0.21	0.13	0.61	2.97%	-1.24%
424	90	2.286	-168	-0.42672	4.62	34.20	0.21	0.14	0.65	3.82%	-1.68%
468	100	2.54	-173	-0.43942	4.78	34.05	0.21	0.14	0.67	4.25%	-1.73%
515	110	2.794	-177	-0.44958	4.88	33.90	0.21	0.14	0.69	4.67%	-1.77%
560	120	3.048	-182	-0.46228	4.88	33.75	0.21	0.14	0.69	5.09%	-1.82%
605	130	3.302	-185	-0.4699	4.97	33.60	0.21	0.15	0.70	5.52%	-1.85%
646	140	3.556	-188	-0.47752	4.97	33.45	0.21	0.15	0.70	5.94%	-1.88%
693	150	3.81	-191	-0.48514	5.04	33.30	0.21	0.15	0.71	6.37%	-1.91%
739	160	4.064	-194	-0.49276	5.03	33.15	0.21	0.15	0.71	6.79%	-1.94%
782	170	4.318	-198	-0.50292	5.04	32.99	0.22	0.15	0.71	7.22%	-1.98%
827	180	4.572	-200	-0.508	5.04	32.84	0.22	0.15	0.71	7.64%	-2.00%
875	190	4.826	-204	-0.51816	5.00	32.69	0.22	0.15	0.70	8.07%	-2.04%
920	200	5.08	-208	-0.52832	4.99	32.54	0.22	0.15	0.70	8.49%	-2.08%
964	210	5.334	-210	-0.5334	4.98	32.39	0.22	0.15	0.70	8.91%	-2.10%
1008	220	5.588	-212	-0.53848	4.99	32.24	0.22	0.15	0.70	9.34%	-2.12%
1056	230	5.842	-213	-0.54102	4.98	32.09	0.22	0.16	0.70	9.76%	-2.13%
1100	240	6.096	-213	-0.54102	4.93	31.94	0.22	0.15	0.69	10.19%	-2.13%
1143	250	6.35	-215	-0.5461	4.94	31.79	0.22	0.16	0.69	10.61%	-2.15%
1188	260	6.604	-216	-0.54864	4.89	31.64	0.23	0.15	0.69	11.04%	-2.16%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 08-abr-13

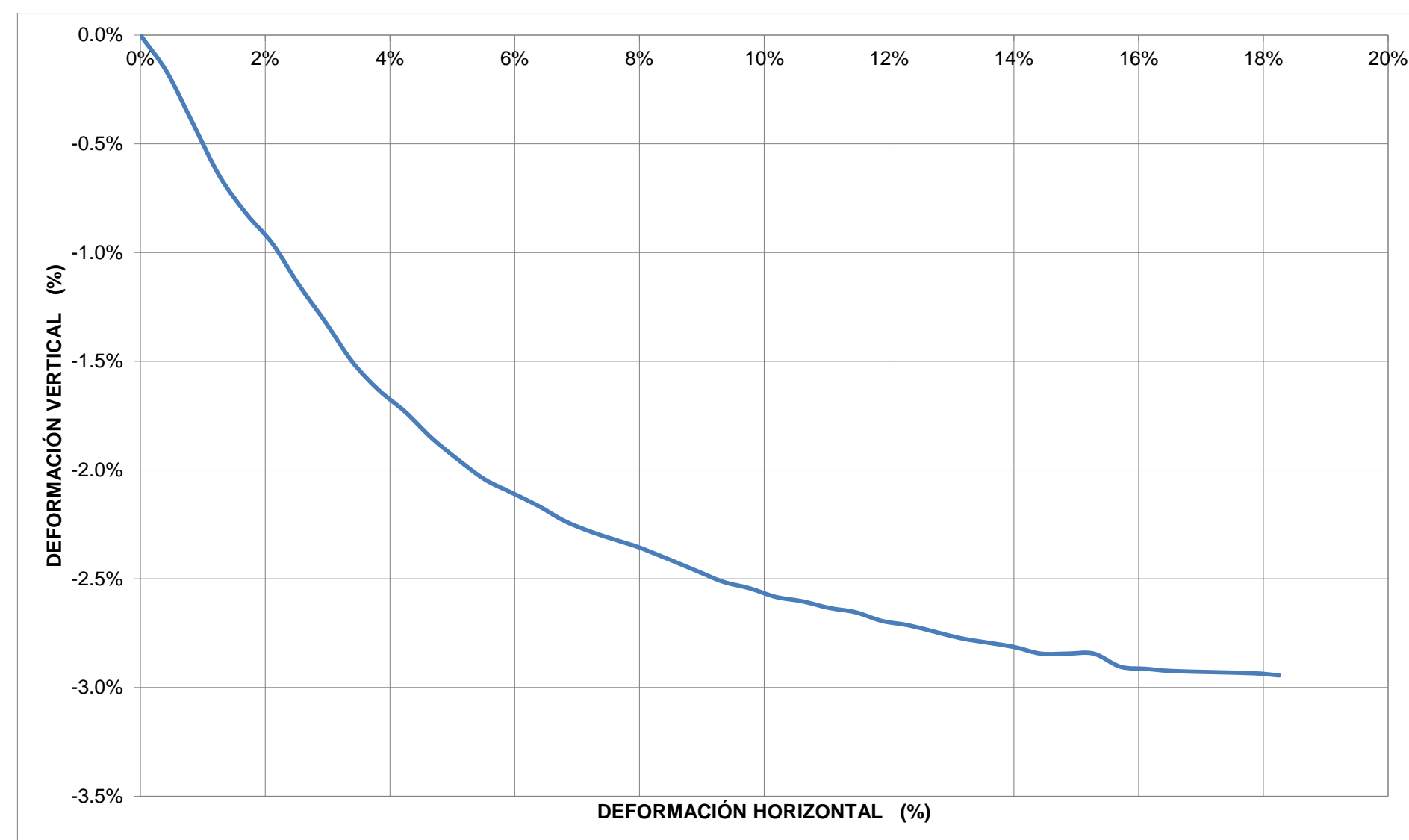
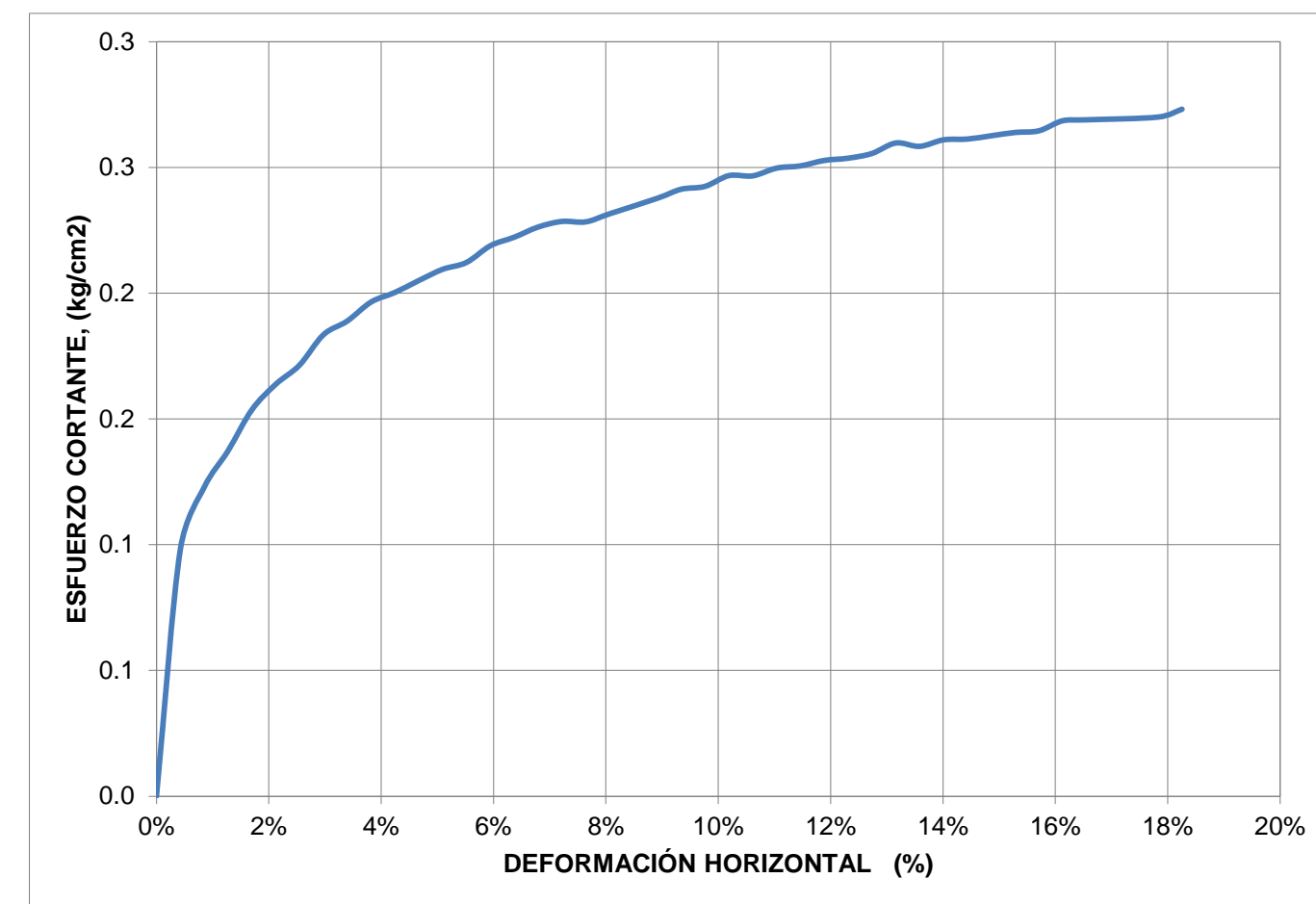
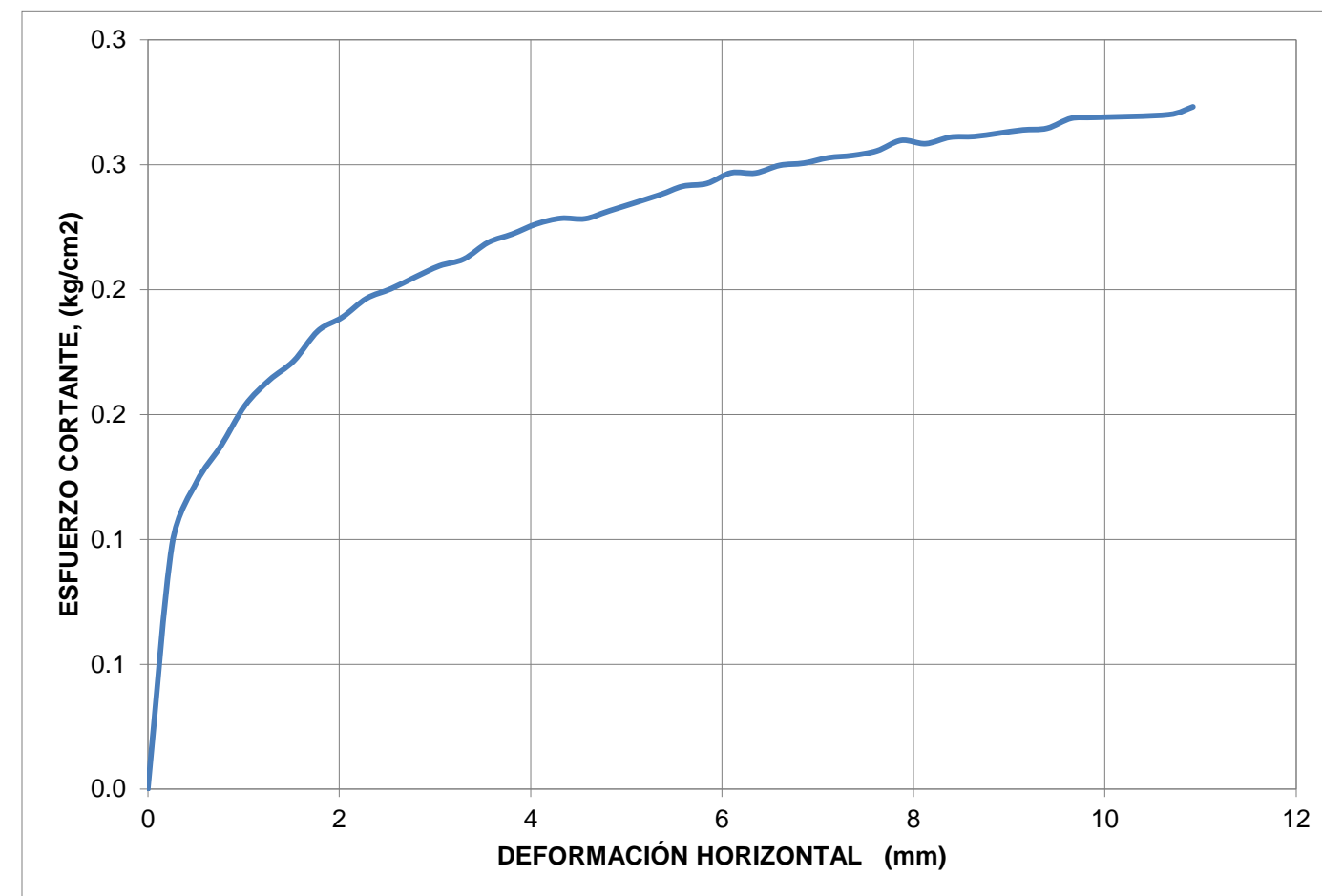
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	134.11
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.84
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	18%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	35
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.49
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.26
Relación de Vacíos, e	0.8671888

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
55	10	0.254	-17	-0.04318	3.47	35.41	0.39	0.10	0.25	0.42%	-0.17%
106	20	0.508	-41	-0.10414	4.33	35.26	0.39	0.12	0.31	0.85%	-0.41%
155	30	0.762	-65	-0.1651	4.82	35.11	0.39	0.14	0.35	1.27%	-0.65%
200	40	1.016	-82	-0.20828	5.37	34.96	0.40	0.15	0.39	1.70%	-0.82%
245	50	1.27	-96	-0.24384	5.70	34.81	0.40	0.16	0.41	2.12%	-0.96%
292	60	1.524	-115	-0.2921	5.94	34.66	0.40	0.17	0.43	2.55%	-1.15%
345	70	1.778	-132	-0.33528	6.33	34.50	0.40	0.18	0.46	2.97%	-1.32%
384	80	2.032	-150	-0.381	6.49	34.35	0.40	0.19	0.47	3.40%	-1.50%
431	90	2.286	-163	-0.41402	6.72	34.20	0.40	0.20	0.49	3.82%	-1.63%
477	100	2.54	-173	-0.43942	6.82	34.05	0.41	0.20	0.49	4.25%	-1.73%
524	110	2.794	-185	-0.4699	6.95	33.90	0.41	0.21	0.50	4.67%	-1.85%
566	120	3.048	-195	-0.4953	7.07	33.75	0.41	0.21	0.51	5.09%	-1.95%
611	130	3.302	-204	-0.51816	7.13	33.60	0.41	0.21	0.52	5.52%	-2.04%
658	140	3.556	-210	-0.5334	7.32	33.45	0.41	0.22	0.53	5.94%	-2.10%
704	150	3.81	-216	-0.54864	7.40	33.30	0.42	0.22	0.53	6.37%	-2.16%
745	160	4.064	-223	-0.56642	7.50	33.15	0.42	0.23	0.54	6.79%	-2.23%
792	170	4.318	-228	-0.57912	7.54	32.99	0.42	0.23	0.54	7.22%	-2.28%
837	180	4.572	-232	-0.58928	7.50	32.84	0.42	0.23	0.54	7.64%	-2.32%
883	190	4.826	-236	-0.59944	7.57	32.69	0.42	0.23	0.55	8.07%	-2.36%
973	210	5.334	-246	-0.62484	7.70	32.39	0.43	0.24	0.56	8.91%	-2.46%
1020	220	5.588	-251	-0.63754	7.78	32.24	0.43	0.24	0.56	9.34%	-2.51%
1063	230	5.842	-254	-0.64516	7.78	32.09	0.43	0.24	0.56	9.76%	-2.54%
1106	240	6.096	-258	-0.65532	7.88	31.94	0.43	0.25	0.57	10.19%	-2.58%
1153	250	6.35	-260	-0.6604	7.84	31.79	0.44	0.25	0.57	10.61%	-2.60%
1198	260	6.604	-263	-0.66802	7.90	31.64	0.44	0.25	0.57	11.04%	-2.63%
1243	270	6.858	-265	-0.6731	7.89	31.49	0.44	0.25	0.57	11.46%	-2.65%
1286	280	7.112	-269	-0.68326	7.92	31.33	0.44	0.25	0.57	11.89%	-2.69%
1334	290	7.366	-271	-0.68834	7.91	31.18	0.44	0.25	0.57	12.31%	-2.71%
1379	300	7.62	-274	-0.69596	7.93	31.03	0.45	0.26	0.57	12.74%	-2.74%
1423	310	7.874	-277	-0.70358	8.02	30.88	0.45	0.26	0.58	13.16%	-2.77%
1466	320	8.128	-279	-0.70866	7.94	30.73	0.45	0.26	0.57	13.58%	-2.79%
1513	330	8.382	-281	-0.71374	7.98	30.58	0.45	0.26	0.58	14.01%	-2.81%
1551	340	8.636	-284	-0.72136	7.95	30.43	0.45	0.26	0.57	14.43%	-2.84%
1602	350	8.89	-284	-0.72136	7.95	30.28	0.46	0.26	0.57	14.86%	-2.84%
1695	360	9.144	-284	-0.72136	7.95	30.13	0.46	0.26	0.57	15.28%	-2.84%
1740	370	9.398	-290	-0.7366	7.93	29.98	0.46	0.26	0.57	15.71%	-2.90%
1786	380	9.652	-291	-0.73914	8.01	29.82	0.46	0.27	0.58	16.13%	-2.91%
1828	390	9.906	-292	-0.74168	7.98	29.67	0.47	0.27	0.58	16.56%	-2.92%
1919	420	10.668	-293	-0.74422	7.89	29.22	0.47	0.27	0.57	17.83%	-2.93%
1962	430	10.922	-294	-0.74676	7.94	29.07	0.48	0.27	0.57	18.25%	-2.94%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 09-abr-13

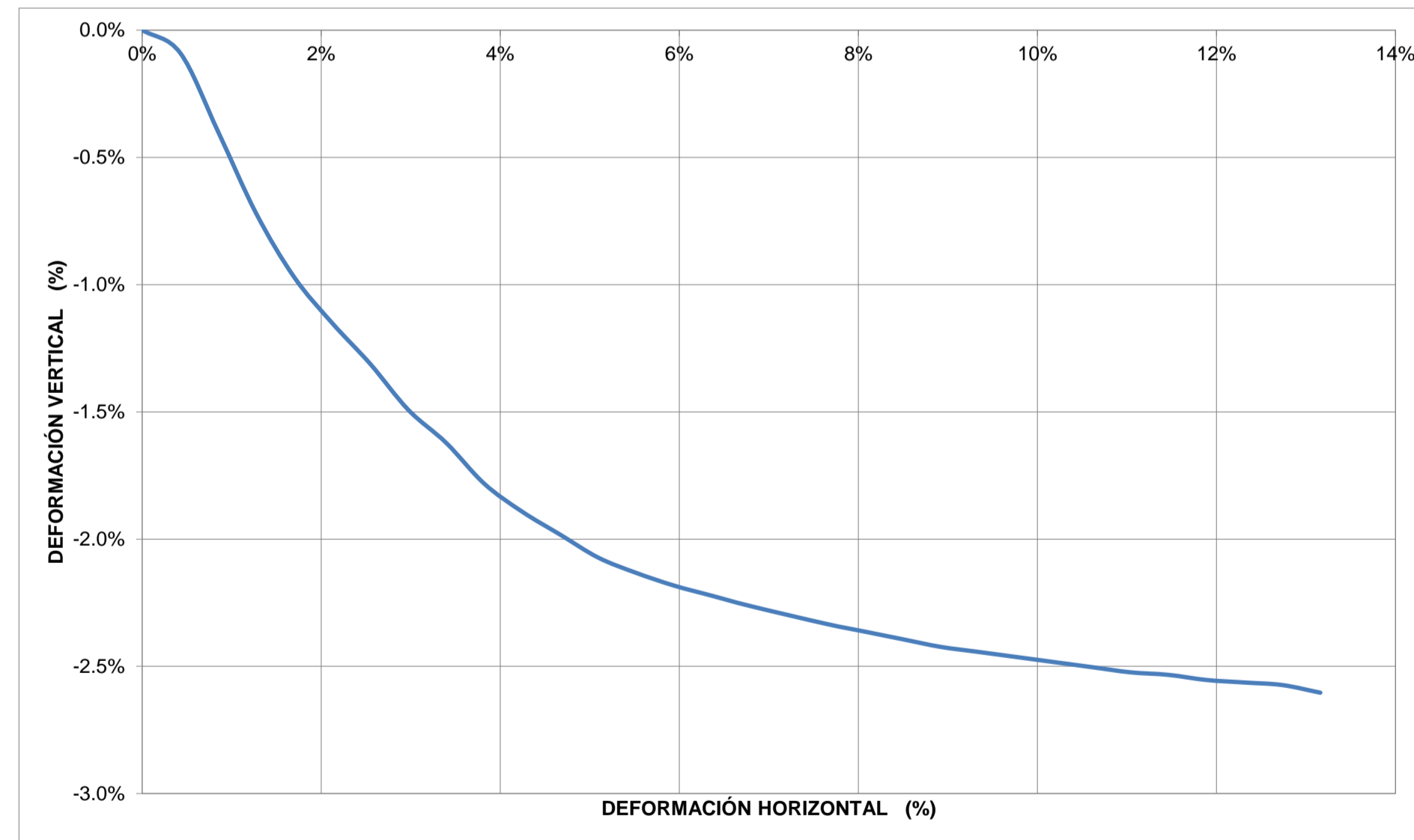
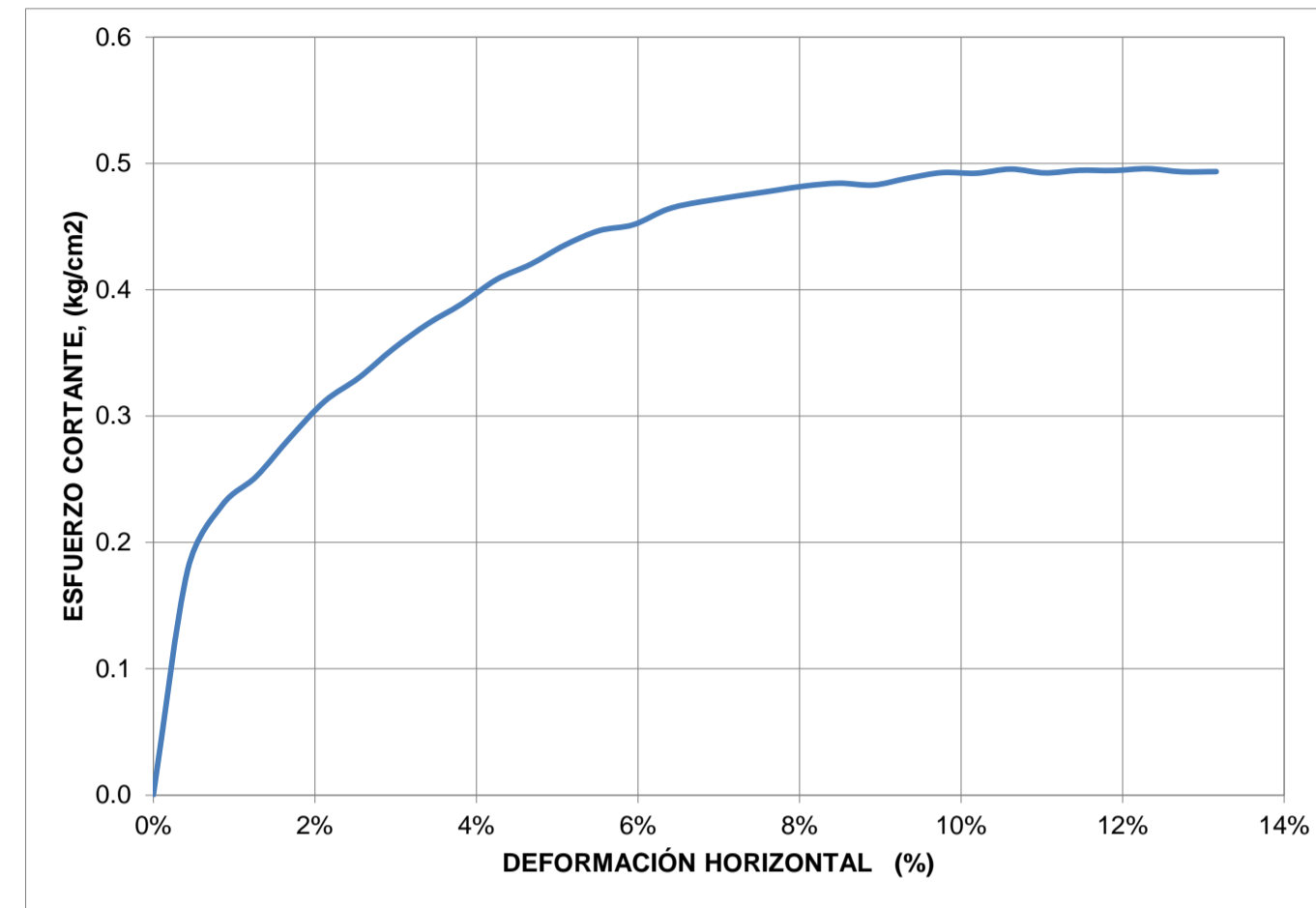
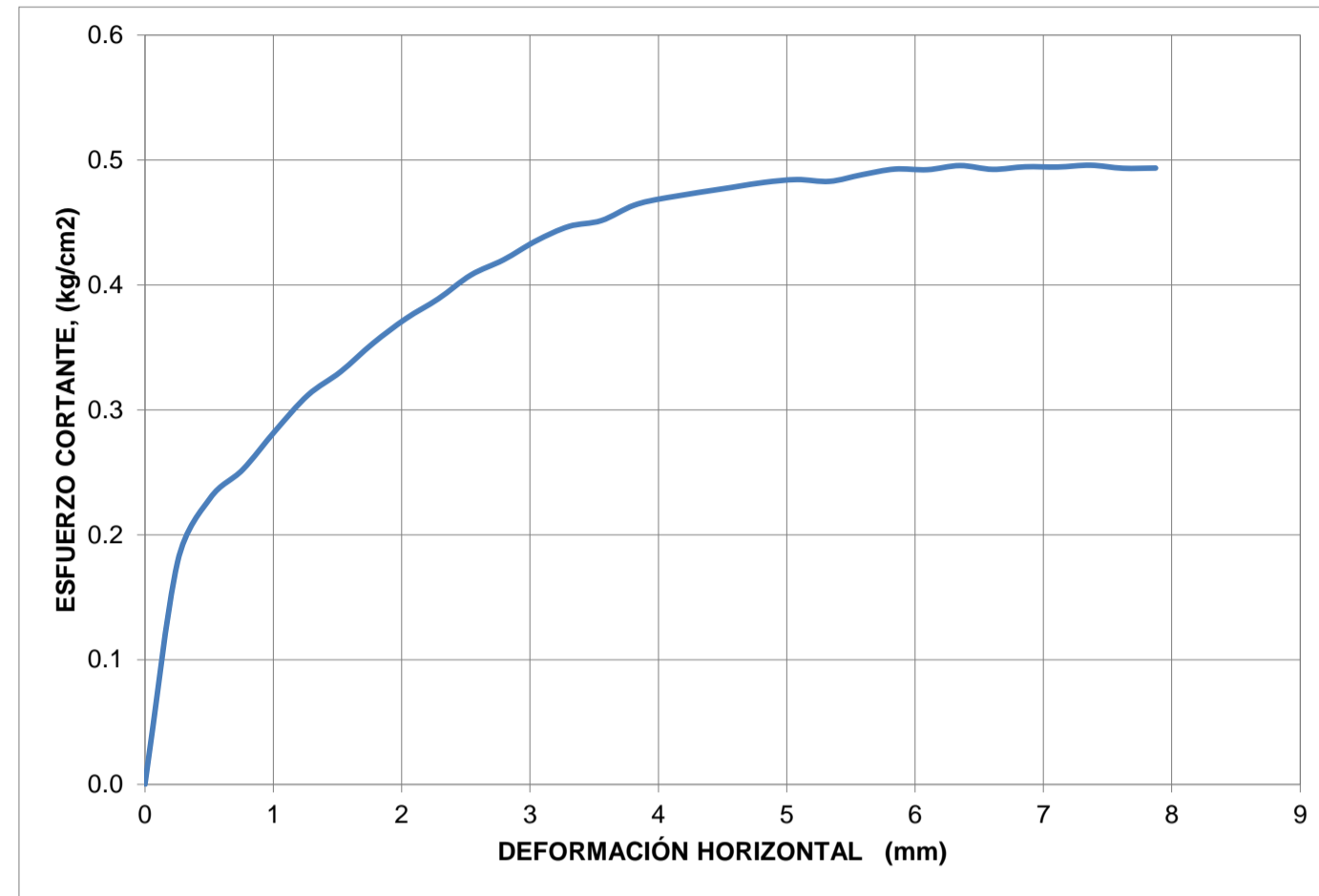
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	132.89
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.44
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	18%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.47
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.25
Relación de Vacíos, e	0.8843306

