



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

MAGISTER EN GEOTECNIA APLICADA

TRABAJO DE TITULACIÓN.

Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelo arcillo-limo-arenoso de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL

Autor: Mata Larreátegui, Diego Fernando

Directora: Esparza Villalba, Carmen Antonieta

LOJA – ECUADOR

2021



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2021

Aprobación de la directora del trabajo de titulación

Loja, 5 de octubre, 2021

Doctor.

José Vidal Tamay Granda.

Coordinador de la maestría en Geotecnia aplicada de la UTPL.

Ciudad. -

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelo arcillo-limo-arenoso de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL, realizado por Diego Fernando Mata Larreátegui, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho trabajo de titulación ha sido revisado por la herramienta anti plagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Carmen Antonieta Esparza Villalba,

Mgr C.I: 1711239713

Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Diego Fernando Mata Larreátegui, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor del Trabajo de Titulación denominado: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelo arcillo-limo-arenoso de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL, del Programa de posgrados de Ingeniería Civil, específicamente de los contenidos comprendidos en: Introducción, Capítulo 1. Estado del arte de la resistencia al cortante de los suelos, Capítulo 2. Materiales y métodos, Capítulo 3. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones, siendo Carmen Antonieta Esparza Villalba directora del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Autor: Diego Fernando Mata Larreátegui

C.I.: 1103221741

Dedicatoria

A mis amadas hijas Sonia y Luciana, quienes con su luz iluminan la tierra y el cielo de mi mundo, son el mejor regalo que la vida pudo darme.

Agradecimiento

A Dios, un eterno agradecimiento, por tener a Leonardo y Sonia como mis padres, no conozco seres humanos más maravillosos que ellos, gracias por su inmenso amor. A mis queridos hermanos, por las memorias de la infancia, por la amistad, amor y ejemplo del aquí y ahora, gracias por ser parte esencial de mi vida. A mi pequeño Joaquín que con su sonrisa alegre y da vida a nuestra casa. A mi hija Sonia quien es mi amiga y mi primer amor. A mi angelito Lucina, por cuidarme y enseñarme a vivir en la tierra con el corazón en el cielo.

Índice de contenidos

Caratula	I
Aprobación de la directora del trabajo de titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenidos	VII
Índice de tablas.....	IX
Índice de figuras.....	IX
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción	3
Capítulo Uno:.....	5
Estado del arte.....	5
1.1. Suelo	5
1.1.1. Clasificación del suelo	6
1.1.2. Propiedades de los suelos.....	7
1.1.3. Muestreo de los suelos	8
1.2. Resistencia al corte.....	10
1.2.1. Ángulo de fricción interna	11
1.2.2. Cohesión	11
1.3. Criterio de falla de Mohr- Coulomb	12
1.3.1. Círculo de Mohr y envolvente de falla	12
1.4. Ensayos de laboratorio	13
1.4.1. Corte Directo.....	13
1.4.2. Triaxial	15
1.5. Correlación de datos.....	19
1.5.1. Coeficiente de correlación.....	20
Capítulo Dos:	22
Materiales y métodos	22
2.1. Generalidades	22
2.2. Área de estudio.....	22

2.2.1. Localización geográfica	22
2.2.2. Clima	23
2.2.3. Geología Regional	23
2.3. Metodología	25
2.3.1. Extracción de muestras	25
2.3.2. Ensayos de caracterización de material.....	25
2.3.3. Elaboración de probetas remoldeadas.....	29
2.3.4. Ensayos mecánicos en probetas	30
Capítulo Tres:	34
Resultados.....	34
3.1. Caracterización de materia prima	34
3.2. Ensayos mecánicos.....	35
3.2.1. Ensayo de corte directo	35
3.2.2. Ensayo triaxial	37
3.3. Correlación de datos.....	38
3.3.1. Correlación de cohesión entre corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos) ...	39
3.3.2. Correlación de cohesión entre corte directo y triaxial (esfuerzos totales)	40
3.3.3. Correlación de ángulo de fricción entre corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)	42
3.3.4. Correlación de ángulo de fricción entre corte directo y triaxial (esfuerzos totales)	
43	
Conclusiones	46
Recomendaciones	48
Referencias.....	49
Apéndice.....	55