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
74	10	0.254	-9	-0.02286	6.30	35.41	0.83	0.18	0.21	0.42%	-0.09%
125	20	0.508	-40	-0.1016	8.08	35.26	0.83	0.23	0.27	0.85%	-0.40%
172	30	0.762	-72	-0.18288	8.85	35.11	0.84	0.25	0.30	1.27%	-0.72%
222	40	1.016	-97	-0.24638	9.90	34.96	0.84	0.28	0.34	1.70%	-0.97%
269	50	1.27	-115	-0.2921	10.85	34.81	0.85	0.31	0.37	2.12%	-1.15%
312	60	1.524	-131	-0.33274	11.45	34.66	0.85	0.33	0.39	2.55%	-1.31%
359	70	1.778	-149	-0.37846	12.19	34.50	0.85	0.35	0.41	2.97%	-1.49%
407	80	2.032	-162	-0.41148	12.81	34.35	0.86	0.37	0.44	3.40%	-1.62%
453	90	2.286	-178	-0.45212	13.30	34.20	0.86	0.39	0.45	3.82%	-1.78%
495	100	2.54	-189	-0.48006	13.89	34.05	0.86	0.41	0.47	4.25%	-1.89%
542	110	2.794	-198	-0.50292	14.24	33.90	0.87	0.42	0.48	4.67%	-1.98%
589	120	3.048	-207	-0.52578	14.69	33.75	0.87	0.44	0.50	5.09%	-2.07%
635	130	3.302	-213	-0.54102	15.01	33.60	0.88	0.45	0.51	5.52%	-2.13%
678	140	3.556	-218	-0.55372	15.10	33.45	0.88	0.45	0.51	5.94%	-2.18%
724	150	3.81	-222	-0.56388	15.44	33.30	0.88	0.46	0.52	6.37%	-2.22%
770	160	4.064	-226	-0.57404	15.57	33.15	0.89	0.47	0.53	6.79%	-2.26%
857	180	4.572	-233	-0.59182	15.70	32.84	0.90	0.48	0.53	7.64%	-2.33%
904	190	4.826	-236	-0.59944	15.76	32.69	0.90	0.48	0.54	8.07%	-2.36%
949	200	5.08	-239	-0.60706	15.76	32.54	0.90	0.48	0.54	8.49%	-2.39%
994	210	5.334	-242	-0.61468	15.64	32.39	0.91	0.48	0.53	8.91%	-2.42%
1038	220	5.588	-244	-0.61976	15.74	32.24	0.91	0.49	0.53	9.34%	-2.44%
1085	230	5.842	-246	-0.62484	15.81	32.09	0.92	0.49	0.54	9.76%	-2.46%
1132	240	6.096	-248	-0.62992	15.72	31.94	0.92	0.49	0.53	10.19%	-2.48%
1173	250	6.35	-250	-0.635	15.75	31.79	0.93	0.50	0.54	10.61%	-2.50%
1216	260	6.604	-252	-0.64008	15.58	31.64	0.93	0.49	0.53	11.04%	-2.52%
1262	270	6.858	-253	-0.64262	15.57	31.49	0.94	0.49	0.53	11.46%	-2.53%
1308	280	7.112	-255	-0.6477	15.49	31.33	0.94	0.49	0.53	11.89%	-2.55%
1352	290	7.366	-256	-0.65024	15.46	31.18	0.94	0.50	0.53	12.31%	-2.56%
1394	300	7.62	-257	-0.65278	15.31	31.03	0.95	0.49	0.52	12.74%	-2.57%
1440	310	7.874	-260	-0.6604	15.24	30.88	0.95	0.49	0.52	13.16%	-2.60%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compacidad intermedia y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 10-abr-13

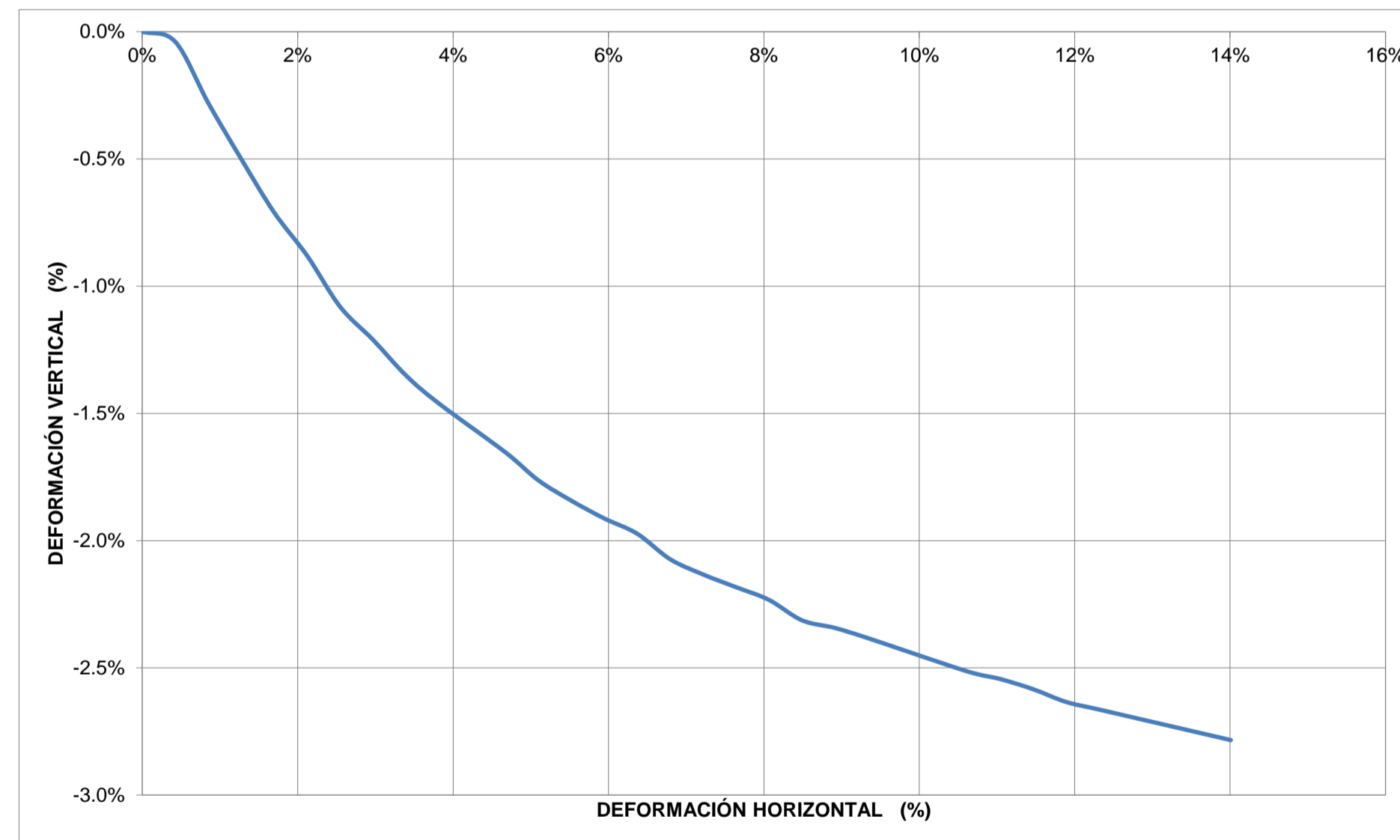
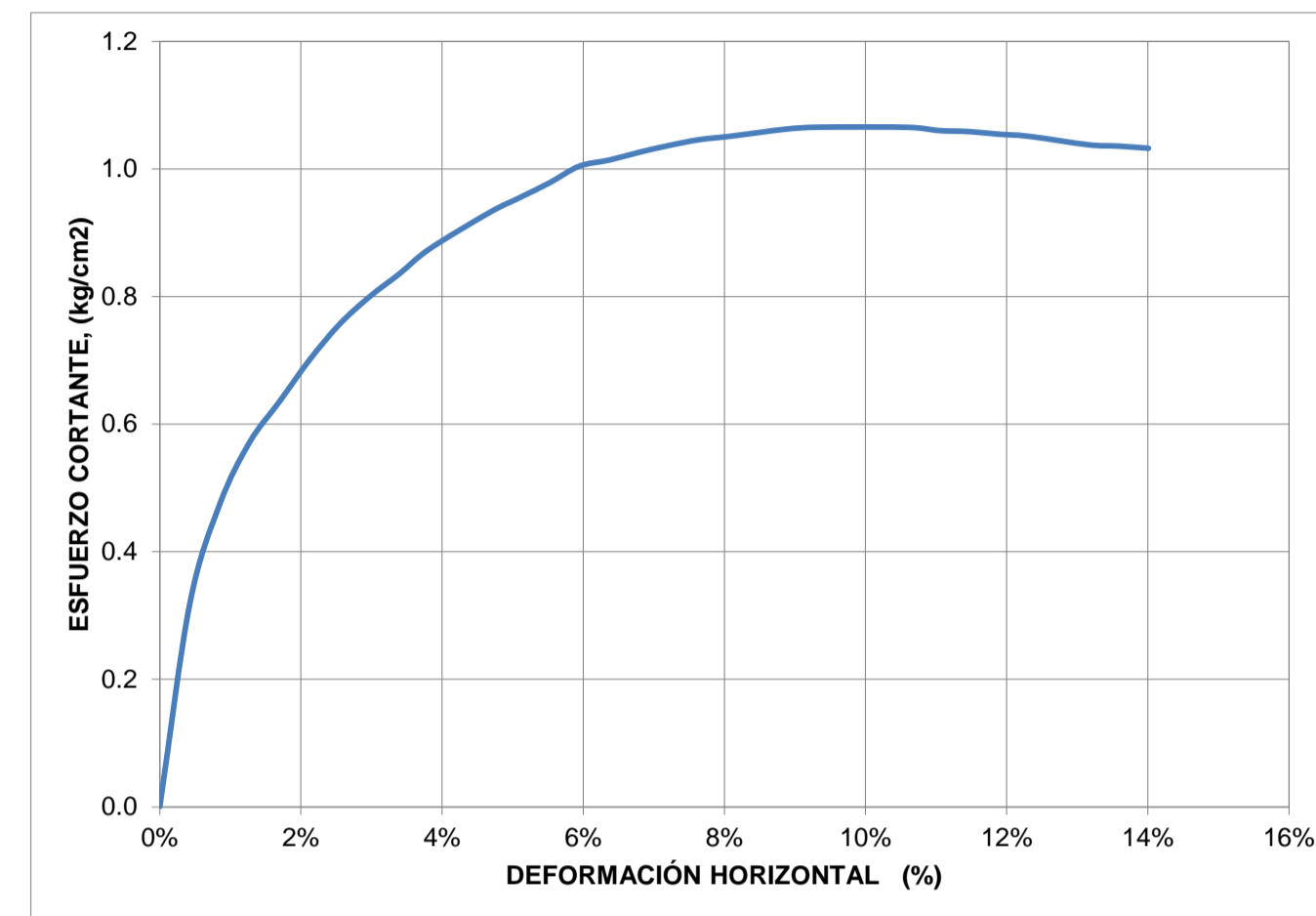
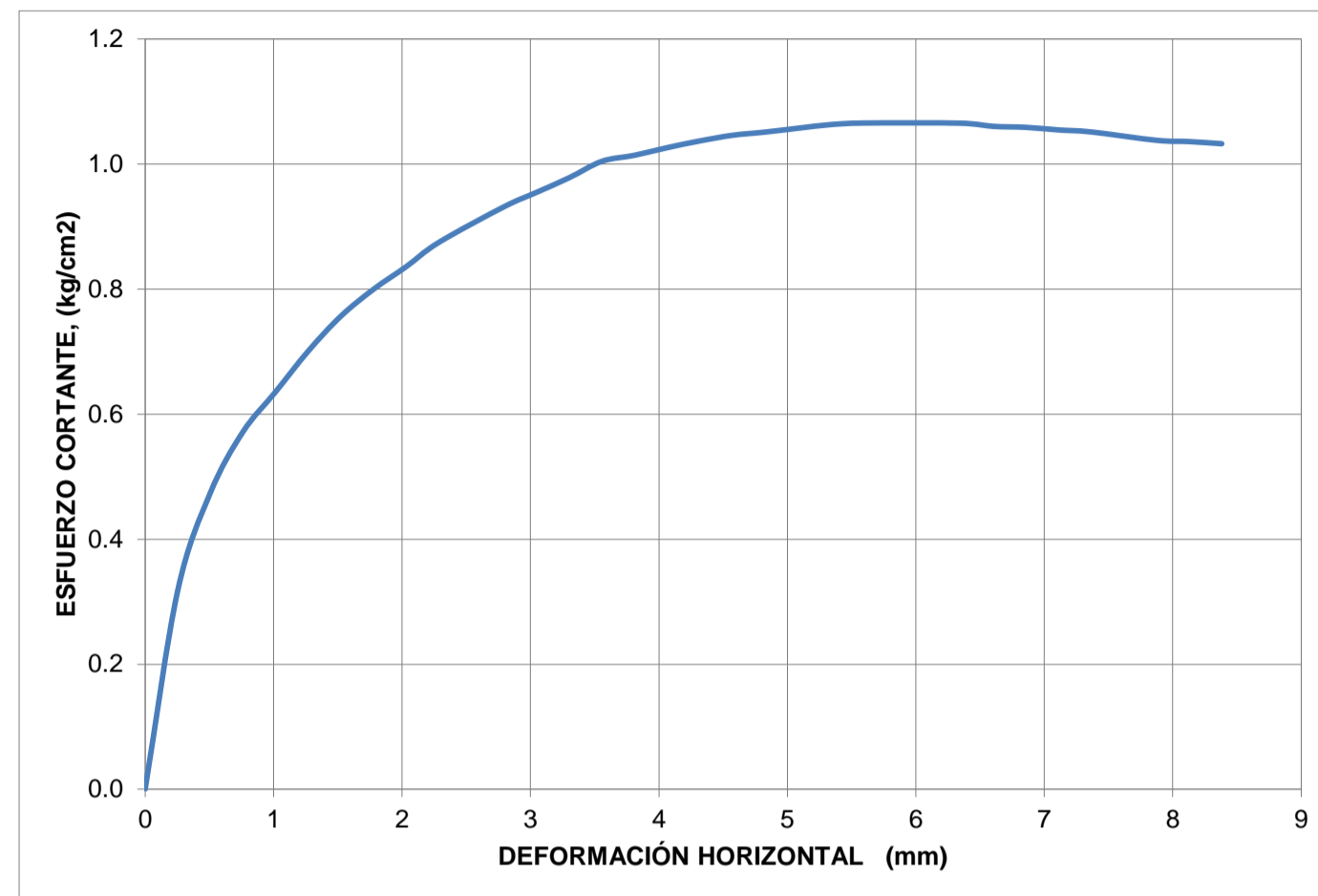
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	134.05
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	18%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.3525058
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.49
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.26
Relación de Vacíos, e	0.8680245

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
80	10	0.254	-4	-0.01016	11.25	35.41	2.00	0.32	0.16	0.42%	-0.04%
141	20	0.508	-28	-0.07112	16.72	35.26	2.01	0.47	0.24	0.85%	-0.28%
189	30	0.762	-50	-0.127	20.07	35.11	2.02	0.57	0.28	1.27%	-0.50%
236	40	1.016	-71	-0.18034	22.22	34.96	2.03	0.64	0.31	1.70%	-0.71%
284	50	1.27	-88	-0.22352	24.39	34.81	2.04	0.70	0.34	2.12%	-0.88%
331	60	1.524	-108	-0.27432	26.22	34.66	2.05	0.76	0.37	2.55%	-1.08%
376	70	1.778	-121	-0.30734	27.59	34.50	2.06	0.80	0.39	2.97%	-1.21%
421	80	2.032	-135	-0.3429	28.71	34.35	2.07	0.84	0.40	3.40%	-1.35%
470	90	2.286	-146	-0.37084	29.91	34.20	2.07	0.87	0.42	3.82%	-1.46%
558	110	2.794	-165	-0.4191	31.58	33.90	2.09	0.93	0.45	4.67%	-1.65%
603	120	3.048	-176	-0.44704	32.22	33.75	2.10	0.95	0.45	5.09%	-1.76%
649	130	3.302	-184	-0.46736	32.86	33.60	2.11	0.98	0.46	5.52%	-1.84%
695	140	3.556	-191	-0.48514	33.59	33.45	2.12	1.00	0.47	5.94%	-1.91%
738	150	3.81	-197	-0.50038	33.76	33.30	2.13	1.01	0.48	6.37%	-1.97%
785	160	4.064	-207	-0.52578	34.01	33.15	2.14	1.03	0.48	6.79%	-2.07%
831	170	4.318	-213	-0.54102	34.21	32.99	2.15	1.04	0.48	7.22%	-2.13%
876	180	4.572	-218	-0.55372	34.35	32.84	2.16	1.05	0.48	7.64%	-2.18%
923	190	4.826	-223	-0.56642	34.36	32.69	2.17	1.05	0.48	8.07%	-2.23%
967	200	5.08	-231	-0.58674	34.40	32.54	2.18	1.06	0.48	8.49%	-2.31%
1013	210	5.334	-234	-0.59436	34.43	32.39	2.19	1.06	0.49	8.91%	-2.34%
1057	220	5.588	-238	-0.60452	34.35	32.24	2.20	1.07	0.48	9.34%	-2.38%
1193	250	6.35	-251	-0.63754	33.86	31.79	2.23	1.07	0.48	10.61%	-2.51%
1238	260	6.604	-254	-0.64516	33.54	31.64	2.24	1.06	0.47	11.04%	-2.54%
1282	270	6.858	-258	-0.65532	33.33	31.49	2.25	1.06	0.47	11.46%	-2.58%
1327	280	7.112	-263	-0.66802	33.04	31.33	2.26	1.05	0.47	11.89%	-2.63%
1370	290	7.366	-266	-0.67564	32.78	31.18	2.28	1.05	0.46	12.31%	-2.66%
1462	310	7.874	-272	-0.69088	32.05	30.88	2.30	1.04	0.45	13.16%	-2.72%
1508	320	8.128	-275	-0.6985	31.83	30.73	2.31	1.04	0.45	13.58%	-2.75%
1554	330	8.382	-278	-0.70612	31.57	30.58	2.32	1.03	0.44	14.01%	-2.78%



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

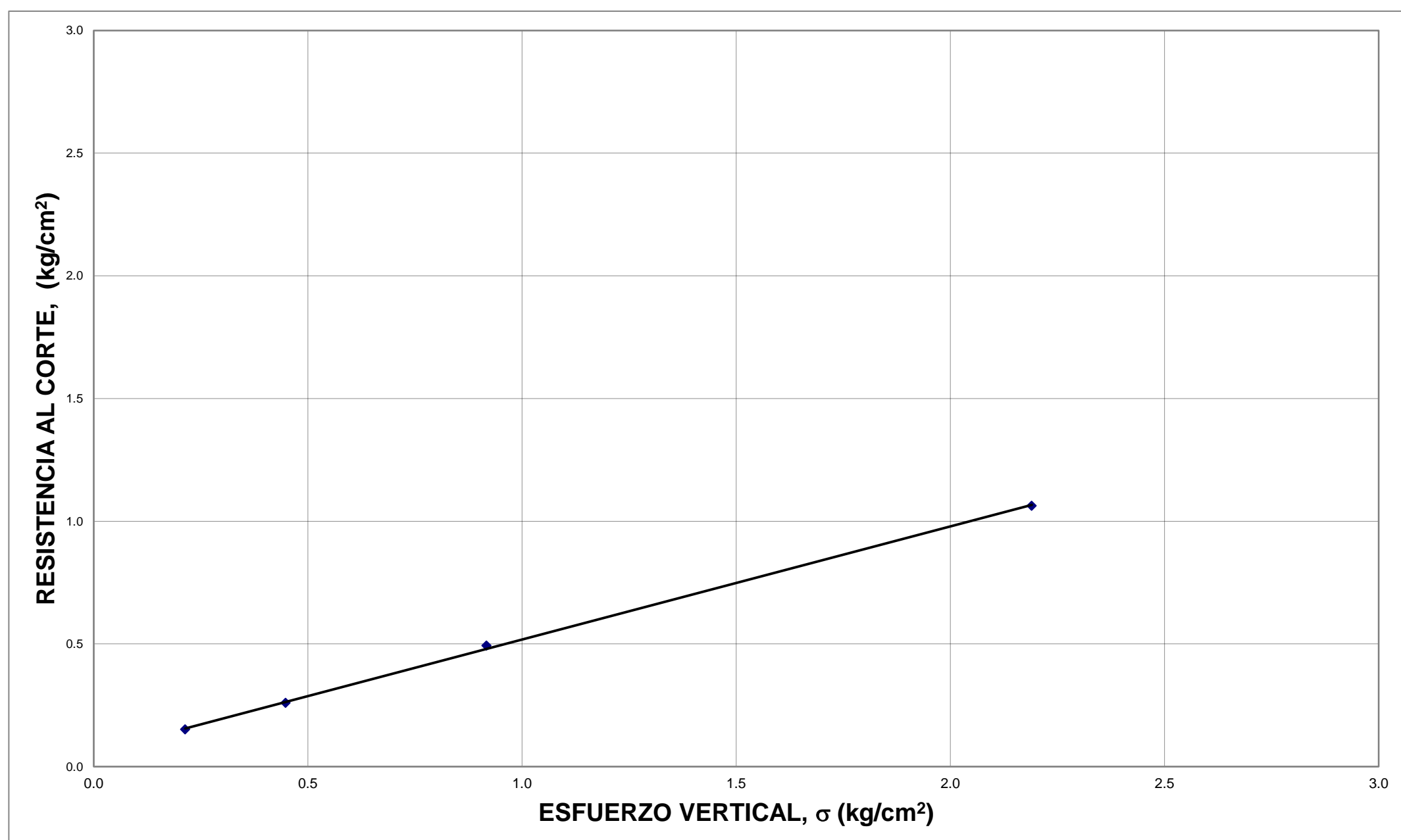
VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN:

Envolvente de resistencia máxima de S50-C50  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 10-abr-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $f'$  24.7 °

COHESIÓN,  $C'$  0.057 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	5.04	0.06	0.21	0.15
B	8.02	0.13	0.45	0.26
C	15.81	0.10	0.92	0.49
D	34.43	0.09	2.19	1.06

Regresión	Pendiente
0.460987564	0.4609876
0.05725232	0.4319535 ATAN
	24.749114 24.749114

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 10-abr-13

**DIMENSIONES**

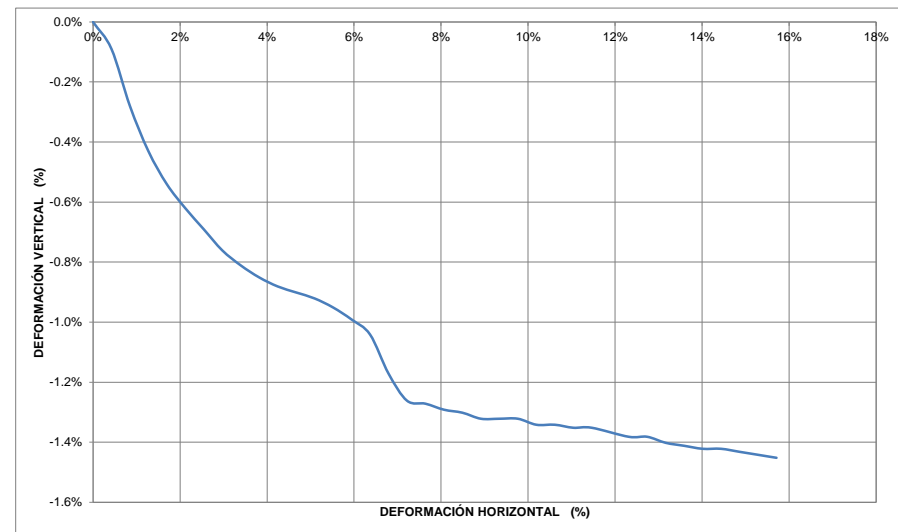
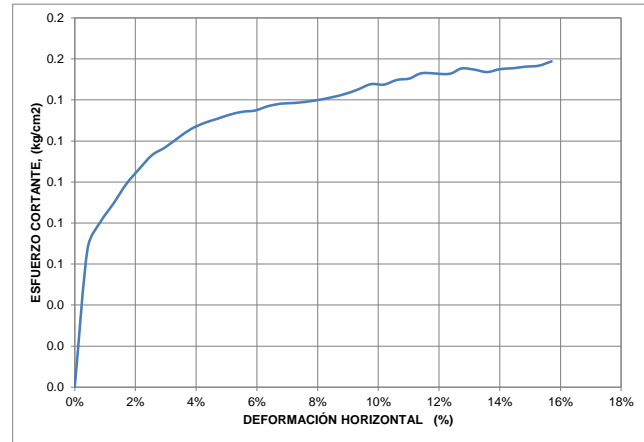
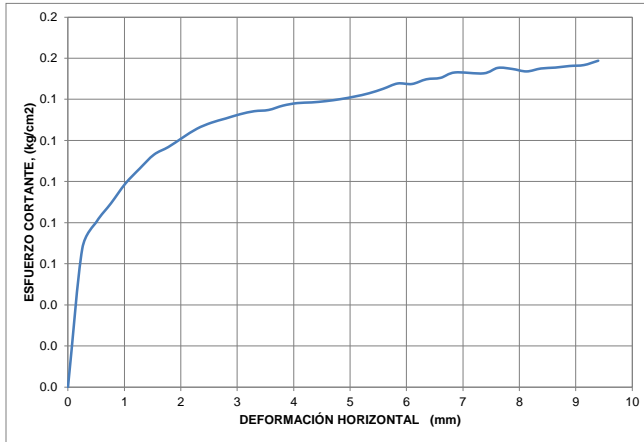
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	144.97
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.61
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.40
Relación de Vacíos, e	0.683399

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
63	10	0.254	-9	-0.02286	2.39	35.41	0.20	0.07	0.34	0.42%	-0.09%
106	20	0.508	-28	-0.07112	2.84	35.26	0.20	0.08	0.40	0.85%	-0.28%
152	30	0.762	-43	-0.10922	3.14	35.11	0.20	0.09	0.44	1.27%	-0.43%
204	40	1.016	-54	-0.13716	3.46	34.96	0.20	0.10	0.49	1.70%	-0.54%
247	50	1.27	-62	-0.15748	3.70	34.81	0.20	0.11	0.52	2.12%	-0.62%
292	60	1.524	-69	-0.17526	3.92	34.66	0.21	0.11	0.55	2.55%	-0.69%
338	70	1.778	-76	-0.19304	4.03	34.50	0.21	0.12	0.57	2.97%	-0.76%
387	80	2.032	-81	-0.20574	4.17	34.35	0.21	0.12	0.59	3.40%	-0.81%
435	90	2.286	-85	-0.2159	4.30	34.20	0.21	0.13	0.60	3.82%	-0.85%
473	100	2.54	-88	-0.22352	4.38	34.05	0.21	0.13	0.62	4.25%	-0.88%
520	110	2.794	-90	-0.2286	4.43	33.90	0.21	0.13	0.62	4.67%	-0.90%
569	120	3.048	-92	-0.23368	4.48	33.75	0.21	0.13	0.63	5.09%	-0.92%
610	130	3.302	-95	-0.2413	4.51	33.60	0.21	0.13	0.63	5.52%	-0.95%
653	140	3.556	-99	-0.25146	4.51	33.45	0.21	0.13	0.63	5.94%	-0.99%
700	150	3.81	-104	-0.26416	4.56	33.30	0.21	0.14	0.64	6.37%	-1.04%
747	160	4.064	-117	-0.29718	4.58	33.15	0.21	0.14	0.64	6.79%	-1.17%
788	170	4.318	-126	-0.32004	4.57	32.99	0.22	0.14	0.64	7.22%	-1.26%
832	180	4.572	-127	-0.32258	4.57	32.84	0.22	0.14	0.64	7.64%	-1.27%
881	190	4.826	-129	-0.32766	4.58	32.69	0.22	0.14	0.64	8.07%	-1.29%
926	200	5.08	-130	-0.3302	4.60	32.54	0.22	0.14	0.65	8.49%	-1.30%
970	210	5.334	-132	-0.33528	4.63	32.39	0.22	0.14	0.65	8.91%	-1.32%
1014	220	5.588	-132	-0.33528	4.68	32.24	0.22	0.15	0.66	9.34%	-1.32%
1062	230	5.842	-132	-0.33528	4.74	32.09	0.22	0.15	0.67	9.76%	-1.32%
1089	240	6.096	-134	-0.34036	4.71	31.94	0.22	0.15	0.66	10.19%	-1.34%
1149	250	6.35	-134	-0.34036	4.76	31.79	0.22	0.15	0.67	10.61%	-1.34%
1193	260	6.604	-135	-0.3429	4.76	31.64	0.23	0.15	0.67	11.04%	-1.35%
1241	270	6.858	-135	-0.3429	4.82	31.49	0.23	0.15	0.68	11.46%	-1.35%
1330	290	7.366	-138	-0.35052	4.76	31.18	0.23	0.15	0.67	12.31%	-1.38%
1373	300	7.62	-138	-0.35052	4.82	31.03	0.23	0.16	0.68	12.74%	-1.38%
1422	310	7.874	-140	-0.3556	4.78	30.88	0.23	0.15	0.67	13.16%	-1.40%
1466	320	8.128	-141	-0.35814	4.72	30.73	0.23	0.15	0.66	13.58%	-1.41%
1510	330	8.382	-142	-0.36068	4.74	30.58	0.23	0.16	0.67	14.01%	-1.42%
1554	340	8.636	-142	-0.36068	4.73	30.43	0.23	0.16	0.66	14.43%	-1.42%
1601	350	8.89	-143	-0.36322	4.73	30.28	0.24	0.16	0.66	14.86%	-1.43%
1648	360	9.144	-144	-0.36576	4.72	30.13	0.24	0.16	0.66	15.28%	-1.44%
1690	370	9.398	-145	-0.3683	4.76	29.98	0.24	0.16	0.67	15.71%	-1.45%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 11-abr-13

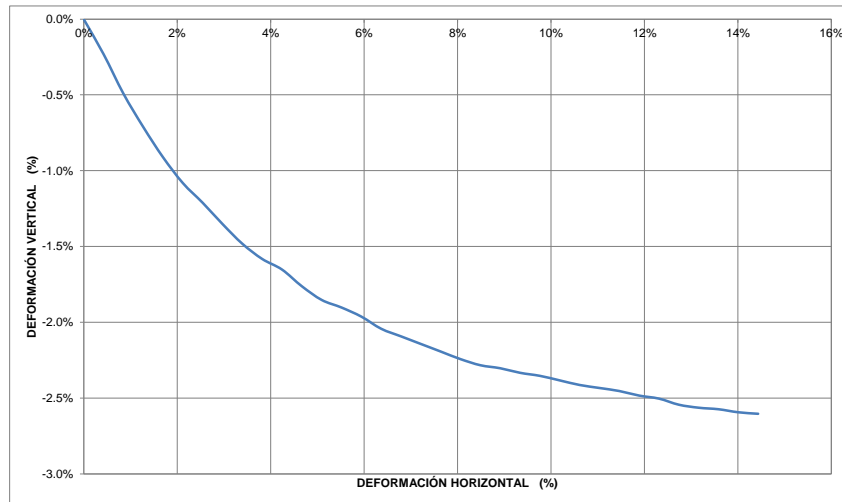
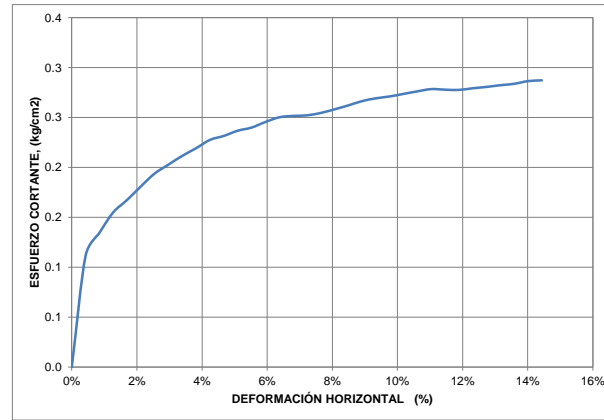
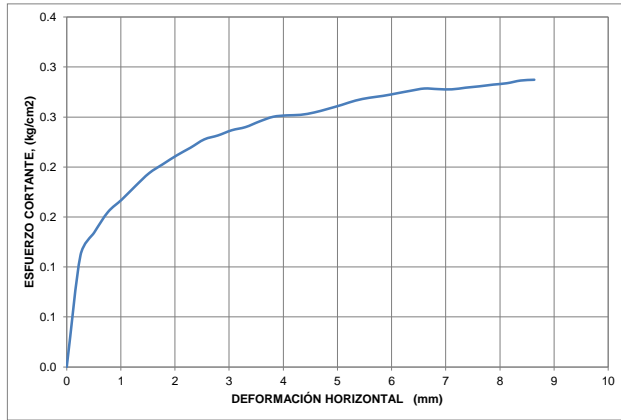
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	146.37
Carga Normal, P <sub>0</sub> (kg)	13.84
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	35
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.62
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.41
Relación de Vacíos, e	0.667298

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> )	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
57	10	0.254	-23	-0.05842	3.95	35.41	0.39	0.11	0.29	0.42%	-0.23%
106	20	0.508	-49	-0.12446	4.74	35.26	0.39	0.13	0.34	0.85%	-0.49%
156	30	0.762	-71	-0.18034	5.44	35.11	0.39	0.15	0.39	1.27%	-0.71%
199	40	1.016	-91	-0.23114	5.85	34.96	0.40	0.17	0.42	1.70%	-0.91%
244	50	1.27	-108	-0.27432	6.30	34.81	0.40	0.18	0.46	2.12%	-1.08%
293	60	1.524	-121	-0.30734	6.72	34.66	0.40	0.19	0.49	2.55%	-1.21%
339	70	1.778	-135	-0.3429	7.00	34.50	0.40	0.20	0.51	2.97%	-1.35%
382	80	2.032	-148	-0.37592	7.27	34.35	0.40	0.21	0.53	3.40%	-1.48%
426	90	2.286	-158	-0.40132	7.50	34.20	0.40	0.22	0.54	3.82%	-1.58%
476	100	2.54	-165	-0.4191	7.75	34.05	0.41	0.23	0.56	4.25%	-1.65%
521	110	2.794	-176	-0.44704	7.85	33.90	0.41	0.23	0.57	4.67%	-1.76%
567	120	3.048	-185	-0.4699	7.99	33.75	0.41	0.24	0.58	5.09%	-1.85%
607	130	3.302	-190	-0.4826	8.06	33.60	0.41	0.24	0.58	5.52%	-1.90%
655	140	3.556	-196	-0.49784	8.21	33.45	0.41	0.25	0.59	5.94%	-1.96%
700	150	3.81	-204	-0.51816	8.33	33.30	0.42	0.25	0.60	6.37%	-2.04%
742	160	4.064	-209	-0.53086	8.34	33.15	0.42	0.25	0.60	6.79%	-2.09%
786	170	4.318	-214	-0.54356	8.32	32.99	0.42	0.25	0.60	7.22%	-2.14%
836	180	4.572	-219	-0.55626	8.36	32.84	0.42	0.25	0.60	7.64%	-2.19%
880	190	4.826	-224	-0.56896	8.44	32.69	0.42	0.26	0.61	8.07%	-2.24%
923	200	5.08	-228	-0.57912	8.53	32.54	0.43	0.26	0.62	8.49%	-2.28%
968	210	5.334	-230	-0.5842	8.63	32.39	0.43	0.27	0.62	8.91%	-2.30%
1017	220	5.588	-233	-0.59182	8.68	32.24	0.43	0.27	0.63	9.34%	-2.33%
1060	230	5.842	-235	-0.5969	8.70	32.09	0.43	0.27	0.63	9.76%	-2.35%
1102	240	6.096	-238	-0.60452	8.74	31.94	0.43	0.27	0.63	10.19%	-2.38%
1147	250	6.35	-241	-0.61214	8.78	31.79	0.44	0.28	0.63	10.61%	-2.41%
1194	260	6.604	-243	-0.61722	8.81	31.64	0.44	0.28	0.64	11.04%	-2.43%
1238	270	6.858	-245	-0.6223	8.75	31.49	0.44	0.28	0.63	11.46%	-2.45%
1281	280	7.112	-248	-0.62992	8.70	31.33	0.44	0.28	0.63	11.89%	-2.48%
1326	290	7.366	-250	-0.635	8.71	31.18	0.44	0.28	0.63	12.31%	-2.50%
1373	300	7.62	-254	-0.64516	8.71	31.03	0.45	0.28	0.63	12.74%	-2.54%
1417	310	7.874	-256	-0.65024	8.72	30.88	0.45	0.28	0.63	13.16%	-2.56%
1460	320	8.128	-257	-0.65278	8.72	30.73	0.45	0.28	0.63	13.58%	-2.57%
1506	330	8.382	-259	-0.65786	8.76	30.58	0.45	0.29	0.63	14.01%	-2.59%
1552	340	8.636	-260	-0.6604	8.74	30.43	0.45	0.29	0.63	14.43%	-2.60%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 11-abr-13

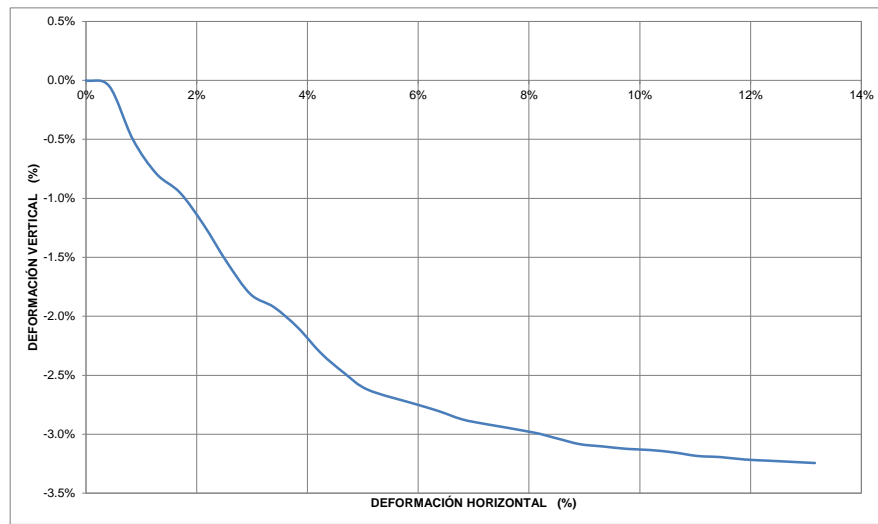
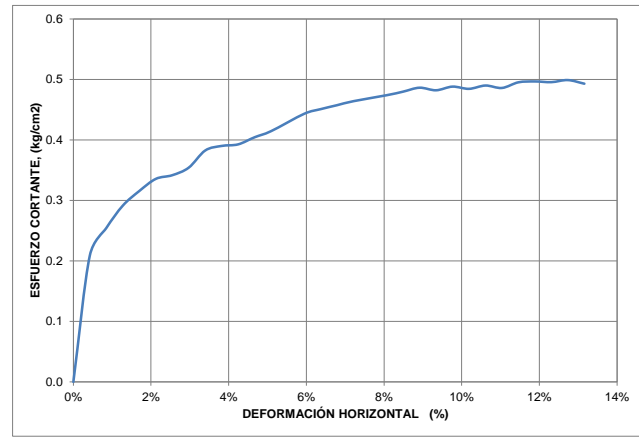
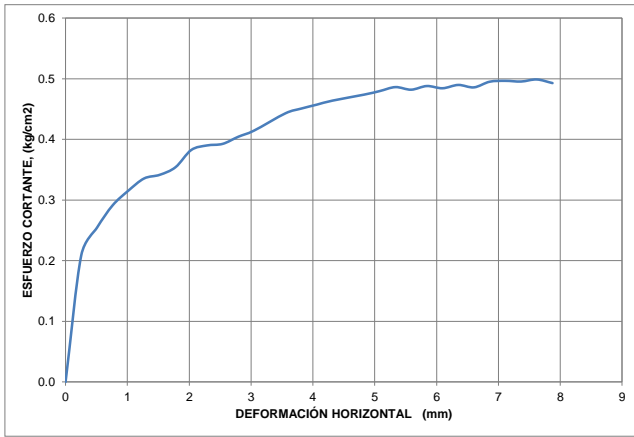
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	146.58
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.44
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.62
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.41
Relación de Vacíos, e	0.664909

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
74	10	0.254	-5	-0.0127	7.40	35.41	0.83	0.21	0.25	0.42%	-0.05%
127	20	0.508	-50	-0.127	8.97	35.26	0.83	0.25	0.30	0.85%	-0.50%
170	30	0.762	-79	-0.20066	10.23	35.11	0.84	0.29	0.35	1.27%	-0.79%
221	40	1.016	-95	-0.2413	11.03	34.96	0.84	0.32	0.37	1.70%	-0.95%
270	50	1.27	-122	-0.30988	11.68	34.81	0.85	0.34	0.40	2.12%	-1.22%
315	60	1.524	-154	-0.39116	11.84	34.66	0.85	0.34	0.40	2.55%	-1.54%
359	70	1.778	-181	-0.45974	12.22	34.50	0.85	0.35	0.42	2.97%	-1.81%
406	80	2.032	-192	-0.48768	13.14	34.35	0.86	0.38	0.45	3.40%	-1.92%
453	90	2.286	-209	-0.53086	13.34	34.20	0.86	0.39	0.45	3.82%	-2.09%
499	100	2.54	-231	-0.58674	13.37	34.05	0.86	0.39	0.45	4.25%	-2.31%
542	110	2.794	-248	-0.62992	13.71	33.90	0.87	0.40	0.47	4.67%	-2.48%
588	120	3.048	-262	-0.66548	13.99	33.75	0.87	0.41	0.48	5.09%	-2.62%
681	140	3.556	-274	-0.69596	14.82	33.45	0.88	0.44	0.50	5.94%	-2.74%
726	150	3.81	-280	-0.7112	15.01	33.30	0.88	0.45	0.51	6.37%	-2.80%
770	160	4.064	-287	-0.72898	15.16	33.15	0.89	0.46	0.51	6.79%	-2.87%
817	170	4.318	-291	-0.73914	15.31	32.99	0.89	0.46	0.52	7.22%	-2.91%
904	190	4.826	-298	-0.75692	15.49	32.69	0.90	0.47	0.53	8.07%	-2.98%
950	200	5.08	-303	-0.76962	15.61	32.54	0.90	0.48	0.53	8.49%	-3.03%
998	210	5.334	-308	-0.78232	15.75	32.39	0.91	0.49	0.54	8.91%	-3.08%
1041	220	5.588	-310	-0.7874	15.54	32.24	0.91	0.48	0.53	9.34%	-3.10%
1086	230	5.842	-312	-0.79248	15.66	32.09	0.92	0.49	0.53	9.76%	-3.12%
1133	240	6.096	-313	-0.79502	15.47	31.94	0.92	0.48	0.53	10.19%	-3.13%
1179	250	6.35	-315	-0.8001	15.57	31.79	0.93	0.49	0.53	10.61%	-3.15%
1222	260	6.604	-318	-0.80772	15.37	31.64	0.93	0.49	0.52	11.04%	-3.18%
1264	270	6.858	-319	-0.81026	15.59	31.49	0.94	0.50	0.53	11.46%	-3.19%
1311	280	7.112	-321	-0.81534	15.56	31.33	0.94	0.50	0.53	11.89%	-3.21%
1357	290	7.366	-322	-0.81788	15.45	31.18	0.94	0.50	0.52	12.31%	-3.22%
1401	300	7.62	-323	-0.82042	15.48	31.03	0.95	0.50	0.53	12.74%	-3.23%
1446	310	7.874	-324	-0.82296	15.22	30.88	0.95	0.49	0.52	13.16%	-3.24%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado al 50% con compactación intermedia y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 14-abr-13

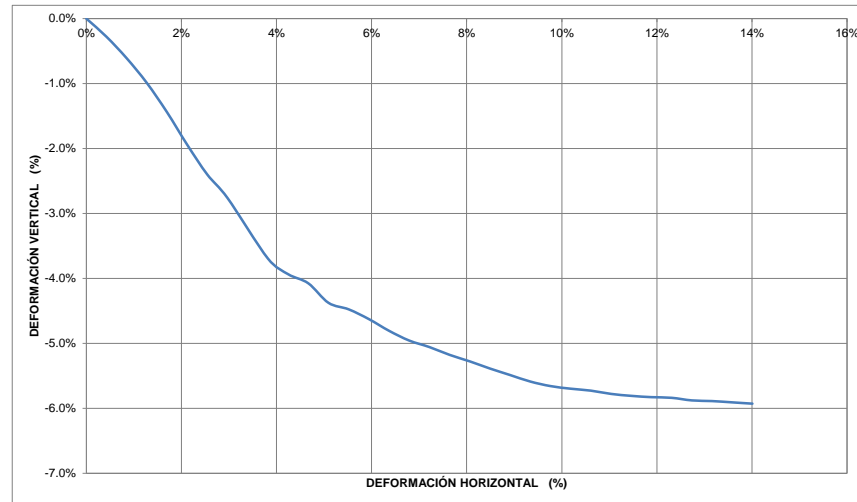
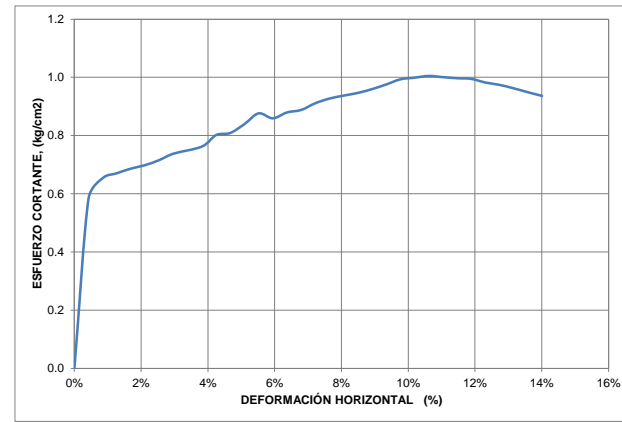
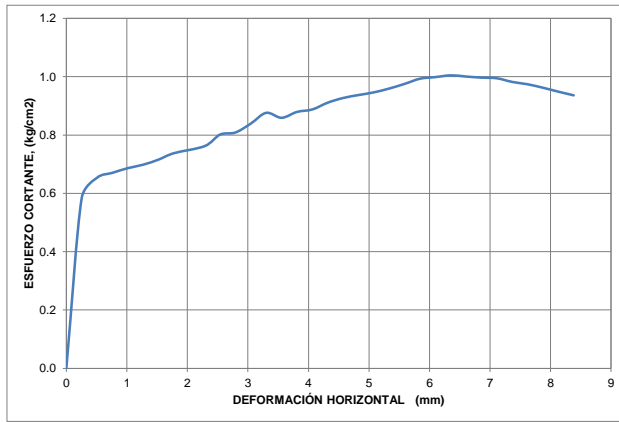
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	146.61
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	15%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.63
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.41
Relación de Vacíos, e	0.664568