Índice de tablas

Tabla 1 Cantidad requerida de muestras de suelo alterado.....	9
Tabla 2 Valores para interpretar el coeficiente de correlación.....	20
Tabla 3 Resultados de ensayos físicos de laboratorio.....	34
Tabla 4 Resultado de análisis granulométrico.....	34
Tabla 5 Resultados de clasificación de suelos.....	35
Tabla 6 Parámetros de resistencia al corte mediante ensayo de corte directo.....	36
Tabla 7 Parámetros de resistencia al corte mediante ensayo triaxial.....	37
Tabla 8 Correlación de cohesión entre los resultados de corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos).....	39
Tabla 9 Correlación de cohesión entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales).....	41
Tabla 10 Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos).....	42
Tabla 11 Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales).....	44

Índice de figuras

Figura 1 Clasificación del suelo según el tamaño de sus partículas.....	6
Figura 2 Diagrama de círculo de Mohr y envolvente de falla.....	13
Figura 3 Esquema de las fuerzas que actúan en el ensayo de corte directo.....	14
Figura 4 Marco de un aparato de corte directo.....	14
Figura 5 Esquema general de una cámara triaxial.....	16
Figura 6 Círculos de Mohr en rotura de ensayo CD.....	17
Figura 7 Círculos de Mohr en rotura de ensayo CU.....	18
Figura 8 Círculos de Mohr en rotura de ensayo UU.....	19
Figura 9 Diagrama de dispersión.....	19

Figura 10	<i>Procedimiento metodológico de la investigación</i>	22
Figura 11	<i>Ubicación geográfica de la zona de estudio</i>	23
Figura 12	<i>Mapa geológico de la zona de estudio</i>	24
Figura 13	<i>Extracción de muestras alteradas en situ</i>	25
Figura 16	<i>Ensayo de límite líquido</i>	27
Figura 17	<i>Ensayo de límite plástico</i>	28
Figura 18	<i>Ensayo de análisis granulométrico</i>	29
Figura 14	<i>Compactación de muestras</i>	29
Figura 15	<i>Perfilado de muestras remoldeadas</i>	30
Figura 19	<i>Equipo para ensayo de corte directo</i>	31
Figura 20	<i>Equipo para ensayo triaxial</i>	32
Figura 21	<i>Fase de saturación de la probeta</i>	32
Figura 22	<i>Falla de corte en ensayo triaxial</i>	33
Figura 23	<i>Correlación de cohesión entre los resultados de corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)</i>	39
Figura 24	<i>Correlación de cohesión entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales)</i>	41
Figura 25	<i>Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)</i>	43
Figura 26	<i>Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales)</i>	44

Resumen

Los parámetros de resistencia al corte de los suelos son fundamentales en la determinación de la capacidad de carga de un suelo, lo cual a su vez influye en el diseño y construcción de varias obras civiles. Por lo tanto, la presente investigación se realizó con el fin de correlacionar los parámetros de cohesión y ángulo de fricción obtenidos mediante el ensayo de corte directo y triaxial. Para ello se obtuvo muestras alteradas del campus II de la UTPL, para la realización de probetas remoldeadas que permitieran ejecutar los dos ensayos. De cada ensayo se logró obtener un valor de cohesión y ángulo de fricción, y en base a estos resultados se correlacionó los parámetros de resistencia al corte obtenido mediante el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial consolidado no drenado, obteniendo así una correlación negativa fuerte en los parámetros de cohesión iguales a -0.79 y -0.71, y una correlación positiva fuerte de 0.62 y 0.53 en los parámetros de ángulo de fricción.

Palabras claves: resistencia al corte, cohesión, ángulo de fricción, correlación.