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-4</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
87	10	0.254	-28	-0.07112	20.66	35.41	2.00	0.58	0.29	0.42%	-0.28%
135	20	0.508	-61	-0.15494	23.05	35.26	2.01	0.65	0.32	0.85%	-0.61%
183	30	0.762	-99	-0.25146	23.54	35.11	2.02	0.67	0.33	1.27%	-0.99%
229	40	1.016	-144	-0.36576	24.00	34.96	2.03	0.69	0.34	1.70%	-1.44%
273	50	1.27	-194	-0.49276	24.31	34.81	2.04	0.70	0.34	2.12%	-1.94%
318	60	1.524	-240	-0.6096	24.81	34.66	2.05	0.72	0.35	2.55%	-2.40%
365	70	1.778	-276	-0.70104	25.46	34.50	2.06	0.74	0.36	2.97%	-2.76%
457	90	2.286	-369	-0.93726	26.07	34.20	2.07	0.76	0.37	3.82%	-3.69%
501	100	2.54	-393	-0.99822	27.30	34.05	2.08	0.80	0.38	4.25%	-3.94%
540	110	2.794	-407	-1.03378	27.42	33.90	2.09	0.81	0.39	4.67%	-4.08%
593	120	3.048	-437	-1.10998	28.33	33.75	2.10	0.84	0.40	5.09%	-4.38%
639	130	3.302	-447	-1.13538	29.44	33.60	2.11	0.88	0.41	5.52%	-4.48%
682	140	3.556	-462	-1.17348	28.74	33.45	2.12	0.86	0.41	5.94%	-4.63%
729	150	3.81	-480	-1.2192	29.28	33.30	2.13	0.88	0.41	6.37%	-4.81%
775	160	4.064	-495	-1.2573	29.43	33.15	2.14	0.89	0.41	6.79%	-4.96%
820	170	4.318	-505	-1.2827	30.06	32.99	2.15	0.91	0.42	7.22%	-5.06%
865	180	4.572	-517	-1.31318	30.45	32.84	2.16	0.93	0.43	7.64%	-5.18%
913	190	4.826	-527	-1.33858	30.64	32.69	2.17	0.94	0.43	8.07%	-5.28%
958	200	5.08	-538	-1.36652	30.80	32.54	2.18	0.95	0.43	8.49%	-5.39%
1002	210	5.334	-548	-1.39192	31.08	32.39	2.19	0.96	0.44	8.91%	-5.49%
1047	220	5.588	-558	-1.41732	31.45	32.24	2.20	0.98	0.44	9.34%	-5.59%
1095	230	5.842	-565	-1.4351	31.87	32.09	2.21	0.99	0.45	9.76%	-5.66%
1140	240	6.096	-569	-1.44526	31.90	31.94	2.22	1.00	0.45	10.19%	-5.70%
1184	250	6.35	-572	-1.45288	31.94	31.79	2.23	1.00	0.45	10.61%	-5.73%
1228	260	6.604	-577	-1.46558	31.66	31.64	2.24	1.00	0.45	11.04%	-5.78%
1274	270	6.858	-580	-1.4732	31.39	31.49	2.25	1.00	0.44	11.46%	-5.81%
1320	280	7.112	-582	-1.47828	31.17	31.33	2.26	0.99	0.44	11.89%	-5.83%
1364	290	7.366	-583	-1.48082	30.63	31.18	2.28	0.98	0.43	12.31%	-5.84%
1408	300	7.62	-587	-1.49098	30.23	31.03	2.29	0.97	0.43	12.74%	-5.88%
1453	310	7.874	-588	-1.49352	29.72	30.88	2.30	0.96	0.42	13.16%	-5.89%
1497	320	8.128	-590	-1.4986	29.16	30.73	2.31	0.95	0.41	13.58%	-5.91%
1541	330	8.382	-592	-1.50368	28.63	30.58	2.32	0.94	0.40	14.01%	-5.93%



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

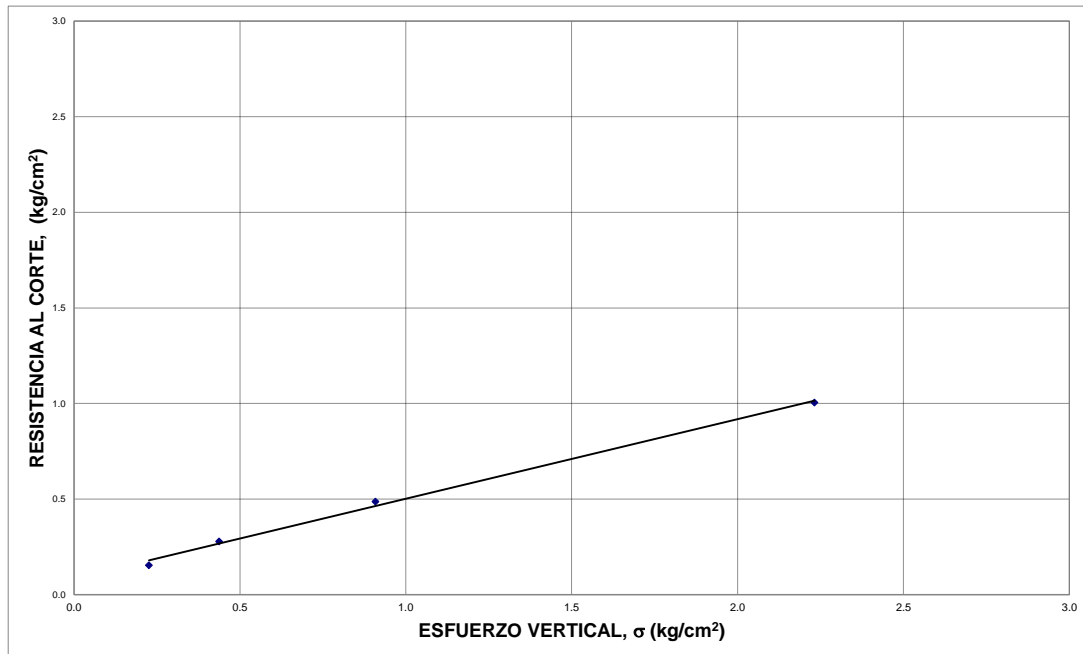
VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN:

Envolvente de resistencia máxima de S50-C100  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 14-abr-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $\phi'$  22.6 °

COHESIÓN,  $C'$  0.085 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	4.82	0.11	0.23	0.15
B	8.81	0.11	0.44	0.28
C	15.75	0.09	0.91	0.49
D	31.94	0.11	2.23	1.00

Regresión	Pendiente
0.416356303	0.4163563
0.084681861	0.3945266 ATAN
	22.604711 22.6047113



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con densidad suelta y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 14-abr-13

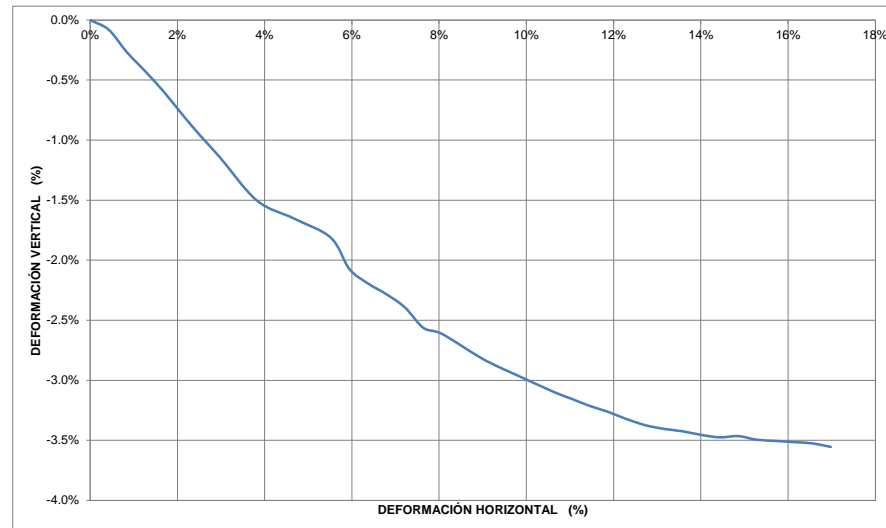
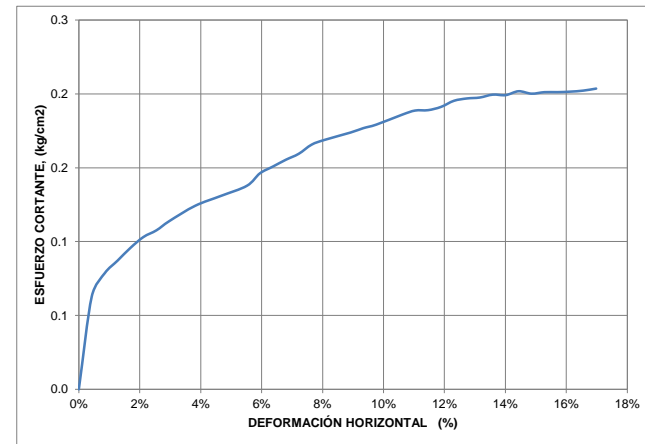
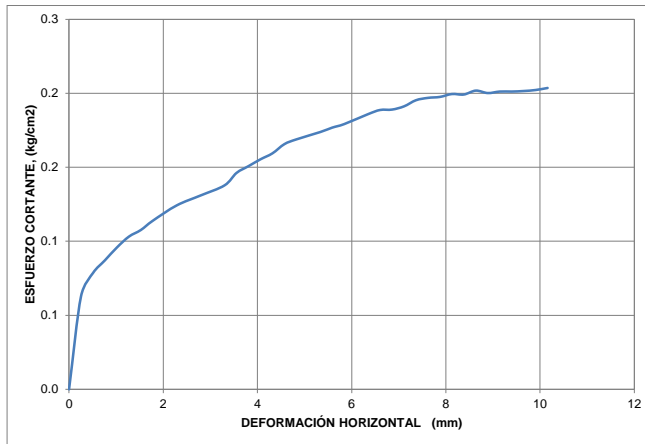
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	149.51
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	43%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.66
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Relación de Vacíos, e	1.029706

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
62	10	0.254	-8	-0.02032	2.23	35.41	0.20	0.06	0.31	0.42%	-0.08%
104	20	0.508	-27	-0.06858	2.77	35.26	0.20	0.08	0.39	0.85%	-0.27%
148	30	0.762	-43	-0.10922	3.06	35.11	0.20	0.09	0.43	1.27%	-0.43%
196	40	1.016	-60	-0.1524	3.35	34.96	0.20	0.10	0.47	1.70%	-0.60%
239	50	1.27	-79	-0.20066	3.59	34.81	0.20	0.10	0.50	2.12%	-0.79%
285	60	1.524	-97	-0.24638	3.73	34.66	0.21	0.11	0.52	2.55%	-0.97%
329	70	1.778	-114	-0.28956	3.93	34.50	0.21	0.11	0.55	2.97%	-1.14%
422	90	2.286	-150	-0.381	4.25	34.20	0.21	0.12	0.60	3.82%	-1.50%
467	110	2.794	-165	-0.4191	4.44	33.90	0.21	0.13	0.62	4.67%	-1.65%
512	130	3.302	-181	-0.45974	4.63	33.60	0.21	0.14	0.65	5.52%	-1.81%
601	140	3.556	-207	-0.52578	4.89	33.45	0.21	0.15	0.69	5.94%	-2.07%
645	150	3.81	-219	-0.55626	5.02	33.30	0.21	0.15	0.71	6.37%	-2.19%
690	160	4.064	-228	-0.57912	5.15	33.15	0.21	0.16	0.72	6.79%	-2.28%
738	170	4.318	-239	-0.60706	5.26	32.99	0.22	0.16	0.74	7.22%	-2.39%
827	180	4.572	-256	-0.65024	5.44	32.84	0.22	0.17	0.76	7.64%	-2.56%
872	190	4.826	-261	-0.66294	5.52	32.69	0.22	0.17	0.78	8.07%	-2.61%
963	210	5.334	-280	-0.7112	5.63	32.39	0.22	0.17	0.79	8.91%	-2.80%
1007	220	5.588	-288	-0.73152	5.70	32.24	0.22	0.18	0.80	9.34%	-2.88%
1051	230	5.842	-295	-0.7493	5.75	32.09	0.22	0.18	0.81	9.76%	-2.95%
1140	250	6.35	-309	-0.78486	5.91	31.79	0.22	0.19	0.83	10.61%	-3.09%
1185	260	6.604	-315	-0.8001	5.97	31.64	0.23	0.19	0.84	11.04%	-3.15%
1241	270	6.858	-321	-0.81534	5.95	31.49	0.23	0.19	0.84	11.46%	-3.21%
1277	280	7.112	-326	-0.82804	5.99	31.33	0.23	0.19	0.84	11.89%	-3.26%
1323	290	7.366	-332	-0.84328	6.09	31.18	0.23	0.20	0.86	12.31%	-3.32%
1367	300	7.62	-337	-0.85598	6.11	31.03	0.23	0.20	0.86	12.74%	-3.37%
1414	310	7.874	-340	-0.8636	6.10	30.88	0.23	0.20	0.86	13.16%	-3.40%
1457	320	8.128	-342	-0.86868	6.13	30.73	0.23	0.20	0.86	13.58%	-3.42%
1501	330	8.382	-345	-0.8763	6.09	30.58	0.23	0.20	0.86	14.01%	-3.45%
1545	340	8.636	-347	-0.88138	6.14	30.43	0.23	0.20	0.86	14.43%	-3.47%
1590	350	8.89	-346	-0.87884	6.06	30.28	0.24	0.20	0.85	14.86%	-3.46%
1634	360	9.144	-349	-0.88646	6.06	30.13	0.24	0.20	0.85	15.28%	-3.49%
1680	370	9.398	-350	-0.889	6.03	29.98	0.24	0.20	0.85	15.71%	-3.50%
1725	380	9.652	-351	-0.89154	6.01	29.82	0.24	0.20	0.84	16.13%	-3.51%
1773	390	9.906	-352	-0.89408	6	29.67	0.24	0.20	0.84	16.56%	-3.52%
1818	400	10.16	-355	-0.9017	6.01	29.52	0.24	0.20	0.84	16.98%	-3.55%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con densidad suelta y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 15-abr-13

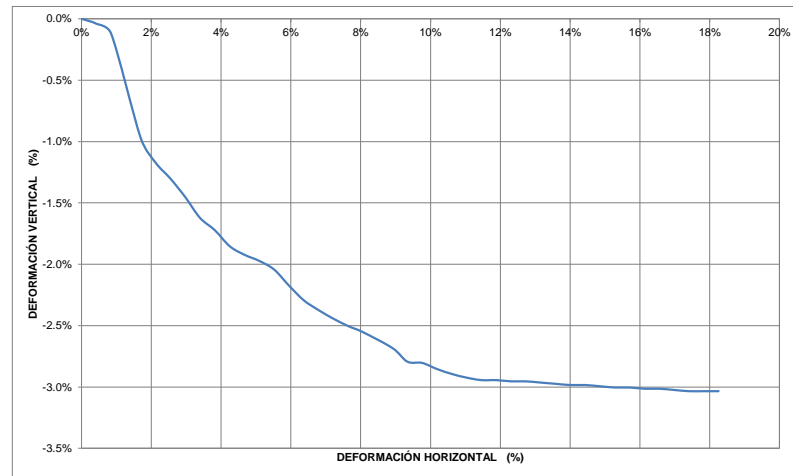
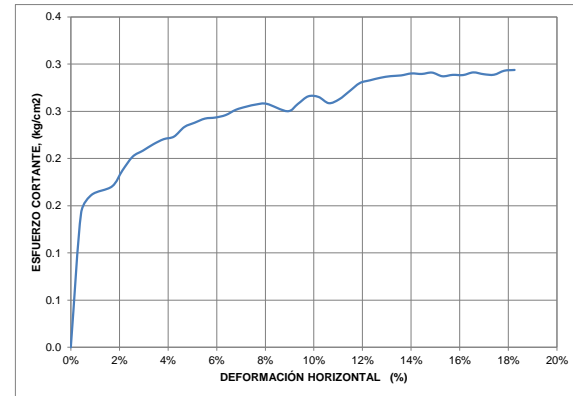
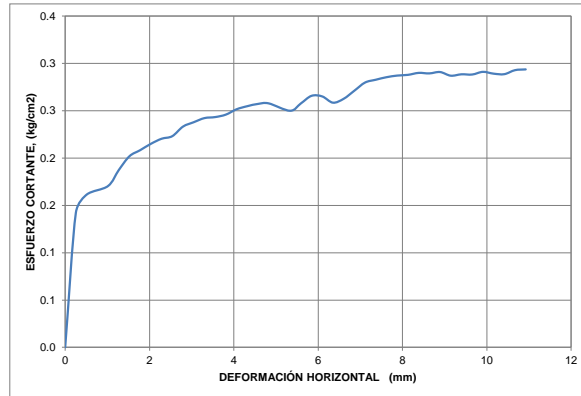
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	151.91
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	43%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	35
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.68
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.18
Relación de Vacíos, e	0.9976392

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> )	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> )	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
83	10	0.254	-4	-0.01016	5.04	35.41	0.39	0.14	0.36	0.42%	-0.04%
129	20	0.508	-12	-0.03048	5.69	35.26	0.39	0.16	0.41	0.85%	-0.12%
216	40	1.016	-97	-0.24638	5.96	34.96	0.40	0.17	0.43	1.70%	-0.97%
262	50	1.27	-117	-0.29718	6.52	34.81	0.40	0.19	0.47	2.12%	-1.17%
309	60	1.524	-130	-0.3302	7.00	34.66	0.40	0.20	0.51	2.55%	-1.30%
357	70	1.778	-145	-0.3683	7.19	34.50	0.40	0.21	0.52	2.97%	-1.45%
402	80	2.032	-162	-0.41148	7.39	34.35	0.40	0.22	0.53	3.40%	-1.62%
449	90	2.286	-172	-0.43688	7.54	34.20	0.40	0.22	0.55	3.82%	-1.72%
496	100	2.54	-185	-0.4699	7.60	34.05	0.41	0.22	0.55	4.25%	-1.85%
542	110	2.794	-192	-0.48768	7.91	33.90	0.41	0.23	0.57	4.67%	-1.92%
584	120	3.048	-197	-0.50038	8.03	33.75	0.41	0.24	0.58	5.09%	-1.97%
629	130	3.302	-204	-0.51816	8.14	33.60	0.41	0.24	0.59	5.52%	-2.04%
673	140	3.556	-217	-0.55118	8.14	33.45	0.41	0.24	0.59	5.94%	-2.17%
718	150	3.81	-229	-0.58166	8.19	33.30	0.42	0.25	0.59	6.37%	-2.29%
763	160	4.064	-237	-0.60198	8.34	33.15	0.42	0.25	0.60	6.79%	-2.37%
809	170	4.318	-244	-0.61976	8.41	32.99	0.42	0.25	0.61	7.22%	-2.44%
854	180	4.572	-250	-0.635	8.45	32.84	0.42	0.26	0.61	7.64%	-2.50%
900	190	4.826	-255	-0.6477	8.43	32.69	0.42	0.26	0.61	8.07%	-2.55%
989	210	5.334	-268	-0.68072	8.10	32.39	0.43	0.25	0.59	8.91%	-2.68%
1033	220	5.588	-279	-0.70866	8.31	32.24	0.43	0.26	0.60	9.34%	-2.79%
1078	230	5.842	-280	-0.7112	8.53	32.09	0.43	0.27	0.62	9.76%	-2.80%
1123	240	6.096	-285	-0.7239	8.47	31.94	0.43	0.27	0.61	10.19%	-2.85%
1167	250	6.35	-289	-0.73406	8.22	31.79	0.44	0.26	0.59	10.61%	-2.89%
1211	260	6.604	-292	-0.74168	8.31	31.64	0.44	0.26	0.60	11.04%	-2.92%
1258	270	6.858	-294	-0.74676	8.54	31.49	0.44	0.27	0.62	11.46%	-2.94%
1303	280	7.112	-294	-0.74676	8.77	31.33	0.44	0.28	0.63	11.89%	-2.94%
1350	290	7.366	-295	-0.7493	8.82	31.18	0.44	0.28	0.64	12.31%	-2.95%
1395	300	7.62	-295	-0.7493	8.86	31.03	0.45	0.29	0.64	12.74%	-2.95%
1441	310	7.874	-296	-0.75184	8.87	30.88	0.45	0.29	0.64	13.16%	-2.96%
1483	320	8.128	-297	-0.75438	8.85	30.73	0.45	0.29	0.64	13.58%	-2.97%
1528	330	8.382	-298	-0.75692	8.87	30.58	0.45	0.29	0.64	14.01%	-2.98%
1571	340	8.636	-298	-0.75692	8.81	30.43	0.45	0.29	0.64	14.43%	-2.98%
1616	350	8.89	-299	-0.75946	8.81	30.28	0.46	0.29	0.64	14.86%	-2.99%
1660	360	9.144	-300	-0.762	8.65	30.13	0.46	0.29	0.63	15.28%	-3.00%
1706	370	9.398	-300	-0.762	8.65	29.98	0.46	0.29	0.63	15.71%	-3.00%
1753	380	9.652	-301	-0.76454	8.60	29.82	0.46	0.29	0.62	16.13%	-3.01%
1799	390	9.906	-301	-0.76454	8.64	29.67	0.47	0.29	0.62	16.56%	-3.01%
1846	400	10.16	-302	-0.76708	8.54	29.52	0.47	0.29	0.62	16.98%	-3.02%
1890	410	10.414	-303	-0.76962	8.48	29.37	0.47	0.29	0.61	17.41%	-3.03%
1932	420	10.668	-303	-0.76962	8.56	29.22	0.47	0.29	0.62	17.83%	-3.03%
1974	430	10.922	-303	-0.76962	8.54	29.07	0.48	0.29	0.62	18.25%	-3.03%



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Material Saturado con densidad suelta y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 15-abr-13

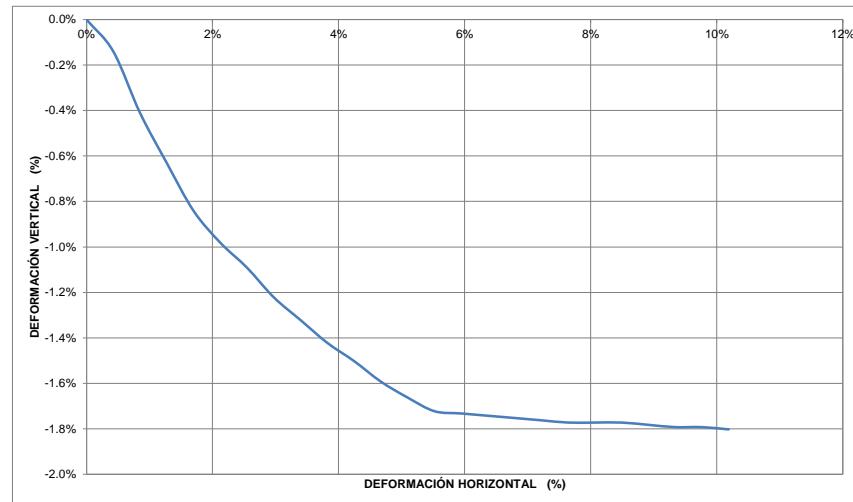
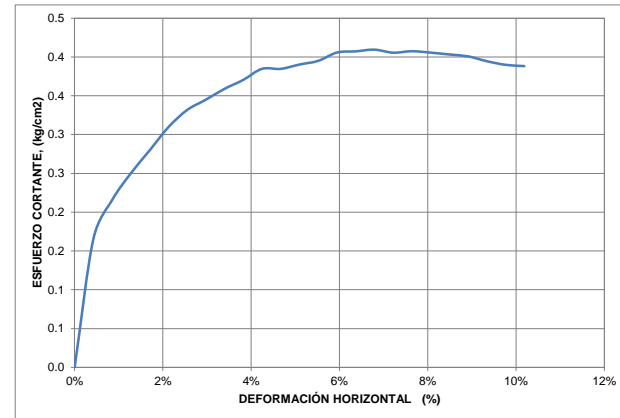
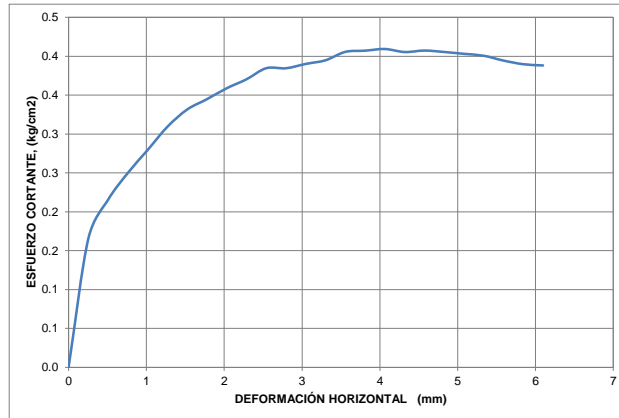
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	149.01
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.44
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	43%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.65
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Relación de Vacíos, e	1.036517