Abstract

The shear strength parameters of soils are fundamental in determining the bearing capacity of a soil, which in turn influences the design and construction of various civil works. Therefore, the present investigation was carried out in order to correlate the cohesion and friction angle parameters obtained by direct and triaxial shear test. For this purpose, altered samples were obtained from campus II of the UTP, for the realization of remolded specimens that allowed the execution of the two tests. From each test a value of cohesion and friction angle was obtained, and based on these results, the shear strength parameters obtained from the direct shear test and the consolidated drained triaxial test were correlated, thus obtaining a strong negative correlation in the cohesion parameters equal to -0.79 and -0.71, and a strong positive correlation of 0.62 and 0.53 in the friction angle parameters.

Keywords: shear strength, cohesion, friction angle, correlation.

Introducción

A través del tiempo la conceptualización de suelo ha ido cambiando y percibiendo diferentes miradas, desde una concepción de vida hasta abarcar el tema geológico (inorgánico) (Crespo, 2004). Actualmente se define como un sistema dinámico, y muy complejo, en el que se suceden procesos físicos, químicos, biológicos y mecánicos (Montaño et al., 2018). Según Ibáñez (2011) el suelo es un recurso esencial para el desarrollo de cualquier ciudad.

Hoy en día varios aspectos como; la falta de conocimiento, la vacilación en la aplicación de la norma, y la no consideración de los parámetros estructurales del suelo, en la construcción de las obras civiles, dan como consecuencia edificaciones sensibles, zonas pobladas vulnerables, y un crecimiento desordenado de las ciudades (Guartán, 2010).

En Ecuador el desarrollo de muchas ciudades y asentamientos urbanos han tenido lugar sobre suelos cohesivos (García, 2017). Como es el caso de la ciudad de Loja, cuya gran parte de su extensión, está cubierta principalmente por depósitos lacustres formados a su vez por estratos de suelo arcilloso (Encarnación, 2013).

La mayor parte de las fallas en las estructuras se producen por esfuerzos cortantes, por lo que la resistencia al corte del suelo constituye una característica fundamental a la que se liga la capacidad de los suelos (Bonifaz et al., 2013). La resistencia al corte de los suelos es uno de ellos, sus parámetros de cohesión y coeficiente de fricción son fundamentales al momento de planificar, diseñar, y construir obras civiles (Medina & Salazar, 2009). Estos parámetros son obtenidos básicamente por medio de dos ensayos de laboratorio, que son; el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial (García, 2017).

Los datos obtenidos mediante el ensayo triaxial, son mucho más confiables que los datos obtenidos en el ensayo de corte directo, pero debido al alto costo y difícil acceso del ensayo triaxial los profesionales de la construcción optan por realizar ensayos de corte

directo, que brindan parámetros muy cercanos a los reales, a un menor costo y a condiciones de ensayo menos exigentes (Duque & Escobar, 2016).

En base a los antecedentes antes mencionados se ha propuesto el presente trabajo , que tiene como finalidad determinar la correlación existente entre los parámetros de resistencia al corte de los suelos obtenidos mediante el ensayo triaxial y el ensayo de corte directo, para lograr este objetivo se han propuesto los siguientes objetivos específicos: (1) Ejecutar los ensayos de corte directo y triaxial en muestras de suelos; (2) Realizar un análisis comparativo entre los parámetros de resistencia al corte de los suelos, obtenidos mediante el ensayo triaxial y el ensayo de corte directo; (3) Establecer una correlación entre los resultados obtenidos en los ensayos triaxial, y el ensayo de corte directo; (4) Establecer una ecuación matemática entre los ensayos de corte directo y el ensayo triaxial.

El desarrollo de la presente investigación, se inicia con la toma de muestras de suelo en el Campus II de la UTPL, para determinar las propiedades físicas del suelo y clasificarlo mediante la metodología SUCS. Posteriormente, se realiza 30 probetas remoldeadas para poder analizarlas mediante el ensayo de corte directo consolidado drenado (CD) y el ensayo triaxial consolidado no drenado (CU), por último, mediante correlaciones se analizarán y compararán los resultados de cohesión y fricción obtenidos mediante los dos ensayos, para determinar una ecuación matemática que ajuste los resultados de ensayo de corte directo ante un triaxial.

Este trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos; el primero llamado marco teórico, en el cual se puntualiza algunos conceptos básicos para el desarrollo de la investigación. En el segundo capítulo se muestra la zona de estudio y la metodología realizada tanto para la obtención de materia prima como para la realización de ensayos. El tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos y se analiza cada uno de ellos, para finalmente terminar la investigación con algunas conclusiones y recomendaciones.

Capítulo uno

Estado del arte

1.1. Suelo

El suelo es una delgada capa que recubre la corteza terrestre del planeta, su grosor varía desde centímetros hasta varios metros, está compuesto por aire, agua, materia orgánica proveniente de la descomposición de plantas y animales, además de minerales como arcillas, arenas, limos (Montaño et al., 2018). Usualmente en esta composición predominan los minerales, sin embargo, en algunos casos los suelos orgánicos pueden contener hasta el 75% o más de materia orgánica (Aguirre, 2007)

En el campo de la ingeniería civil el suelo es un conjunto de partículas que son producto de la desintegración o la descomposición químicas de rocas ya existentes (Crespo, 2004).

De acuerdo con Diaz (2014) suelo es un depósito formado por el intemperismo físicos, químico o biológico del material de la corteza terrestre. Existen varios agentes formadores de los suelos entre los principales se encuentran: el clima, los organismos vivos, material originario, topografía y tiempo (Porta et al., 2014).

- Clima: influye de manera directa sobre el suelo, es el encargado de proporcionar energía y agua, además de condicionar la intensidad de meteorización sobre el material originario. Los elementos climáticos más importantes dentro de la formación del suelo es la precipitación y la temperatura (Sanzano, 2019).
- Organismos vivos: Los organismos dependen del clima y el suelo para desarrollarse y modificarlos de tal manera que se favorecen mutuamente, mientras más pequeños son los organismos mayores son las propiedades en el suelo (Alvarado, 1985).
- Material Originario: Es el que define el color, la textura, la estructura y mineralogía del suelo, sin embargo, la composición química y mineralógica de este material influye en la velocidad de meteorización como en la fertilidad de ese suelo (Sanzano, 2019).

- Topografía: se refiere a la configuración de la superficie de la tierra, este factor es muy importante ya que de acuerdo a la posición en que se encuentre, el suelo puede ser receptor o transportador de agua (Food and Agriculture Organization [FAO], 2009)
- Tiempo: es el factor independiente ya que no depende de ningún otro factor, es la edad que toma al material originario en interactuar con el clima, el relieve, la topografía para la formación del suelo (Morrás, 2008).