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
60	10	0.254	-14	-0.03556	5.86	35.41	0.83	0.17	0.20	0.42%	-0.14%
111	20	0.508	-41	-0.10414	7.60	35.26	0.83	0.22	0.26	0.85%	-0.41%
159	30	0.762	-63	-0.16002	8.78	35.11	0.84	0.25	0.30	1.27%	-0.63%
208	40	1.016	-84	-0.21336	9.77	34.96	0.84	0.28	0.33	1.70%	-0.84%
255	50	1.27	-98	-0.24892	10.77	34.81	0.85	0.31	0.37	2.12%	-0.98%
309	60	1.524	-109	-0.27686	11.49	34.66	0.85	0.33	0.39	2.55%	-1.09%
328	70	1.778	-122	-0.30988	11.90	34.50	0.85	0.34	0.40	2.97%	-1.22%
395	80	2.032	-132	-0.33528	12.33	34.35	0.86	0.36	0.42	3.40%	-1.32%
439	90	2.286	-142	-0.36068	12.67	34.20	0.86	0.37	0.43	3.82%	-1.42%
484	100	2.54	-150	-0.381	13.10	34.05	0.86	0.38	0.44	4.25%	-1.50%
526	110	2.794	-159	-0.40386	13.04	33.90	0.87	0.38	0.44	4.67%	-1.59%
572	120	3.048	-166	-0.42164	13.17	33.75	0.87	0.39	0.45	5.09%	-1.66%
618	130	3.302	-172	-0.43688	13.27	33.60	0.88	0.39	0.45	5.52%	-1.72%
665	140	3.556	-173	-0.43942	13.57	33.45	0.88	0.41	0.46	5.94%	-1.73%
709	150	3.81	-174	-0.44196	13.56	33.30	0.88	0.41	0.46	6.37%	-1.74%
754	160	4.064	-175	-0.4445	13.57	33.15	0.89	0.41	0.46	6.79%	-1.75%
799	170	4.318	-176	-0.44704	13.38	32.99	0.89	0.41	0.45	7.22%	-1.76%
845	180	4.572	-177	-0.44958	13.38	32.84	0.90	0.41	0.45	7.64%	-1.77%
888	190	4.826	-177	-0.44958	13.26	32.69	0.90	0.41	0.45	8.07%	-1.77%
933	200	5.08	-177	-0.44958	13.12	32.54	0.90	0.40	0.45	8.49%	-1.77%
976	210	5.334	-178	-0.45212	12.98	32.39	0.91	0.40	0.44	8.91%	-1.78%
1022	220	5.588	-179	-0.45466	12.72	32.24	0.91	0.39	0.43	9.34%	-1.79%
1067	230	5.842	-179	-0.45466	12.51	32.09	0.92	0.39	0.42	9.76%	-1.79%
1112	240	6.096	-180	-0.4572	12.40	31.94	0.92	0.39	0.42	10.19%	-1.80%



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Material Saturado con densidad suelta y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 16-abr-13

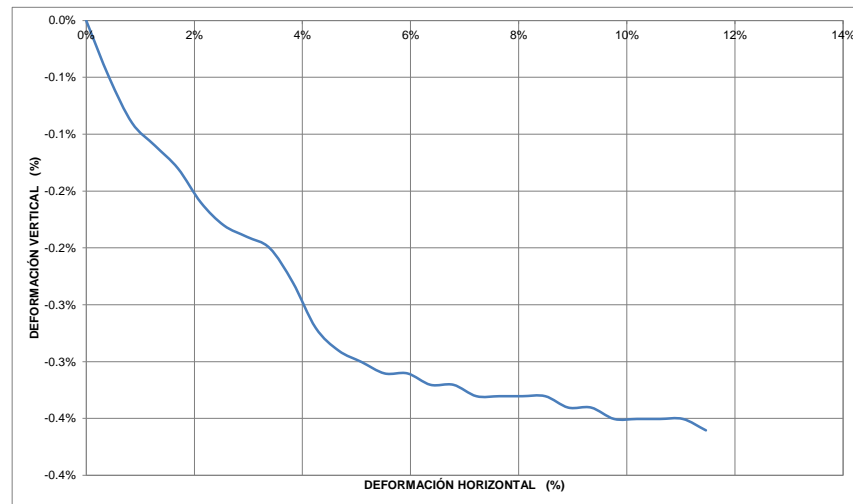
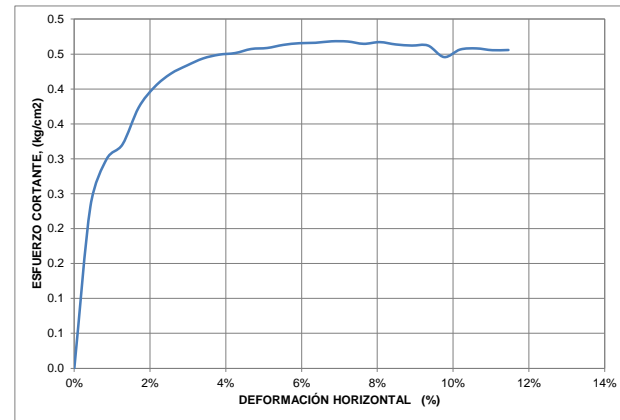
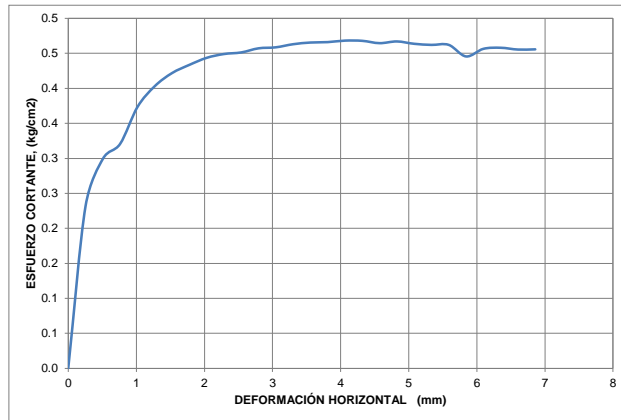
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	149.21
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	43%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.65
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.16
Relación de Vacíos, e	1.033787

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
84	10	0.254	-5	-0.0127	8.20	35.41	2.00	0.23	0.12	0.42%	-0.05%
126	20	0.508	-9	-0.02286	10.55	35.26	2.01	0.30	0.15	0.85%	-0.09%
170	30	0.762	-11	-0.02794	11.26	35.11	2.02	0.32	0.16	1.27%	-0.11%
217	40	1.016	-13	-0.03302	13.05	34.96	2.03	0.37	0.18	1.70%	-0.13%
266	50	1.27	-16	-0.04064	14.03	34.81	2.04	0.40	0.20	2.12%	-0.16%
313	60	1.524	-18	-0.04572	14.62	34.66	2.05	0.42	0.21	2.55%	-0.18%
358	70	1.778	-19	-0.04826	14.96	34.50	2.06	0.43	0.21	2.97%	-0.19%
403	80	2.032	-20	-0.0508	15.24	34.35	2.07	0.44	0.21	3.40%	-0.20%
453	90	2.286	-23	-0.05842	15.36	34.20	2.07	0.45	0.22	3.82%	-0.23%
499	100	2.54	-27	-0.06858	15.37	34.05	2.08	0.45	0.22	4.25%	-0.27%
540	110	2.794	-29	-0.07366	15.50	33.90	2.09	0.46	0.22	4.67%	-0.29%
586	120	3.048	-30	-0.0762	15.48	33.75	2.10	0.46	0.22	5.09%	-0.30%
634	130	3.302	-31	-0.07874	15.56	33.60	2.11	0.46	0.22	5.52%	-0.31%
679	140	3.556	-31	-0.07874	15.57	33.45	2.12	0.47	0.22	5.94%	-0.31%
722	150	3.81	-32	-0.08128	15.52	33.30	2.13	0.47	0.22	6.37%	-0.32%
768	160	4.064	-32	-0.08128	15.52	33.15	2.14	0.47	0.22	6.79%	-0.32%
816	170	4.318	-33	-0.08382	15.44	32.99	2.15	0.47	0.22	7.22%	-0.33%
861	180	4.572	-33	-0.08382	15.26	32.84	2.16	0.46	0.22	7.64%	-0.33%
907	190	4.826	-33	-0.08382	15.27	32.69	2.17	0.47	0.22	8.07%	-0.33%
950	200	5.08	-33	-0.08382	15.09	32.54	2.18	0.46	0.21	8.49%	-0.33%
996	210	5.334	-34	-0.08636	14.97	32.39	2.19	0.46	0.21	8.91%	-0.34%
1042	220	5.588	-34	-0.08636	14.90	32.24	2.20	0.46	0.21	9.34%	-0.34%
1131	230	5.842	-35	-0.0889	14.30	32.09	2.21	0.45	0.20	9.76%	-0.35%
1179	240	6.096	-35	-0.0889	14.58	31.94	2.22	0.46	0.21	10.19%	-0.35%
1224	250	6.35	-35	-0.0889	14.56	31.79	2.23	0.46	0.21	10.61%	-0.35%
1267	260	6.604	-35	-0.0889	14.41	31.64	2.24	0.46	0.20	11.04%	-0.35%
1314	270	6.858	-36	-0.09144	14.35	31.49	2.25	0.46	0.20	11.46%	-0.36%





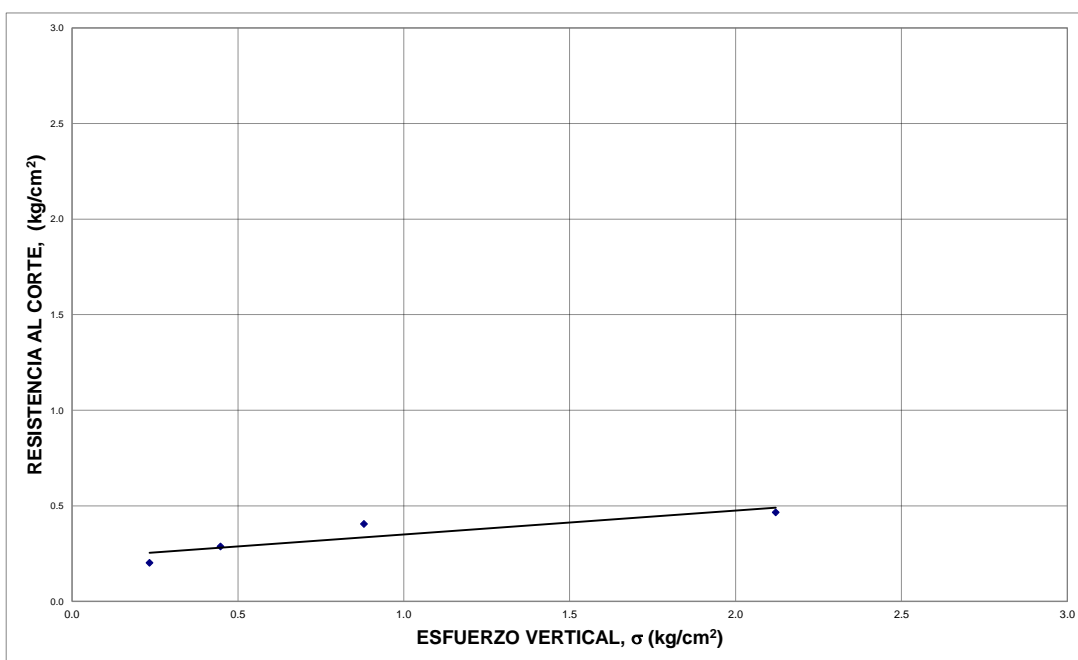
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Envolvente de resistencia máxima de S100-DS  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 16-abr-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $\phi'$  7.1 °

COHESIÓN ,  $C'$  0.225 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	6.14	0.14	0.23	0.20
B	8.87	0.13	0.45	0.29
C	13.57	0.06	0.88	0.41
D	15.57	0.06	2.12	0.47

Regresión	Pendiente
0.125306858	0.1253069
0.224675322	0.1246571 ATAN
	7.1423269 7.14232688

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

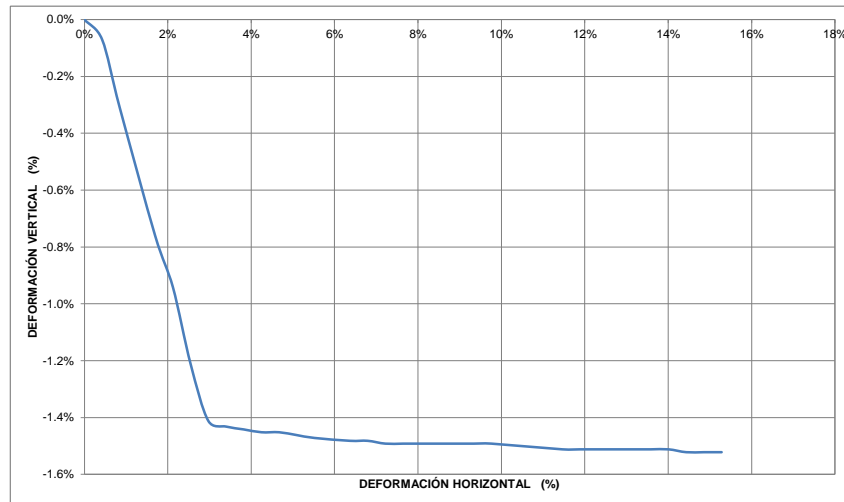
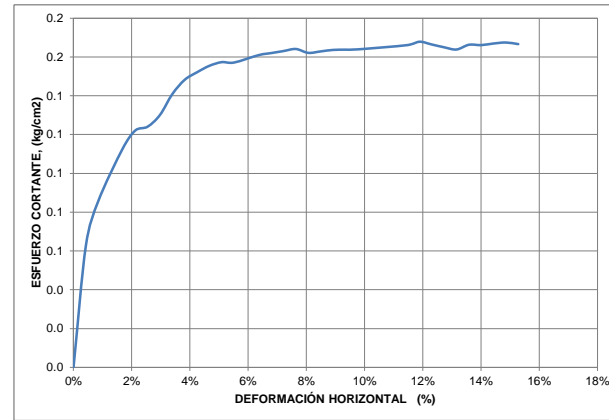
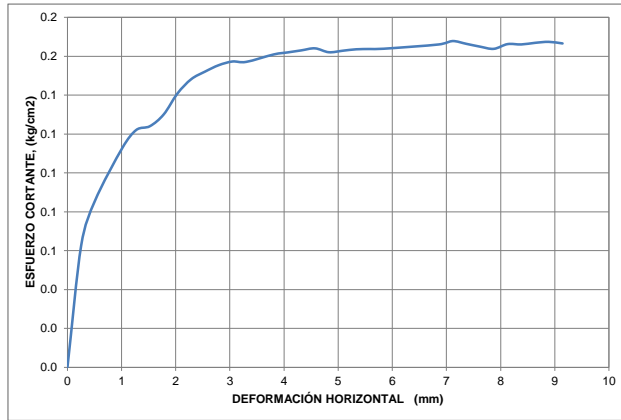
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	155.01
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	35%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.72
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.27
Relación de Vacíos, e	0.848168

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
76	10	0.254	-7	-0.01778	2.22	35.41	0.20	0.06	0.31	0.42%	-0.07%
116	20	0.508	-31	-0.07874	3.02	35.26	0.20	0.09	0.42	0.85%	-0.31%
207	40	1.016	-76	-0.19304	3.95	34.96	0.20	0.11	0.55	1.70%	-0.76%
255	50	1.27	-94	-0.23876	4.25	34.81	0.20	0.12	0.60	2.12%	-0.94%
300	60	1.524	-121	-0.30734	4.30	34.66	0.21	0.12	0.60	2.55%	-1.21%
346	70	1.778	-141	-0.35814	4.49	34.50	0.21	0.13	0.63	2.97%	-1.41%
403	80	2.032	-143	-0.36322	4.84	34.35	0.21	0.14	0.68	3.40%	-1.43%
444	90	2.286	-144	-0.36576	5.07	34.20	0.21	0.15	0.71	3.82%	-1.44%
490	100	2.54	-145	-0.3683	5.18	34.05	0.21	0.15	0.73	4.25%	-1.45%
535	110	2.794	-145	-0.3683	5.27	33.90	0.21	0.16	0.74	4.67%	-1.45%
581	120	3.048	-146	-0.37084	5.31	33.75	0.21	0.16	0.75	5.09%	-1.46%
626	130	3.302	-147	-0.37338	5.28	33.60	0.21	0.16	0.74	5.52%	-1.47%
713	150	3.81	-148	-0.37592	5.36	33.30	0.21	0.16	0.75	6.37%	-1.48%
762	160	4.064	-148	-0.37592	5.37	33.15	0.21	0.16	0.75	6.79%	-1.48%
806	170	4.318	-149	-0.37846	5.38	32.99	0.22	0.16	0.76	7.22%	-1.49%
851	180	4.572	-149	-0.37846	5.39	32.84	0.22	0.16	0.76	7.64%	-1.49%
894	190	4.826	-149	-0.37846	5.30	32.69	0.22	0.16	0.74	8.07%	-1.49%
944	200	5.08	-149	-0.37846	5.30	32.54	0.22	0.16	0.74	8.49%	-1.49%
987	210	5.334	-149	-0.37846	5.30	32.39	0.22	0.16	0.74	8.91%	-1.49%
1030	220	5.588	-149	-0.37846	5.28	32.24	0.22	0.16	0.74	9.34%	-1.49%
1073	230	5.842	-149	-0.37846	5.26	32.09	0.22	0.16	0.74	9.76%	-1.49%
1254	270	6.858	-151	-0.38354	5.23	31.49	0.23	0.17	0.73	11.46%	-1.51%
1304	280	7.112	-151	-0.38354	5.26	31.33	0.23	0.17	0.74	11.89%	-1.51%
1348	290	7.366	-151	-0.38354	5.19	31.18	0.23	0.17	0.73	12.31%	-1.51%
1393	300	7.62	-151	-0.38354	5.12	31.03	0.23	0.16	0.72	12.74%	-1.51%
1437	310	7.874	-151	-0.38354	5.06	30.88	0.23	0.16	0.71	13.16%	-1.51%
1484	320	8.128	-151	-0.38354	5.11	30.73	0.23	0.17	0.72	13.58%	-1.51%
1526	330	8.382	-151	-0.38354	5.08	30.58	0.23	0.17	0.71	14.01%	-1.51%
1568	340	8.636	-152	-0.38608	5.08	30.43	0.23	0.17	0.71	14.43%	-1.52%
1660	350	8.89	-152	-0.38608	5.07	30.28	0.24	0.17	0.71	14.86%	-1.52%
1705	360	9.144	-152	-0.38608	5.02	30.13	0.24	0.17	0.71	15.28%	-1.52%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad intermedia y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

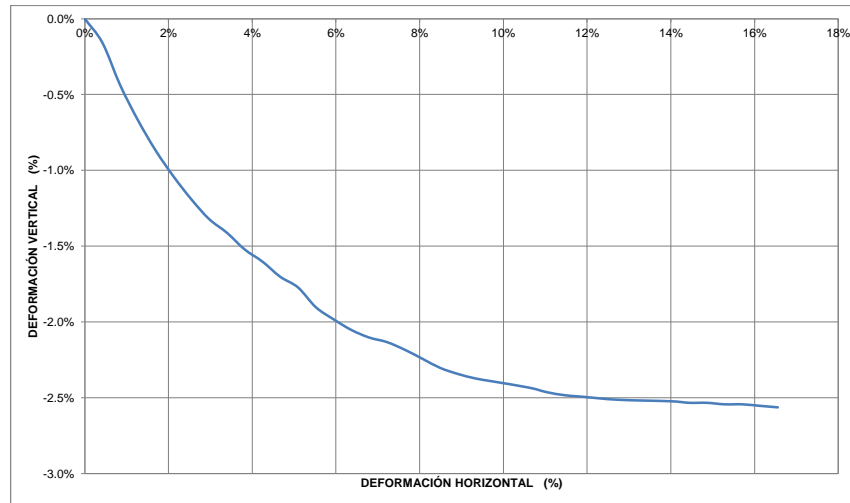
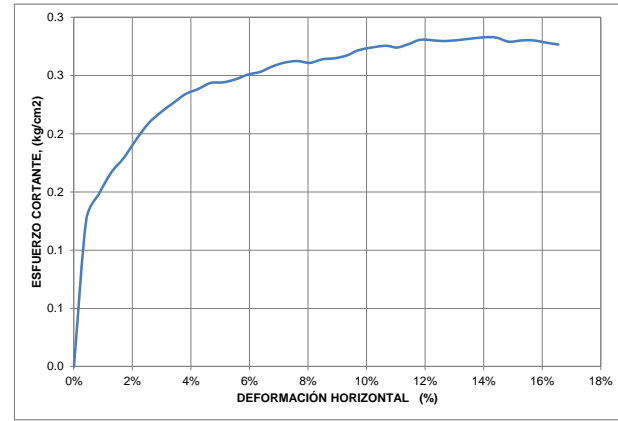
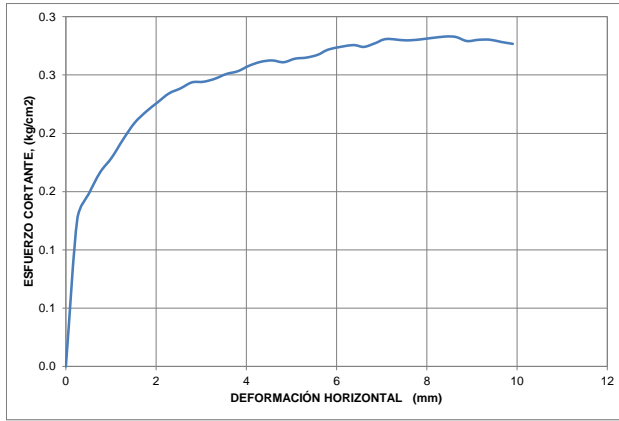
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35,56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90,21
Peso del Suelo, W (g)	155,01
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.83
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	35%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	35
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.72
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.27
Relación de Vacíos, e	0,848168

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35,56	0,39	0,00	0,00	0,00%	0,00%
54	10	0,254	-16	-0,04064	4,48	35,41	0,39	0,13	0,32	0,42%	-0,16%
99	20	0,508	-44	-0,11176	5,22	35,26	0,39	0,15	0,38	0,85%	-0,44%
149	30	0,762	-67	-0,17018	5,85	35,11	0,39	0,17	0,42	1,27%	-0,67%
195	40	1,016	-87	-0,22098	6,26	34,96	0,40	0,18	0,45	1,70%	-0,87%
241	50	1,27	-104	-0,26416	6,78	34,81	0,40	0,19	0,49	2,12%	-1,04%
289	60	1,524	-119	-0,30226	7,24	34,66	0,40	0,21	0,52	2,55%	-1,19%
338	70	1,778	-132	-0,33528	7,54	34,50	0,40	0,22	0,55	2,97%	-1,32%
384	80	2,032	-141	-0,35814	7,78	34,35	0,40	0,23	0,56	3,40%	-1,41%
429	90	2,286	-152	-0,38608	8,01	34,20	0,40	0,23	0,58	3,82%	-1,52%
474	100	2,54	-160	-0,4064	8,12	34,05	0,41	0,24	0,59	4,25%	-1,60%
525	110	2,794	-170	-0,4318	8,26	33,90	0,41	0,24	0,60	4,67%	-1,70%
568	120	3,048	-177	-0,44958	8,24	33,75	0,41	0,24	0,60	5,09%	-1,77%
610	130	3,302	-190	-0,4826	8,29	33,60	0,41	0,25	0,60	5,52%	-1,90%
653	140	3,556	-198	-0,50292	8,39	33,45	0,41	0,25	0,61	5,94%	-1,98%
701	150	3,81	-205	-0,5207	8,43	33,30	0,42	0,25	0,61	6,37%	-2,05%
746	160	4,064	-210	-0,5334	8,55	33,15	0,42	0,26	0,62	6,79%	-2,10%
789	170	4,318	-213	-0,54102	8,62	32,99	0,42	0,26	0,62	7,22%	-2,13%
837	180	4,572	-218	-0,55372	8,62	32,84	0,42	0,26	0,62	7,64%	-2,18%
884	190	4,826	-224	-0,56896	8,53	32,69	0,42	0,26	0,62	8,07%	-2,24%
927	200	5,08	-230	-0,5842	8,59	32,54	0,43	0,26	0,62	8,49%	-2,30%
972	210	5,334	-234	-0,59436	8,58	32,39	0,43	0,26	0,62	8,91%	-2,34%
1017	220	5,588	-237	-0,60198	8,62	32,24	0,43	0,27	0,62	9,34%	-2,37%
1065	230	5,842	-239	-0,60706	8,73	32,09	0,43	0,27	0,63	9,76%	-2,39%
1150	250	6,35	-243	-0,61722	8,76	31,79	0,44	0,28	0,63	10,61%	-2,43%
1197	260	6,604	-246	-0,62484	8,67	31,64	0,44	0,27	0,63	11,04%	-2,46%
1243	270	6,858	-248	-0,62992	8,73	31,49	0,44	0,28	0,63	11,46%	-2,48%
1289	280	7,112	-249	-0,63246	8,80	31,33	0,44	0,28	0,64	11,89%	-2,49%
1334	300	7,62	-251	-0,63754	8,68	31,03	0,45	0,28	0,63	12,74%	-2,51%
1425	330	8,382	-252	-0,64008	8,65	30,58	0,45	0,28	0,63	14,01%	-2,52%
1512	340	8,636	-253	-0,64262	8,60	30,43	0,45	0,28	0,62	14,43%	-2,53%
1558	350	8,89	-253	-0,64262	8,45	30,28	0,46	0,28	0,61	14,86%	-2,53%
1605	360	9,144	-254	-0,64516	8,44	30,13	0,46	0,28	0,61	15,28%	-2,54%
1648	370	9,398	-254	-0,64516	8,40	29,98	0,46	0,28	0,61	15,71%	-2,54%
1696	380	9,652	-255	-0,6477	8,30	29,82	0,46	0,28	0,60	16,13%	-2,55%
1741	390	9,906	-256	-0,65024	8,21	29,67	0,47	0,28	0,59	16,56%	-2,56%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compactación intermedia y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

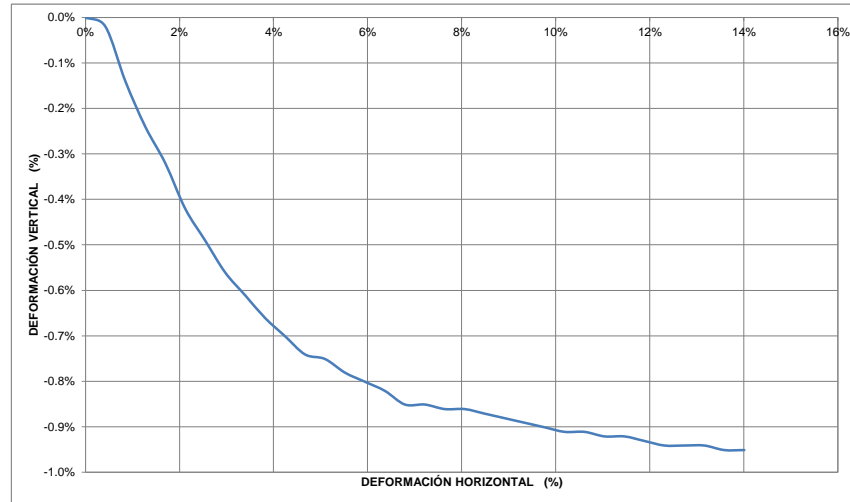
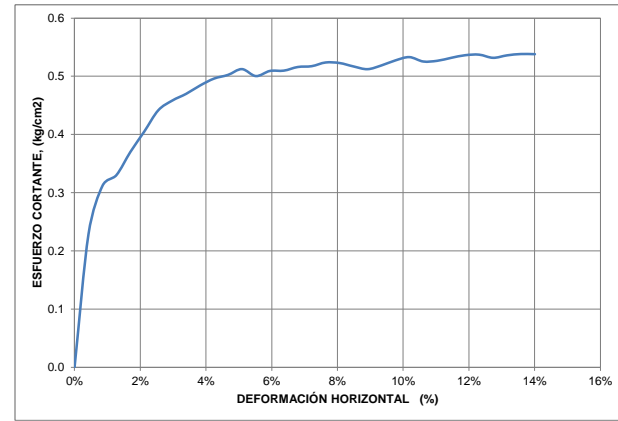
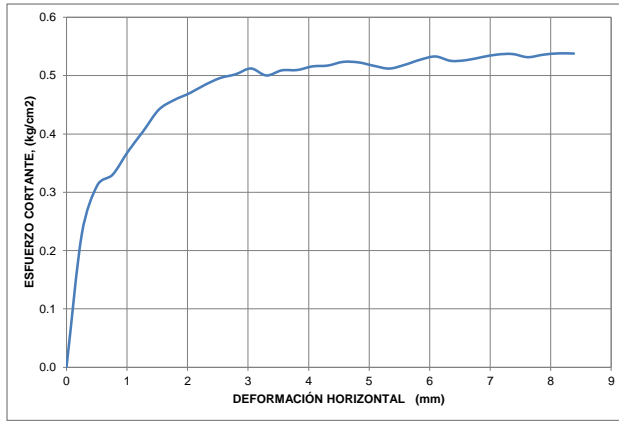
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	155.81
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.44
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	35%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.73
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.28
Relación de Vacíos, e	0.838679

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-4</sup> 3°)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
229	10	0.254	-2	-0.00508	8.10	35.41	0.83	0.23	0.28	0.42%	-0.02%
280	20	0.508	-14	-0.03556	10.99	35.26	0.83	0.31	0.37	0.85%	-0.14%
326	30	0.762	-24	-0.06096	11.59	35.11	0.84	0.33	0.39	1.27%	-0.24%
372	40	1.016	-32	-0.08128	12.93	34.96	0.84	0.37	0.44	1.70%	-0.32%
420	50	1.27	-42	-0.10668	14.10	34.81	0.85	0.41	0.48	2.12%	-0.42%
465	60	1.524	-49	-0.12446	15.30	34.66	0.85	0.44	0.52	2.55%	-0.49%
521	70	1.778	-56	-0.14224	15.81	34.50	0.85	0.46	0.54	2.97%	-0.56%
556	80	2.032	-61	-0.15494	16.14	34.35	0.86	0.47	0.55	3.40%	-0.61%
602	90	2.286	-66	-0.16764	16.56	34.20	0.86	0.48	0.56	3.82%	-0.66%
647	100	2.54	-70	-0.1778	16.89	34.05	0.86	0.50	0.57	4.25%	-0.70%
693	110	2.794	-74	-0.18796	17.03	33.90	0.87	0.50	0.58	4.67%	-0.74%
738	120	3.048	-75	-0.1905	17.29	33.75	0.87	0.51	0.59	5.09%	-0.75%
784	130	3.302	-78	-0.19812	16.81	33.60	0.88	0.50	0.57	5.52%	-0.78%
829	140	3.556	-80	-0.2032	17.03	33.45	0.88	0.51	0.58	5.94%	-0.80%
873	150	3.81	-82	-0.20828	16.97	33.30	0.88	0.51	0.58	6.37%	-0.82%
918	160	4.064	-85	-0.2159	17.10	33.15	0.89	0.52	0.58	6.79%	-0.85%
963	170	4.318	-85	-0.2159	17.07	32.99	0.89	0.52	0.58	7.22%	-0.85%
1008	180	4.572	-86	-0.21844	17.20	32.84	0.90	0.52	0.58	7.64%	-0.86%
1052	190	4.826	-86	-0.21844	17.09	32.69	0.90	0.52	0.58	8.07%	-0.86%
1098	200	5.08	-87	-0.22098	16.82	32.54	0.90	0.52	0.57	8.49%	-0.87%
1143	210	5.334	-88	-0.22352	16.59	32.39	0.91	0.51	0.56	8.91%	-0.88%
1233	220	5.588	-89	-0.22606	16.72	32.24	0.91	0.52	0.57	9.34%	-0.89%
1280	230	5.842	-90	-0.2286	16.92	32.09	0.92	0.53	0.57	9.76%	-0.90%
1324	240	6.096	-91	-0.23114	17.02	31.94	0.92	0.53	0.58	10.19%	-0.91%
1368	250	6.35	-91	-0.23114	16.70	31.79	0.93	0.53	0.57	10.61%	-0.91%
1412	260	6.604	-92	-0.23368	16.66	31.64	0.93	0.53	0.57	11.04%	-0.92%
1458	270	6.858	-92	-0.23368	16.74	31.49	0.94	0.53	0.57	11.46%	-0.92%
1504	280	7.112	-93	-0.23622	16.80	31.33	0.94	0.54	0.57	11.89%	-0.93%
1549	290	7.366	-94	-0.23876	16.75	31.18	0.94	0.54	0.57	12.31%	-0.94%
1595	300	7.62	-94	-0.23876	16.50	31.03	0.95	0.53	0.56	12.74%	-0.94%
1640	310	7.874	-94	-0.23876	16.55	30.88	0.95	0.54	0.56	13.16%	-0.94%
1687	320	8.128	-95	-0.2413	16.54	30.73	0.96	0.54	0.56	13.58%	-0.95%
1730	330	8.382	-95	-0.2413	16.45	30.58	0.96	0.54	0.56	14.01%	-0.95%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad intermedia y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

**DIMENSIONES**

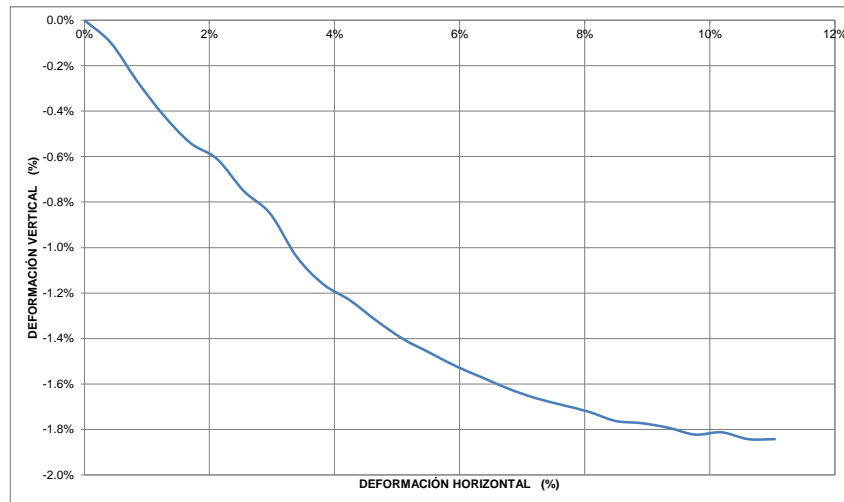
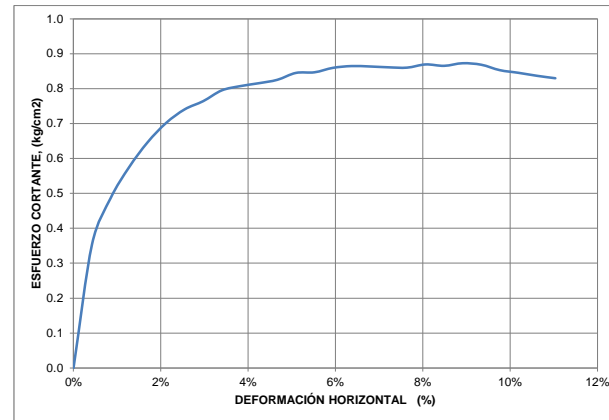
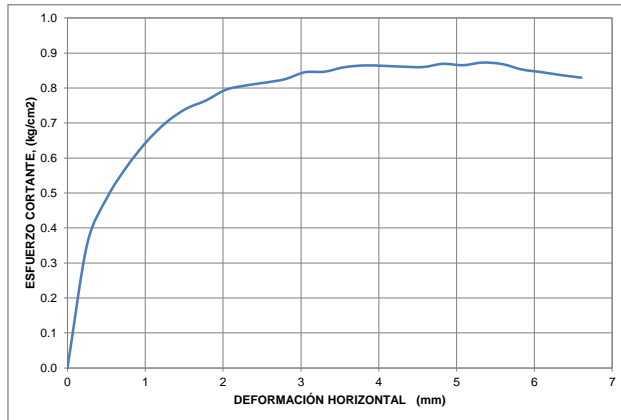
Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	156.63
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	35%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.74
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.29
Relación de Vacíos, e	0.829053

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> °)	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> °)	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
0	10	0.254	-10	-0.0254	12.55	35.41	2.00	0.35	0.18	0.42%	-0.10%
0	20	0.508	-27	-0.06858	17.14	35.26	2.01	0.49	0.24	0.85%	-0.27%
0	30	0.762	-42	-0.10668	20.19	35.11	2.02	0.58	0.28	1.27%	-0.42%
0	40	1.016	-54	-0.13716	22.60	34.96	2.03	0.65	0.32	1.70%	-0.54%
0	50	1.27	-61	-0.15494	24.43	34.81	2.04	0.70	0.34	2.12%	-0.61%
0	60	1.524	-75	-0.1905	25.67	34.66	2.05	0.74	0.36	2.55%	-0.75%
0	70	1.778	-85	-0.2159	26.37	34.50	2.06	0.76	0.37	2.97%	-0.85%
0	80	2.032	-104	-0.26416	27.31	34.35	2.07	0.79	0.38	3.40%	-1.04%
0	90	2.286	-116	-0.29464	27.61	34.20	2.07	0.81	0.39	3.82%	-1.16%
0	100	2.54	-123	-0.31242	27.77	34.05	2.08	0.82	0.39	4.25%	-1.23%
0	110	2.794	-132	-0.33528	27.98	33.90	2.09	0.83	0.39	4.67%	-1.32%
0	120	3.048	-140	-0.3556	28.52	33.75	2.10	0.85	0.40	5.09%	-1.40%
0	130	3.302	-146	-0.37084	28.45	33.60	2.11	0.85	0.40	5.52%	-1.46%
0	140	3.556	-152	-0.38608	28.75	33.45	2.12	0.86	0.41	5.94%	-1.52%
0	150	3.81	-157	-0.39878	28.79	33.30	2.13	0.86	0.41	6.37%	-1.57%
0	160	4.064	-162	-0.41148	28.62	33.15	2.14	0.86	0.40	6.79%	-1.62%
0	170	4.318	-166	-0.42164	28.41	32.99	2.15	0.86	0.40	7.22%	-1.66%
0	180	4.572	-169	-0.42926	28.25	32.84	2.16	0.86	0.40	7.64%	-1.69%
0	190	4.826	-172	-0.43688	28.42	32.69	2.17	0.87	0.40	8.07%	-1.72%
0	200	5.08	-176	-0.44704	28.16	32.54	2.18	0.87	0.40	8.49%	-1.76%
0	210	5.334	-177	-0.44958	28.27	32.39	2.19	0.87	0.40	8.91%	-1.77%
0	220	5.588	-179	-0.45466	28.00	32.24	2.20	0.87	0.39	9.34%	-1.79%
0	230	5.842	-182	-0.46228	27.37	32.09	2.21	0.85	0.39	9.76%	-1.82%
0	240	6.096	-181	-0.45974	27.00	31.94	2.22	0.85	0.38	10.19%	-1.81%
0	250	6.35	-184	-0.46736	26.60	31.79	2.23	0.84	0.37	10.61%	-1.84%
0	260	6.604	-184	-0.46736	26.25	31.64	2.24	0.83	0.37	11.04%	-1.84%





PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

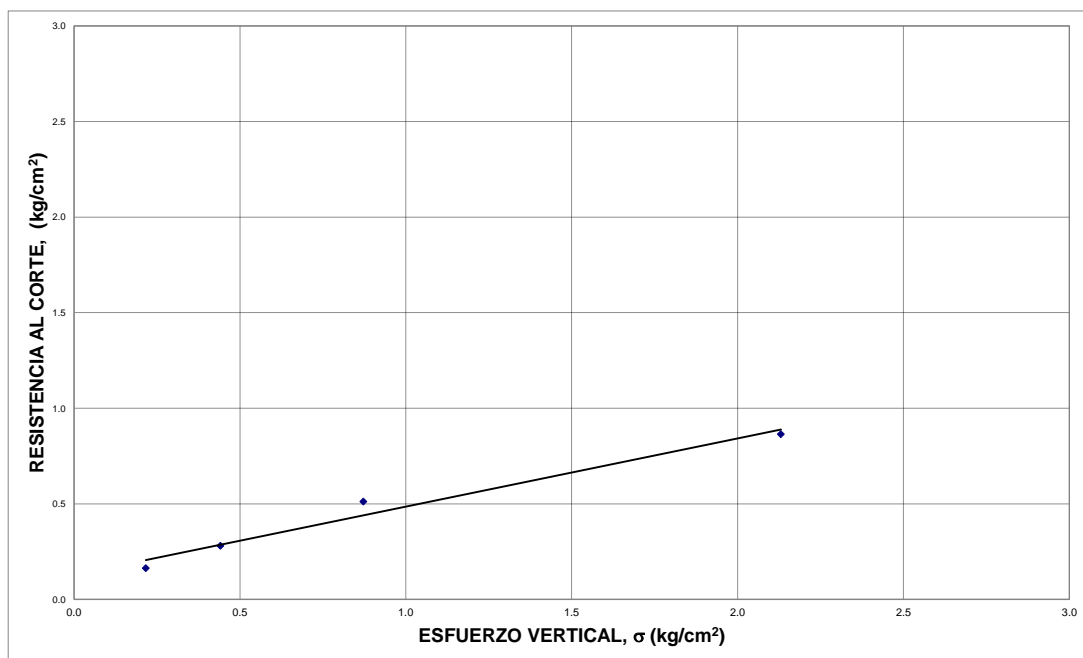
VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN:

Envolvente de resistencia máxima de S100-C50  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 18-abr-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $\phi'$  19.6 °

COHESIÓN ,  $C'$  0.129 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	5.39	0.08	0.22	0.16
B	8.80	0.12	0.44	0.28
C	17.29	0.05	0.87	0.51
D	28.79	0.06	2.13	0.86

Regresión	Pendiente
0.356451585	0.3564516
0.129213109	0.3424107 ATAN
	19.61869 19.6186898

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

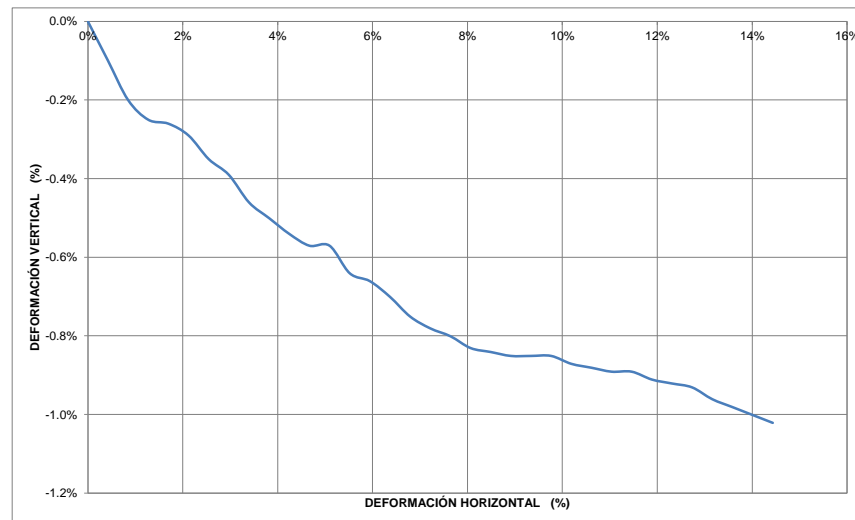
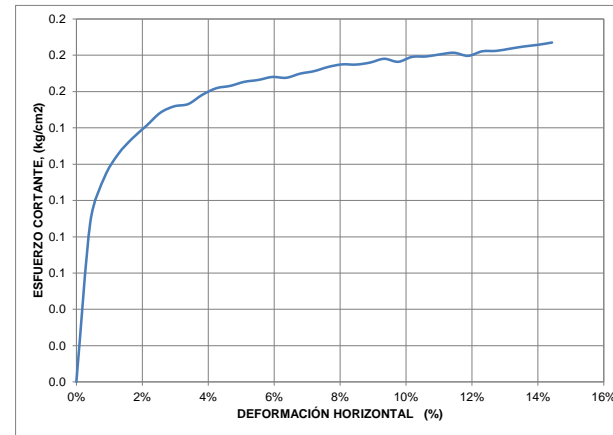
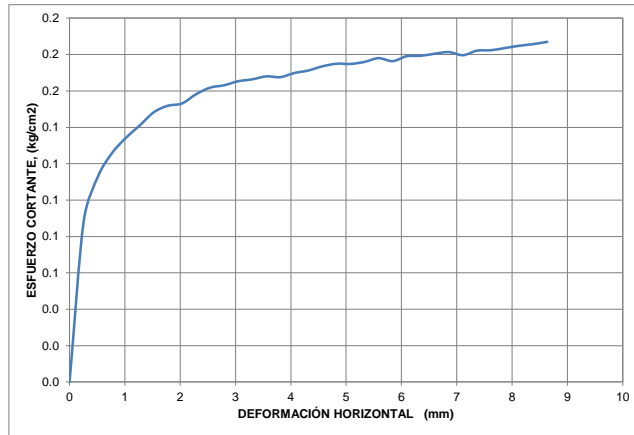
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	160.81
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	7.12
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	29%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>T</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.78
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.38
Relación de Vacíos, e	0.702331

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.20	0.00	0.00	0.00%	0.00%
56	10	0.254	-10	-0.0254	3.12	35.41	0.20	0.09	0.44	0.42%	-0.10%
105	20	0.508	-20	-0.0508	3.97	35.26	0.20	0.11	0.56	0.85%	-0.20%
151	30	0.762	-25	-0.0635	4.41	35.11	0.20	0.13	0.62	1.27%	-0.25%
197	40	1.016	-26	-0.06604	4.69	34.96	0.20	0.13	0.66	1.70%	-0.26%
245	50	1.27	-29	-0.07366	4.91	34.81	0.20	0.14	0.69	2.12%	-0.29%
290	60	1.524	-35	-0.0889	5.14	34.66	0.21	0.15	0.72	2.55%	-0.35%
334	70	1.778	-39	-0.09906	5.24	34.50	0.21	0.15	0.74	2.97%	-0.39%
381	80	2.032	-46	-0.11684	5.26	34.35	0.21	0.15	0.74	3.40%	-0.46%
427	90	2.286	-50	-0.127	5.41	34.20	0.21	0.16	0.76	3.82%	-0.50%
474	100	2.54	-54	-0.13716	5.51	34.05	0.21	0.16	0.77	4.25%	-0.54%
514	110	2.794	-57	-0.14478	5.53	33.90	0.21	0.16	0.78	4.67%	-0.57%
561	120	3.048	-57	-0.14478	5.58	33.75	0.21	0.17	0.78	5.09%	-0.57%
606	130	3.302	-64	-0.16256	5.59	33.60	0.21	0.17	0.79	5.52%	-0.64%
649	140	3.556	-66	-0.16764	5.62	33.45	0.21	0.17	0.79	5.94%	-0.66%
694	150	3.81	-70	-0.1778	5.58	33.30	0.21	0.17	0.78	6.37%	-0.70%
740	160	4.064	-75	-0.1905	5.63	33.15	0.21	0.17	0.79	6.79%	-0.75%
785	170	4.318	-78	-0.19812	5.65	32.99	0.22	0.17	0.79	7.22%	-0.78%
829	180	4.572	-80	-0.2032	5.70	32.84	0.22	0.17	0.80	7.64%	-0.80%
874	190	4.826	-83	-0.21082	5.72	32.69	0.22	0.17	0.80	8.07%	-0.83%
920	200	5.08	-84	-0.21336	5.69	32.54	0.22	0.17	0.80	8.49%	-0.84%
965	210	5.334	-85	-0.2159	5.70	32.39	0.22	0.18	0.80	8.91%	-0.85%
1016	220	5.588	-85	-0.2159	5.74	32.24	0.22	0.18	0.81	9.34%	-0.85%
1055	230	5.842	-85	-0.2159	5.66	32.09	0.22	0.18	0.79	9.76%	-0.85%
1100	240	6.096	-87	-0.22098	5.72	31.94	0.22	0.18	0.80	10.19%	-0.87%
1146	250	6.35	-88	-0.22352	5.70	31.79	0.22	0.18	0.80	10.61%	-0.88%
1189	260	6.604	-89	-0.22606	5.71	31.64	0.23	0.18	0.80	11.04%	-0.89%
1235	270	6.858	-89	-0.22606	5.71	31.49	0.23	0.18	0.80	11.46%	-0.89%
1281	280	7.112	-91	-0.23114	5.63	31.33	0.23	0.18	0.79	11.89%	-0.91%
1325	290	7.366	-92	-0.23368	5.68	31.18	0.23	0.18	0.80	12.31%	-0.92%
1369	300	7.62	-93	-0.23622	5.66	31.03	0.23	0.18	0.79	12.74%	-0.93%
1415	310	7.874	-96	-0.24384	5.67	30.88	0.23	0.18	0.80	13.16%	-0.96%
1460	320	8.128	-98	-0.24892	5.68	30.73	0.23	0.18	0.80	13.58%	-0.98%
1504	330	8.382	-100	-0.254	5.68	30.58	0.23	0.19	0.80	14.01%	-1.00%
1548	340	8.636	-102	-0.25908	5.69	30.43	0.23	0.19	0.80	14.43%	-1.02%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

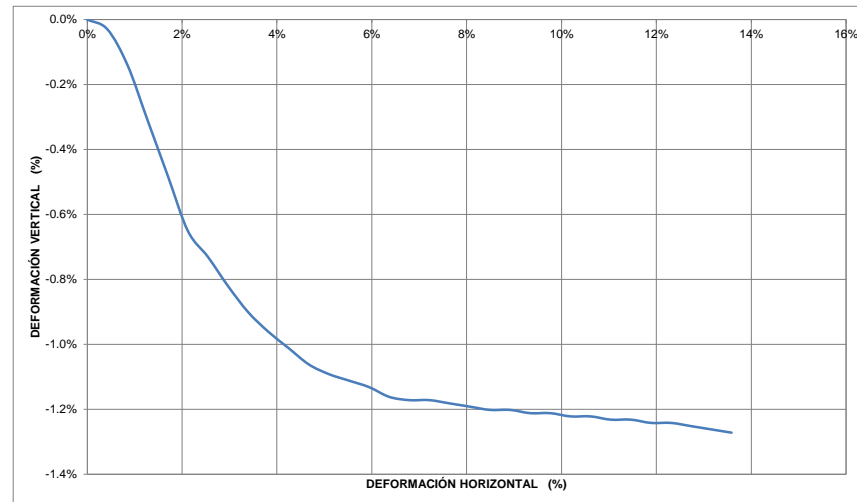
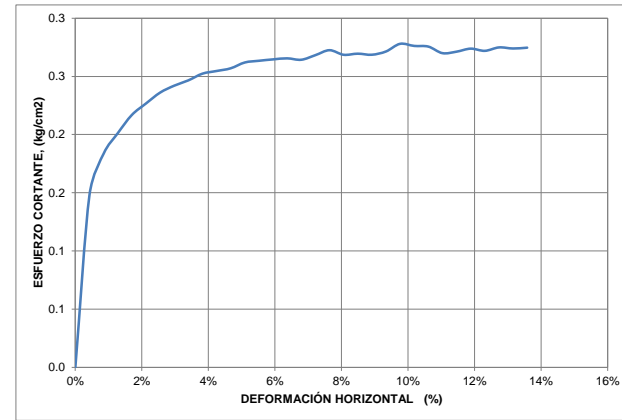
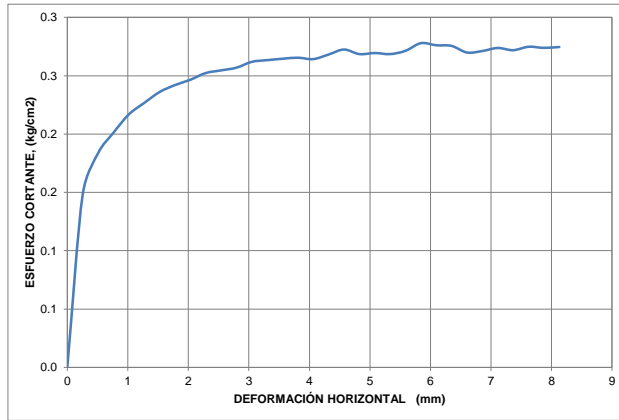
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	161.53
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	13.84
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.4