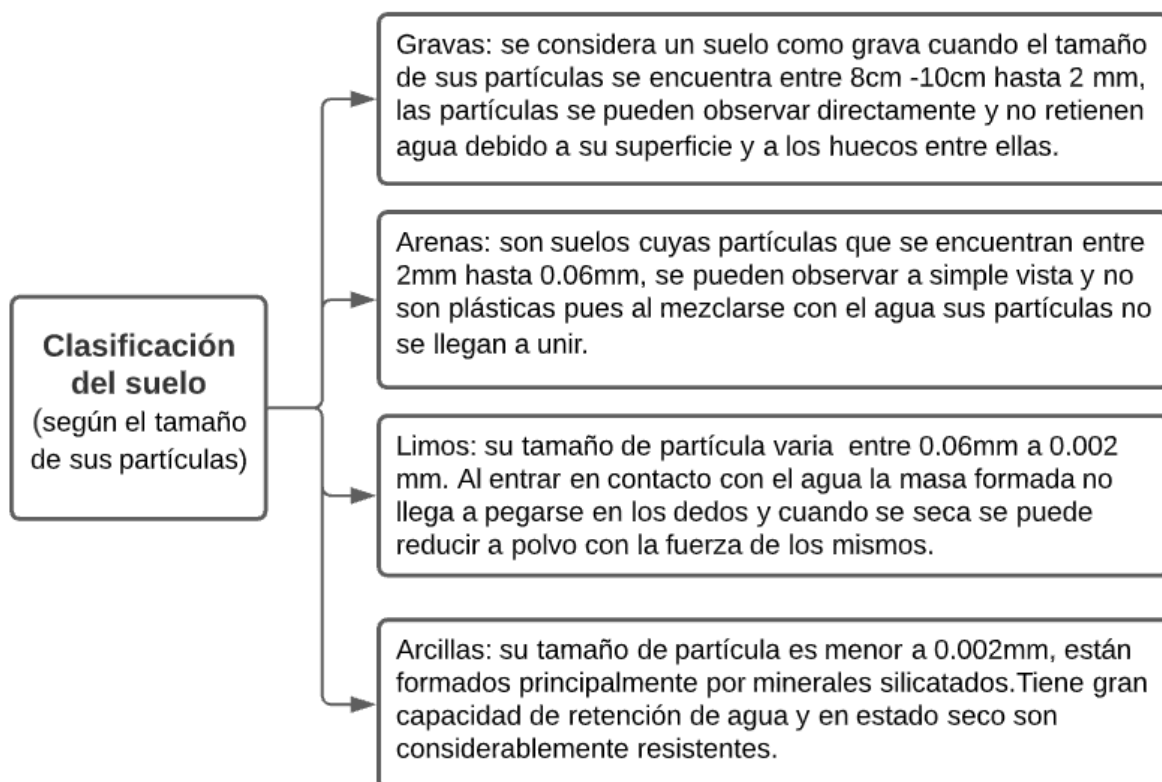
1.1.1. Clasificación del suelo

En la construcción de cimentaciones, terraplenes y otras estructuras es muy importante tener en cuenta la clasificación del suelo, ya que de acuerdo con su tamaño de partícula cada uno propiedades diferentes (Macías et al., 2018).

Según el tamaño de sus partículas el suelo se divide en cuatro grandes grupos (González De Vallejo et al., 2002).

Figura 1

Clasificación del suelo según el tamaño de sus partículas



Nota. Adaptado de González De Vallejo et al.(2002)

Existen dos sistemas de clasificación del suelo: Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

El sistema SUCS fue propuesto en 1942 por Arturo Casagrande, su clasificación se realiza en torno a dos categorías: Suelos de granos gruesos y suelos de grano fino. Los primeros son fracciones de suelo que son retenidas en el tamiz N°200, mientras que los suelos de grano fino son las fracciones de suelo que pasan dicho tamiz (Chacón et al., 2016).

El sistema de clasificación AASHTO fue desarrollado en 1929 y perfeccionado a lo largo de los años. Este sistema divide al suelo en 7 grupos: los suelos A-1, A-2, A-3 son aquellos que se retienen en el tamiz N°200 en un 35% o menos, los suelos A-4, A-5, A-6, A-7 son aquellos que más del 35% pasan el tamiz N°200 (Das, 2001).

1.1.2. *Propiedades de los suelos*

De acuerdo con Ramírez (1997), el suelo tiene propiedades físicas, químicas y biológicas. Las propiedades físicas pueden ser fundamentales y derivadas, entre las más importantes se encuentran las siguientes:

- **Densidad:** existen dos tipos de densidad: la real y la aparente. La densidad real es la relación que existe entre el volumen de las partículas del suelo y el volumen de estas sin considerar los poros, mientras que la densidad aparente es la relación que existe entre la masa y el volumen del suelo, incluyendo el espacio poroso entre sus partículas.
- **Textura:** se refiere a la forma y tamaño de las partículas del suelo, dependiendo de esta propiedad el suelo se divide en limos, arcillas y arenas. La textura influye directamente sobre la capacidad de retención del suelo, la infiltración, aireación, drenaje entre otras más (Díaz, 2014).
- **Estructura:** Es la manera como se agregan o se unen las partículas del suelo. De este factor depende la infiltración, la aireación y la humedad. Según sea el tipo de estructura

que se forme dependerá la resistencia del suelo (Ramírez, 1997). La mejor manera para saber la estructura de un suelo es cuando se encuentra en estado seco, se puede describir la estructura de un suelo según el tipo, tamaño y grado de agregados (Food and Agriculture Organization [FAO], 2009).