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	29%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	35
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.79
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.694743

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.39	0.00	0.00	0.00%	0.00%
70	10	0.254	-3	-0.00762	5.24	35.41	0.39	0.15	0.38	0.42%	-0.03%
119	20	0.508	-14	-0.03556	6.47	35.26	0.39	0.18	0.47	0.85%	-0.14%
166	30	0.762	-31	-0.07874	7.06	35.11	0.39	0.20	0.51	1.27%	-0.31%
215	40	1.016	-48	-0.12192	7.58	34.96	0.40	0.22	0.55	1.70%	-0.48%
262	50	1.27	-65	-0.1651	7.89	34.81	0.40	0.23	0.57	2.12%	-0.65%
309	60	1.524	-73	-0.18542	8.18	34.66	0.40	0.24	0.59	2.55%	-0.73%
354	70	1.778	-82	-0.20828	8.35	34.50	0.40	0.24	0.60	2.97%	-0.82%
402	80	2.032	-90	-0.2286	8.47	34.35	0.40	0.25	0.61	3.40%	-0.90%
449	90	2.286	-96	-0.24384	8.63	34.20	0.40	0.25	0.62	3.82%	-0.96%
494	100	2.54	-101	-0.25654	8.67	34.05	0.41	0.25	0.63	4.25%	-1.01%
538	110	2.794	-106	-0.26924	8.71	33.90	0.41	0.26	0.63	4.67%	-1.06%
586	120	3.048	-109	-0.27686	8.84	33.75	0.41	0.26	0.64	5.09%	-1.09%
632	130	3.302	-111	-0.28194	8.85	33.60	0.41	0.26	0.64	5.52%	-1.11%
676	140	3.556	-113	-0.28702	8.85	33.45	0.41	0.26	0.64	5.94%	-1.13%
723	150	3.81	-116	-0.29464	8.84	33.30	0.42	0.27	0.64	6.37%	-1.16%
767	160	4.064	-117	-0.29718	8.76	33.15	0.42	0.26	0.63	6.79%	-1.17%
813	170	4.318	-117	-0.29718	8.85	32.99	0.42	0.27	0.64	7.22%	-1.17%
859	180	4.572	-118	-0.29972	8.95	32.84	0.42	0.27	0.65	7.64%	-1.18%
903	190	4.826	-119	-0.30226	8.78	32.69	0.42	0.27	0.63	8.07%	-1.19%
949	200	5.08	-120	-0.3048	8.77	32.54	0.43	0.27	0.63	8.49%	-1.20%
995	210	5.334	-120	-0.3048	8.70	32.39	0.43	0.27	0.63	8.91%	-1.20%
1039	220	5.588	-121	-0.30734	8.75	32.24	0.43	0.27	0.63	9.34%	-1.21%
1085	230	5.842	-121	-0.30734	8.92	32.09	0.43	0.28	0.64	9.76%	-1.21%
1129	240	6.096	-122	-0.30988	8.82	31.94	0.43	0.28	0.64	10.19%	-1.22%
1175	250	6.35	-122	-0.30988	8.76	31.79	0.44	0.28	0.63	10.61%	-1.22%
1218	260	6.604	-123	-0.31242	8.54	31.64	0.44	0.27	0.62	11.04%	-1.23%
1264	270	6.858	-123	-0.31242	8.54	31.49	0.44	0.27	0.62	11.46%	-1.23%
1310	280	7.112	-124	-0.31496	8.58	31.33	0.44	0.27	0.62	11.89%	-1.24%
1354	290	7.366	-124	-0.31496	8.48	31.18	0.44	0.27	0.61	12.31%	-1.24%
1400	300	7.62	-125	-0.3175	8.53	31.03	0.45	0.27	0.62	12.74%	-1.25%
1445	310	7.874	-126	-0.32004	8.46	30.88	0.45	0.27	0.61	13.16%	-1.26%
1489	320	8.128	-127	-0.32258	8.44	30.73	0.45	0.27	0.61	13.58%	-1.27%



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad máxima y un esfuerzo de 0.8 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo ocnsolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 18-abr-13

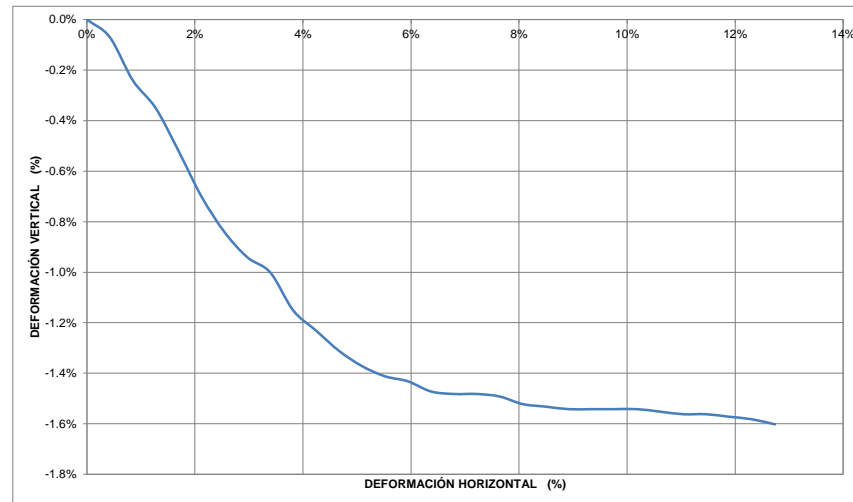
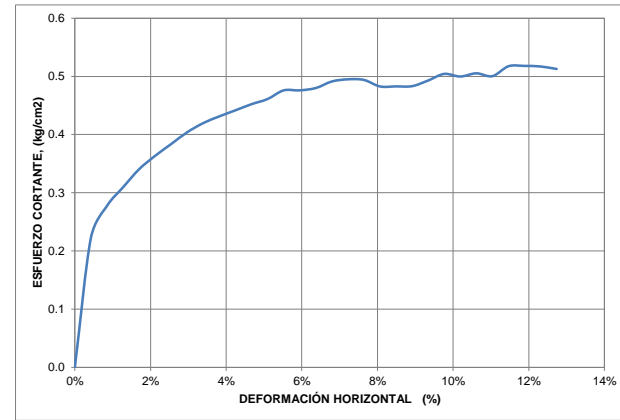
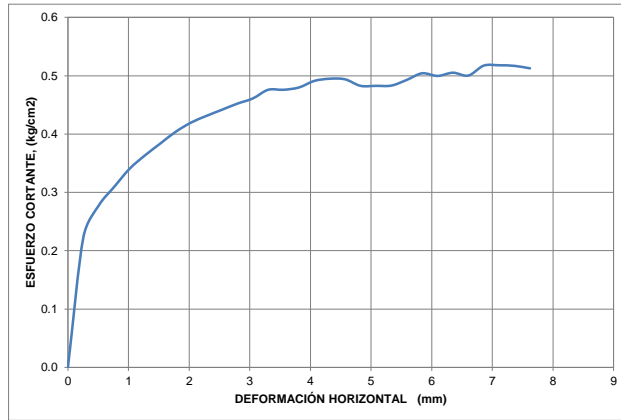
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	161.23
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	29.44
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	0.8

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	29%
Peso Específ. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.79
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Relación de Vacíos, e	0.697897

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-3</sup> ")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	0.83	0.00	0.00	0.00%	0.00%
90	10	0.254	-7	-0.01778	7.88	35.41	0.83	0.22	0.27	0.42%	-0.07%
142	20	0.508	-24	-0.06096	9.78	35.26	0.83	0.28	0.33	0.85%	-0.24%
189	30	0.762	-35	-0.0889	10.86	35.11	0.84	0.31	0.37	1.27%	-0.35%
236	40	1.016	-52	-0.13208	11.90	34.96	0.84	0.34	0.40	1.70%	-0.52%
283	50	1.27	-70	-0.1778	12.65	34.81	0.85	0.36	0.43	2.12%	-0.70%
329	60	1.524	-84	-0.21336	13.30	34.66	0.85	0.38	0.45	2.55%	-0.84%
375	70	1.778	-94	-0.23876	13.94	34.50	0.85	0.40	0.47	2.97%	-0.94%
421	80	2.032	-100	-0.254	14.42	34.35	0.86	0.42	0.49	3.40%	-1.00%
468	90	2.286	-115	-0.2921	14.75	34.20	0.86	0.43	0.50	3.82%	-1.15%
512	100	2.54	-123	-0.31242	15.04	34.05	0.86	0.44	0.51	4.25%	-1.23%
558	110	2.794	-131	-0.33274	15.33	33.90	0.87	0.45	0.52	4.67%	-1.31%
605	120	3.048	-137	-0.34798	15.56	33.75	0.87	0.46	0.53	5.09%	-1.37%
650	130	3.302	-141	-0.35814	15.99	33.60	0.88	0.48	0.54	5.52%	-1.41%
694	140	3.556	-143	-0.36322	15.92	33.45	0.88	0.48	0.54	5.94%	-1.43%
739	150	3.81	-147	-0.37338	15.98	33.30	0.88	0.48	0.54	6.37%	-1.47%
785	160	4.064	-148	-0.37592	16.28	33.15	0.89	0.49	0.55	6.79%	-1.48%
830	170	4.318	-148	-0.37592	16.33	32.99	0.89	0.49	0.55	7.22%	-1.48%
874	180	4.572	-149	-0.37846	16.22	32.84	0.90	0.49	0.55	7.64%	-1.49%
919	190	4.826	-152	-0.38608	15.78	32.69	0.90	0.48	0.54	8.07%	-1.52%
964	200	5.08	-153	-0.38862	15.71	32.54	0.90	0.48	0.53	8.49%	-1.53%
1010	210	5.334	-154	-0.39116	15.65	32.39	0.91	0.48	0.53	8.91%	-1.54%
1055	220	5.588	-154	-0.39116	15.89	32.24	0.91	0.49	0.54	9.34%	-1.54%
1146	230	5.842	-154	-0.39116	16.18	32.09	0.92	0.50	0.55	9.76%	-1.54%
1190	240	6.096	-154	-0.39116	15.96	31.94	0.92	0.50	0.54	10.19%	-1.54%
1234	250	6.35	-155	-0.3937	16.06	31.79	0.93	0.51	0.55	10.61%	-1.55%
1279	260	6.604	-156	-0.39624	15.83	31.64	0.93	0.50	0.54	11.04%	-1.56%
1325	270	6.858	-156	-0.39624	16.29	31.49	0.94	0.52	0.55	11.46%	-1.56%
1372	280	7.112	-157	-0.39878	16.23	31.33	0.94	0.52	0.55	11.89%	-1.57%
1413	290	7.366	-158	-0.40132	16.12	31.18	0.94	0.52	0.55	12.31%	-1.58%
1459	300	7.62	-160	-0.4064	15.91	31.03	0.95	0.51	0.54	12.74%	-1.60%





**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154**

**DESCRIPCIÓN:** Material Saturado con compacidad máxima y un esfuerzo de 2 kg/cm<sup>2</sup>  
Ensayo consolidado drenado CD

**FECHA ENSAYO:** 22-abr-13

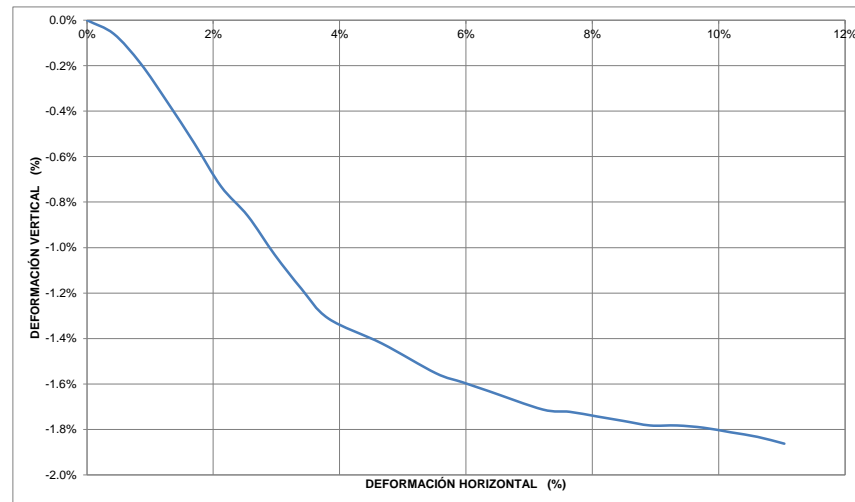
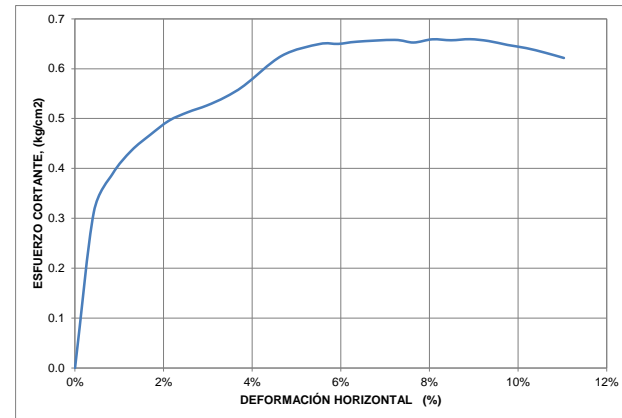
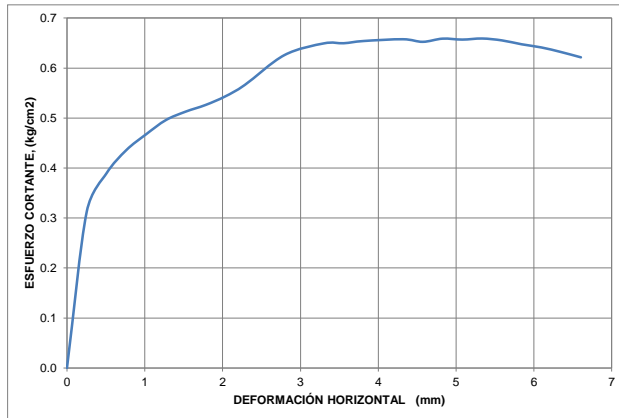
**DIMENSIONES**

Lado, L1 (cm)	5.94
Lado, L2 (cm)	5.98
Altura, H (cm)	2.54
Área, A (cm <sup>2</sup> )	35.56
Volumen, V (cm <sup>3</sup> )	90.21
Peso del Suelo, W (g)	160.65
Carga Normal, P <sub>n</sub> (kg)	70.94
Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0

**CARACTERÍSTICAS INICIALES**

Humedad, ω (%)	29%
Peso Especif. de Sól., G <sub>s</sub>	2.352506
Peso Unit. Total, γ <sub>t</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.78
Peso Unit. Seco, γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1.38
Relación de Vacíos, e	0.704027

Tiempo (s)	Deformímetro horizontal (1x 10 <sup>-2</sup> ")	Deformímetro horizontal (mm)	Deformímetro vertical (1x 10 <sup>-4</sup> 3")	Deformímetro vertical (mm)	Fuerza Cortante (kg)	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	t/s	Def. Horz. (%)	Def. Vert. (%)
0	0	0	0	0	0	35.56	1.99	0.00	0.00	0.00%	0.00%
61	10	0.254	-6	-0.01524	11.07	35.41	2.00	0.31	0.16	0.42%	-0.06%
110	20	0.508	-19	-0.04826	13.73	35.26	2.01	0.39	0.19	0.85%	-0.19%
154	30	0.762	-36	-0.09144	15.30	35.11	2.02	0.44	0.22	1.27%	-0.36%
200	40	1.016	-54	-0.13716	16.34	34.96	2.03	0.47	0.23	1.70%	-0.54%
247	50	1.27	-73	-0.18542	17.26	34.81	2.04	0.50	0.24	2.12%	-0.73%
291	60	1.524	-86	-0.21844	17.77	34.66	2.05	0.51	0.25	2.55%	-0.86%
334	70	1.778	-103	-0.26162	18.15	34.50	2.06	0.53	0.26	2.97%	-1.03%
380	80	2.032	-118	-0.29972	18.66	34.35	2.07	0.54	0.26	3.40%	-1.18%
427	90	2.286	-131	-0.33274	19.37	34.20	2.07	0.57	0.27	3.82%	-1.31%
518	110	2.794	-142	-0.36068	21.22	33.90	2.09	0.63	0.30	4.67%	-1.42%
608	130	3.302	-155	-0.3937	21.82	33.60	2.11	0.65	0.31	5.52%	-1.55%
652	140	3.556	-159	-0.40386	21.73	33.45	2.12	0.65	0.31	5.94%	-1.59%
697	150	3.81	-163	-0.41402	21.78	33.30	2.13	0.65	0.31	6.37%	-1.63%
789	170	4.318	-171	-0.43434	21.70	32.99	2.15	0.66	0.31	7.22%	-1.71%
834	180	4.572	-172	-0.43688	21.43	32.84	2.16	0.65	0.30	7.64%	-1.72%
879	190	4.826	-174	-0.44196	21.54	32.69	2.17	0.66	0.30	8.07%	-1.74%
925	200	5.08	-176	-0.44704	21.38	32.54	2.18	0.66	0.30	8.49%	-1.76%
971	210	5.334	-178	-0.45212	21.35	32.39	2.19	0.66	0.30	8.91%	-1.78%
1016	220	5.588	-178	-0.45212	21.13	32.24	2.20	0.66	0.30	9.34%	-1.78%
1060	230	5.842	-179	-0.45466	20.78	32.09	2.21	0.65	0.29	9.76%	-1.79%
1106	240	6.096	-181	-0.45974	20.48	31.94	2.22	0.64	0.29	10.19%	-1.81%
1151	250	6.35	-183	-0.46482	20.09	31.79	2.23	0.63	0.28	10.61%	-1.83%
1195	260	6.604	-186	-0.47244	19.66	31.64	2.24	0.62	0.28	11.04%	-1.86%



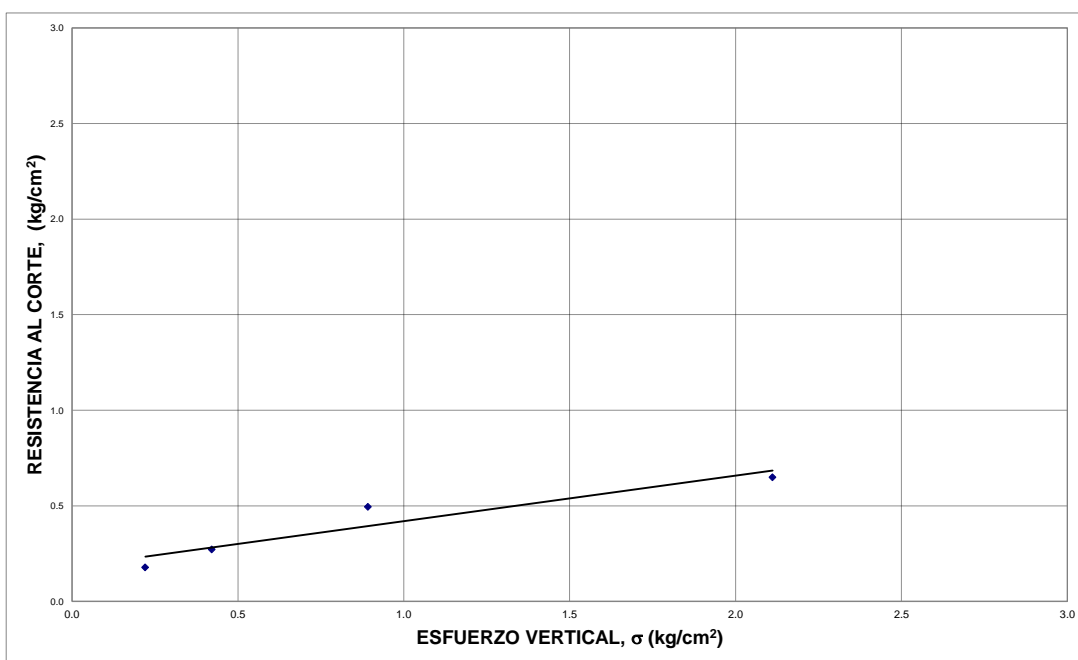
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE. METODO DE CORTE DIRECTO (CD). (CONSOLIDADO DRENADO). I.N.V. E - 154

DESCRIPCIÓN: Envolvente de resistencia máxima de S100-C100  
Ensayo consolidado drenado CD

FECHA ENSAYO: 22-abr-13



ÁNGULO DE FRICCIÓN,  $\phi'$  13.4 °

COHESIÓN ,  $C'$  0.182 kg/cm<sup>2</sup>

	Fuerza Cortante (kg)	Def Horizontal (%)	Esfuerzo Normal, s (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Cortante, t (kg/cm <sup>2</sup> )
A	5.74	0.09	0.22	0.18
B	8.95	0.08	0.42	0.27
C	16.33	0.07	0.89	0.49
C	21.82	0.06	2.11	0.65

Regresión	Pendiente
0.237885132	0.2378851
0.181901714	0.2335443 ATAN
	13.381105 13.3811049

**ANEXO C - RESULTADOS DE METODOS DE CALIBRACIÓN**

---

---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

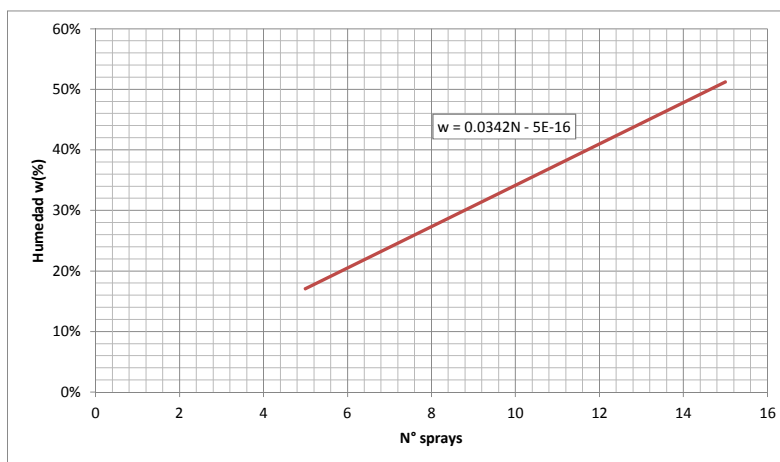
CALIBRACIÓN DE HUMEDAD

DESCRIPCIÓN: Calibración de la Humedad de la Muestra en estado seco usando Peso promedio

FECHA: 01-mar-13

CUATRO CAPAS			
N° Aplicaciones	Peso Total Agua (g)	Peso por aplicación (g)	Humedad
5	16.22	0.811	17.1%
8	25.95	0.811	27.3%
10	32.44	0.811	34.2%
15	48.66	0.811	51.2%

Peso Promedio de Agua  
por Aplicación (g) 0.811



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**  
 CALIBRACIÓN DE DENSIDAD

DESCRIPCIÓN: Muestra para calibración de compacidad relativa

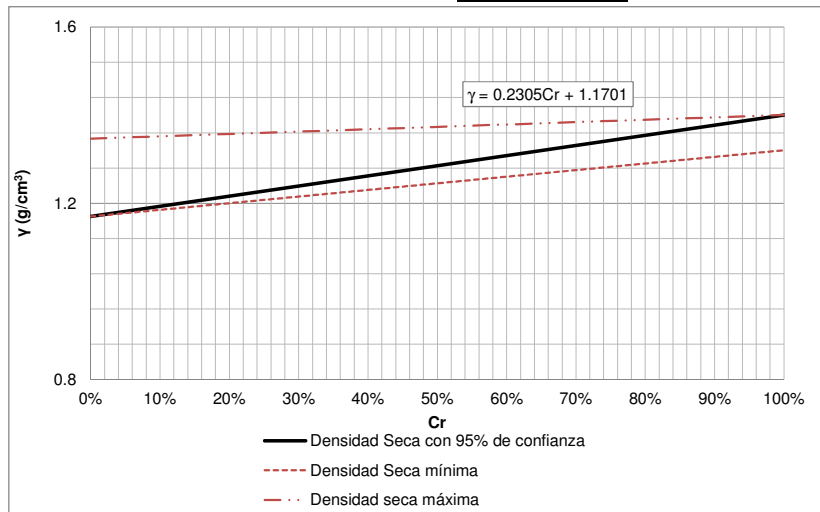
FECHA: 14-mar-13

DENSIDAD SUELTA	
#	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )
1	1.192
2	1.22
3	1.264
4	1.26
5	1.275
6	1.248
7	1.25
8	1.252

$\gamma_{\min}$ (g/cm <sup>3</sup> )	<u>1.19</u>
$\gamma_{\max}$ (g/cm <sup>3</sup> )	<u>1.28</u>
Promedio	<u>1.25</u>
Desviación estándar	<u>0.03</u>
Posible mínimo 95% confianza	<u>1.17</u>

DENSIDAD COMPACTA (25 golpes)	
#	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )
1	1.363
2	1.373
3	1.385

$\gamma_{\min}$ (g/cm <sup>3</sup> )	<u>1.36</u>
$\gamma_{\max}$ (g/cm <sup>3</sup> )	<u>1.39</u>
Promedio	<u>1.37</u>
Desviación estándar	<u>0.01</u>
Posible máximo 95% confianza	<u>1.40</u>



OBSERVACIONES:

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

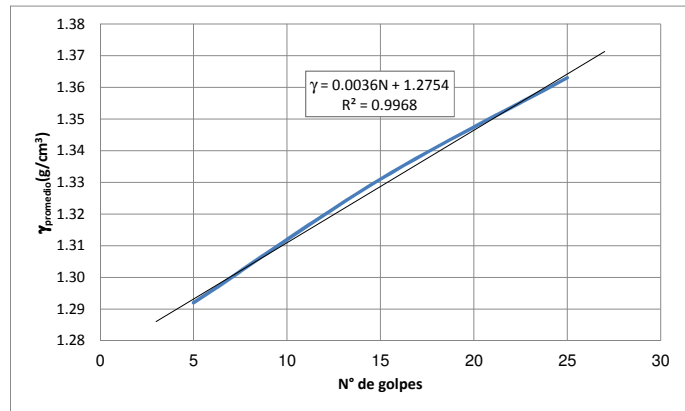
VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.

CALIBRACIÓN DE DENSIDAD

DESCRIPCIÓN: Muestra para calibración de densidad compacta en estado seco

FECHA: 14-mar-13

N° de Golpes	$\gamma_{promedio}$ (g/cm <sup>3</sup> )
5	1.292
15	1.331
25	1.363



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXO D - RESULTADOS DE CONSISTENCIA DE DATOS**

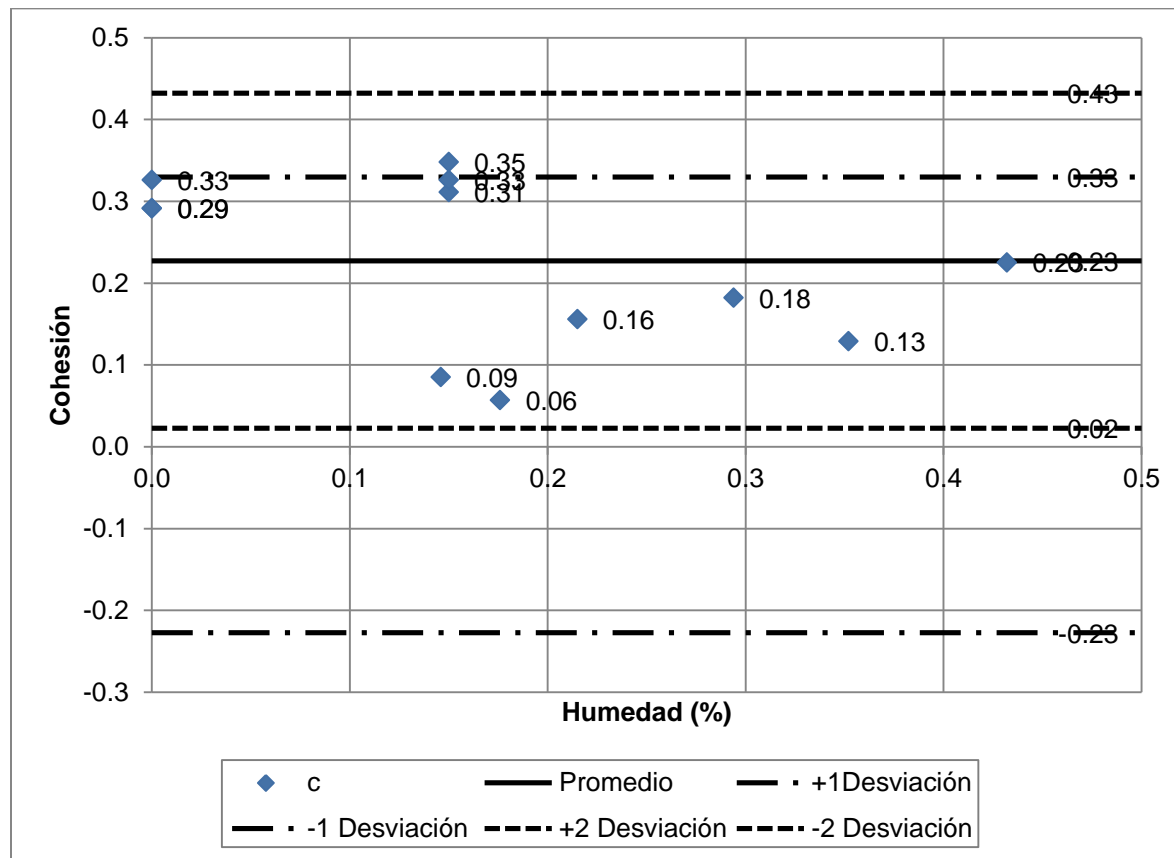
---

---



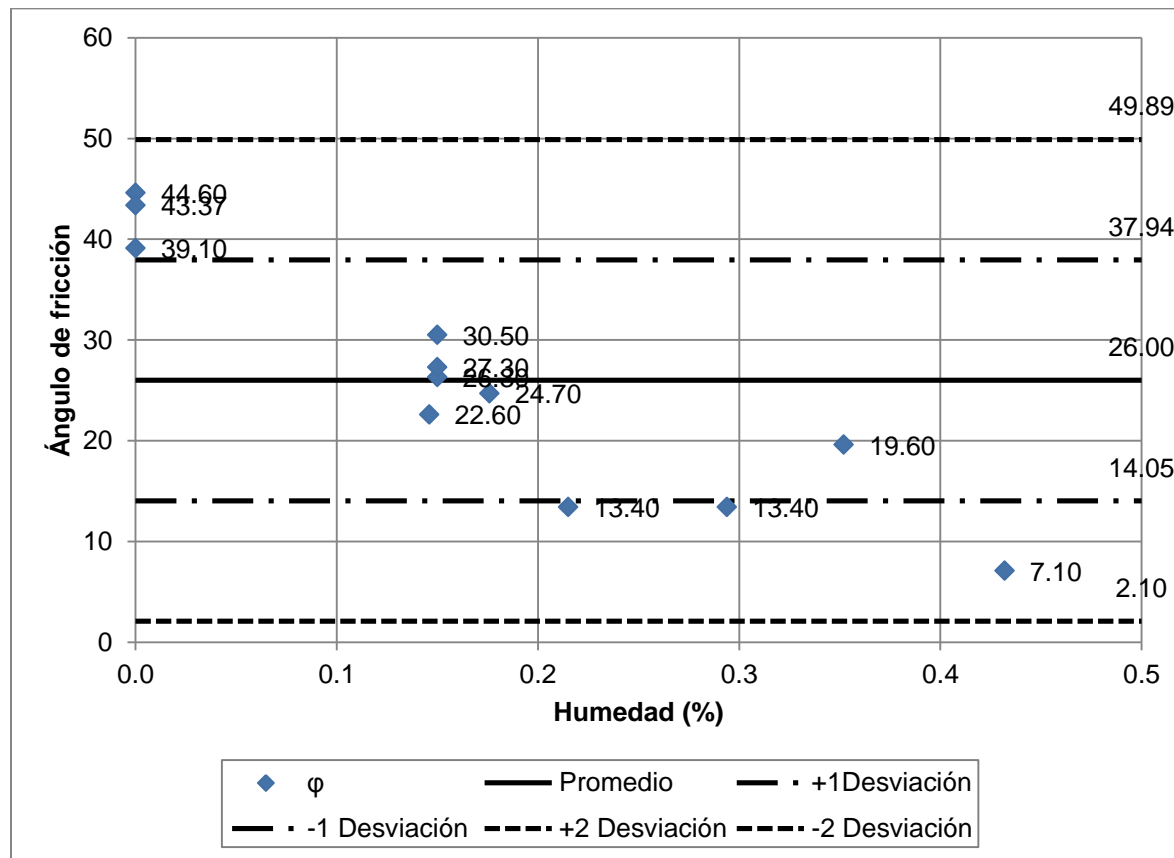
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Desviación de datos. Cohesión vs Humedad



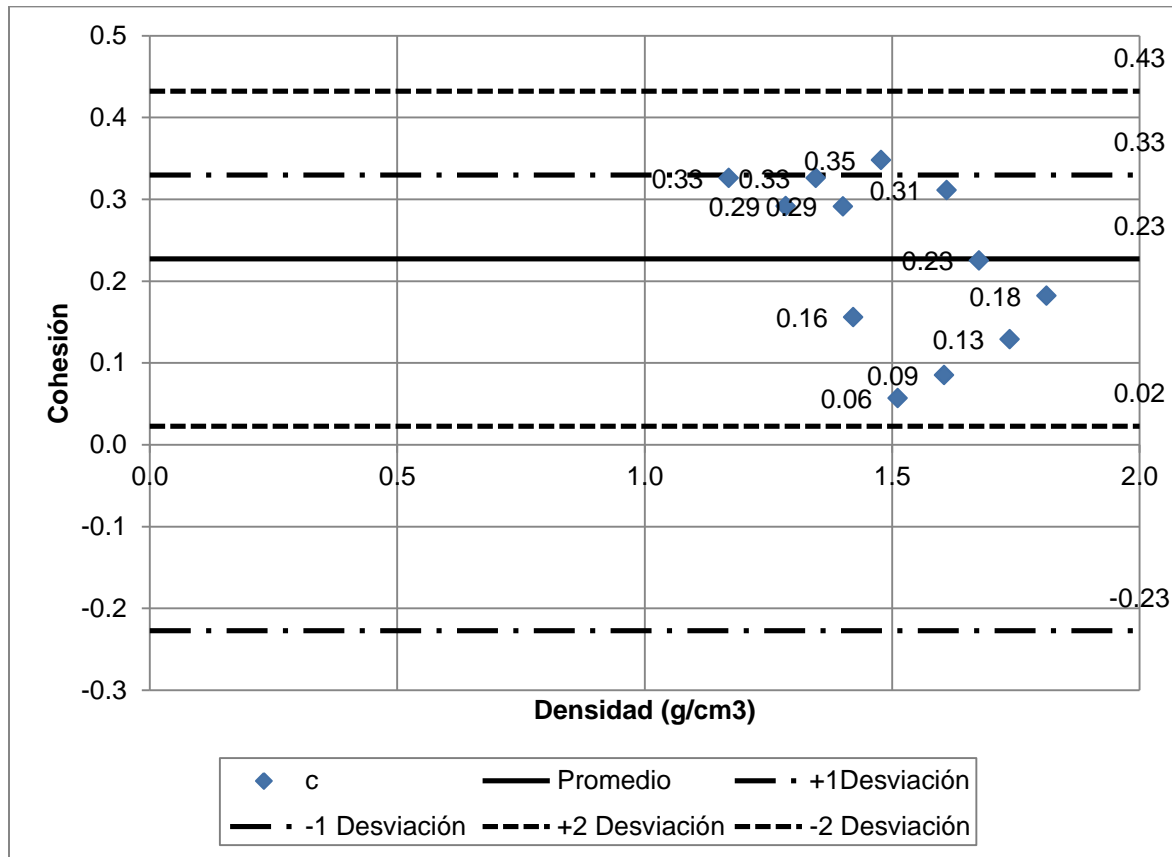
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Desviación de datos. Ángulo de Fricción vs Humedad



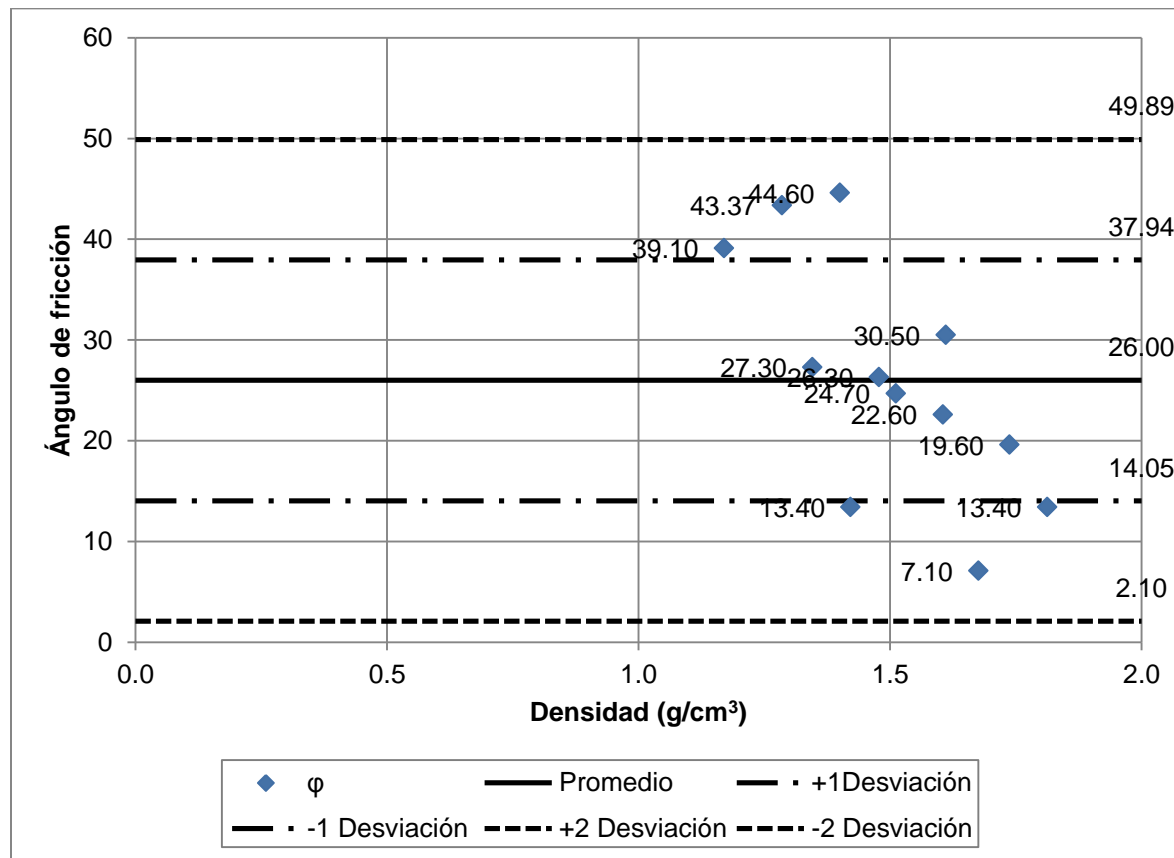
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Desviación de datos. Cohesión vs Densidad



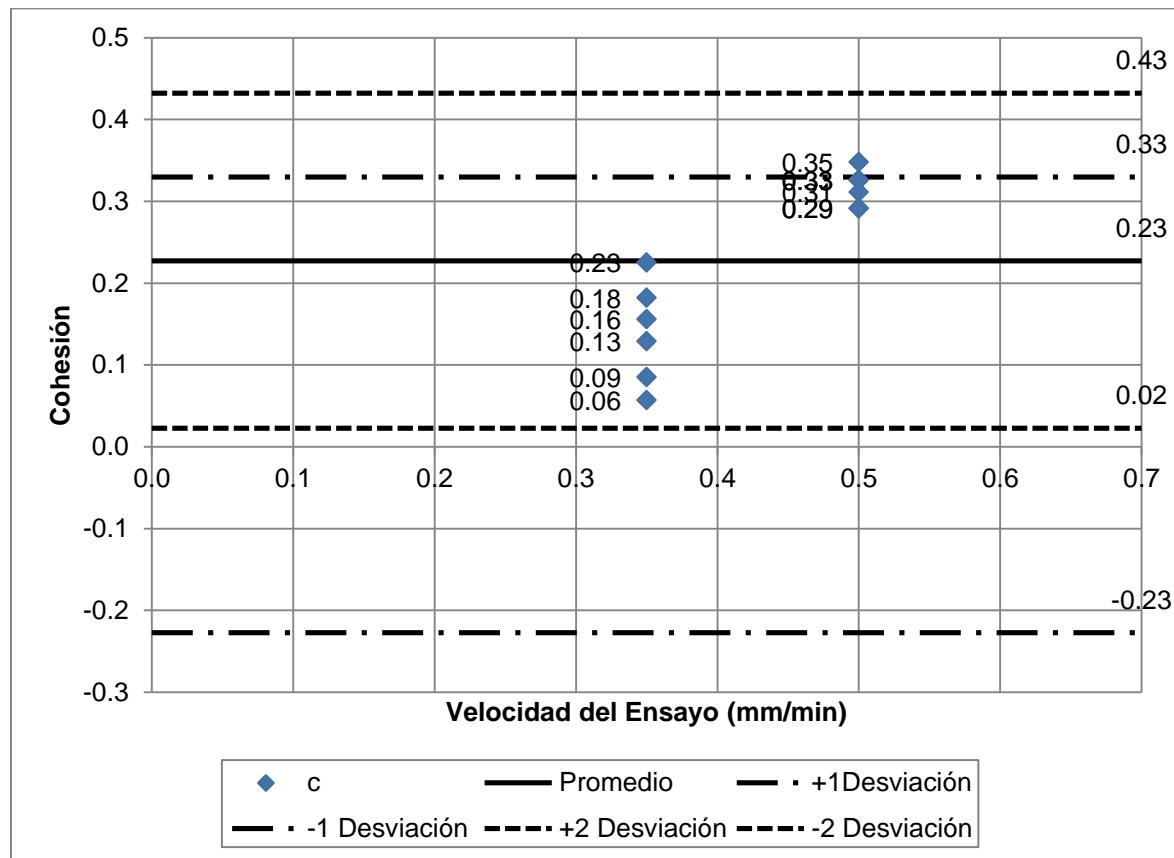
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Desviación de datos. Ángulo de Fricción vs Densidad



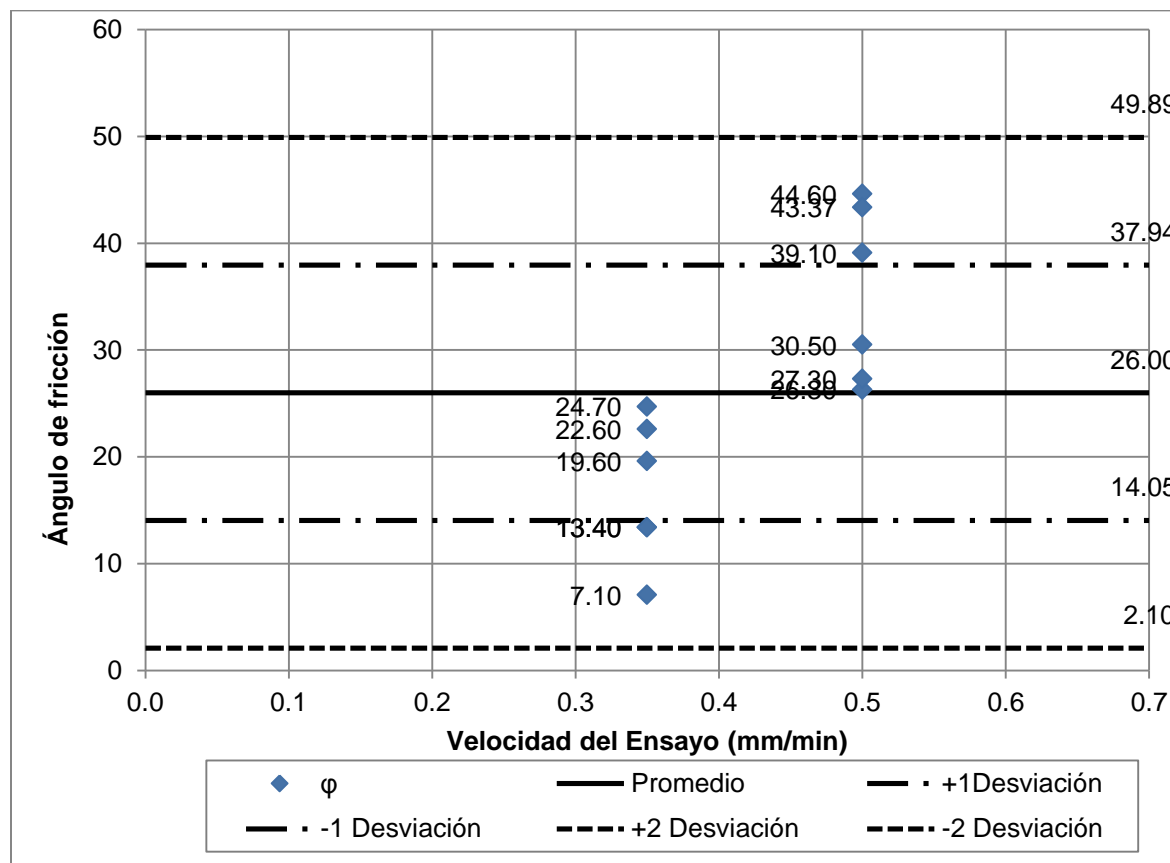
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Desviación de datos. Cohesión vs Velocidad de Ensayo



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE UNA ROCA BLANDA DEGRADADA EN UN TALUD EN LA VÍA BOGOTÁ-TUNJA.**

**DESCRIPCIÓN:** Desviación de datos. Ángulo de Fricción vs Velocidad de Ensayo



ANEXO 2

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES  
(Licencia de uso)

Bogotá, D.C., de Enero de 2014

Señores  
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.  
Pontificia Universidad Javeriana  
Ciudad

Los suscritos:

María Jimena Mogollón Bejarano, con C.C. No 1020760046  
Natalia Niño Infante, con C.C. No 1019061581

En nuestra calidad de autores exclusivos de la obra titulada:  
Variación de los parámetros de resistencia de una roca blanda degradada en un talud en la vía  
Bogotá - Tunja.

(por favor señale con una "x" las opciones que apliquen)

Tesis doctoral  Trabajo de grado  Premio o distinción: Si  No

cual: presentado y aprobado en el año 2013, por medio del presente escrito autorizamos a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZAMOS	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	X	
2. La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca)	X	
3. La consulta electrónica - on line (a través del catálogo Biblos y el Repositorio Institucional)	X	
4. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	X	
5. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	X	
6. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

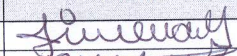

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA: Información Confidencial:**

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si  No

En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
María Jimena Mogollón Bejarano	1020760046	
Natalia Niño Infante	1019061581	

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Civil



ANEXO 3  
BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.  
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO  
FORMULARIO

<b>TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO</b>			
Variación de los parámetros de resistencia de una roca blanda en un talud en la vía Bogotá - Tunja.			
<b>SUBTÍTULO, SI LO TIENE</b>			
<b>AUTOR O AUTORES</b>			
<b>Apellidos Completos</b>		<b>Nombres Completos</b>	
Mogollón Bejarano		María Jimena	
Niño Infante		Natalia	
<b>DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO</b>			
<b>Apellidos Completos</b>		<b>Nombres Completos</b>	
Ocampo Terreros		Manuel Santiago	
<b>FACULTAD</b>			
Ingeniería			
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>			
<b>Tipo de programa ( seleccione con "x" )</b>			
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado
X			
<b>Nombre del programa académico</b>			
Ingeniería Civil			
<b>Nombres y apellidos del director del programa académico</b>			
María Patricia León			
<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b>			
Ingeniero Civil			
<b>PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):</b>			
<b>CIUDAD</b>	<b>AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>	
Bogotá	2013	108	
<b>TIPO DE ILUSTRACIONES ( seleccione con "x" )</b>			
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos
		X	
			X
<b>SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO</b>			
<b>Nota:</b> En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.			
<b>MATERIAL ACOMPAÑANTE</b>			
<b>TIPO</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>FORMATO</b>

	(minutos)		CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					
<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS</b>					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. <i>(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo <a href="mailto:biblioteca@javeriana.edu.co">biblioteca@javeriana.edu.co</a>, donde se les orientará).</i>					
<b>ESPAÑOL</b>			<b>INGLÉS</b>		
Roca blanda, Degradación de rocas,			Weak rock, Rock degradation, Cohesion, Friction		
Cohesión, Ángulo de fricción, Resistencia al			Angle, Shear strength, Moisture, Density, Shales,		
Corte, Humedad, Densidad, Lutitas,			Claystones, Direct shear test.		
Arcillolitas, Ensayo de corte directo					
<b>RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>A la hora de diseñar y construir obras civiles, es muy importante considerar la degradación de rocas, que constituye un gran problema de ingeniería, ya que cuando estos materiales son susceptibles a degradarse, presentan cambios en el volumen y en los parámetros de resistencia. Esto se ve reflejado en la pérdida de resistencia de los terrenos, por ello es necesario avanzar en el estudio de estos materiales y reconocer su importancia dentro de los distintos proyectos de la ingeniería civil.</p> <p>En esta investigación se evaluó el efecto que tiene la variación del contenido de humedad (grado de saturación), de la densidad y de la velocidad de falla en los parámetros de resistencia al corte, cohesión <math>c</math> y ángulo de fricción <math>\phi</math>, en rocas blandas. El material estudiado proviene de un talud ubicado sobre la Ruta Nacional 55 (concesión Briceño- Tunja- Sogamoso) que presenta constantes problemas de inestabilidad; se evaluaron los parámetros de resistencia del material por medio de ensayos de corte directo, para lo cual fue necesario proponer métodos para el armado de las muestras y controlar su granulometría, humedad y densidad.</p> <p>It is very important to consider the degradation of rocks in the designing and building of engineering projects, which is a major problem, because when these materials are susceptible to degradation have changes in the volume and strength parameters. This is reflected in the loss of strength of the land, so it is necessary to advance the study of these materials and recognize its importance in various civil engineering projects.</p> <p>In this study is evaluated the effect of varying the moisture content, the density and velocity parameters failure shear strength, cohesion <math>c</math> friction angle <math>\phi</math>, in weak rock. The material studied comes from a slope located on National Route 55, which having constant problems of instability, the strength parameters of the material were evaluated with direct shear tests, it was necessary to propose methods for assembling samples and control grain size , moisture and density .</p>					