- **Color:** muestra un conjunto de información del suelo, así como también, las propiedades físicas y químicas del suelo (Warr, 2015). Los colores oscuros indican un suelo con presencia de materia orgánica, los colores rojos indican un suelo con buen drenaje y aireación, los suelos con los colores blancos o grises indican presencia de cuarzos, caolinita u otro tipo de arcillas con minerales silicatados (Jaramillo, 2002).
- **Consistencia:** se define como el grado de adherencia que pueden llegar a tener las partículas de suelo entre sí, en otras palabras, es la resistencia del suelo a ser deformada. La consistencia es mayor cuando el suelo se encuentra en estado seco (Moreno & Ibáñez, 2010).

1.1.3. Muestreo de los suelos

Para poder caracterizar un suelo y conocer las propiedades del mismo, es necesario contar con muestras representativas del suelo en estudio. Según Crespo (2004), las muestras pueden ser de dos tipos: muestras alteradas y muestras inalteradas.

El muestreo se realiza de acuerdo con la metodología impuesta por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), para el presente proyecto la normativa para realizar la toma de muestras alteradas es la NTE INEN 686, mientras que, para toma de las muestras inalteradas es la normativa NTE INEN 687.

1.1.3.1. Muestras alteradas

Este tipo de muestras son aquellas que no conservan las características del suelo in situ (Carrasco, 2016). Muchas de las veces se conserva la humedad de la muestra metiéndolas en bolsas de plástico.

Según la NTE INEN 686 (1987), las muestras alteradas se deben tomar cada vez que cambie el tipo de suelo o por lo menos una por metro. La cantidad de muestra requerida para caracterizar un suelo depende del tipo de ensayo que se va a realizar como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Cantidad requerida de muestras de suelo alterado

Propósito de la muestra	Tipo de suelo	Masa(kg)
Ensayos de identificación, contenido natural de agua y ensayos químicos	Suelos cohesivos y arenas	1
	Suelos gravosos	5
Ensayos de compactación	Suelos cohesivos y arenas	20
	Suelos gravosos	30
Exámenes de compresión de materiales de construcción, incluyendo suelos estabilizados	Suelos cohesivos y arenas	25-50*
	Suelos gravosos	50-100*

Nota. Adaptado de la (NTE INEN 686, 1987).

La recolección de muestras alteradas afecta directamente a las propiedades geotécnicas del suelo. La alteración de las muestras puede deberse a razones mecánicas, físicas y químicas. Existen dos tipos de alteración: primaria y secundaria; la alteración primaria es causada por el muestreador durante el muestreo, mientras que la alteración secundaria se produce después del muestreo, es decir durante el envío y almacenamiento de las muestras (Dinh, 1981).

1.1.3.2. Muestras inalteradas

Según Galvez (2014) este tipo de muestras son aquellas que no se ven afectadas por el muestreo, es decir conservan la estructura y las características del terreno in situ. Las muestras recolectadas son previamente limpiadas, para después colocar parafina en todas las caras de la muestra, de esta manera se logra que la muestra conserve las mismas características del sitio donde fue muestreado (Herrera & Castilla, 2012). Según SIAPA (2014)

existen varios métodos para la obtención de muestras inalteradas entre ellas se encuentran las siguientes:

- Muestreo en pozos a cielo abierto (PCA)
- Muestreo con tubo de pared delgada
- Muestreo con tubo dentado
- Muestreo con barril Denison
- Muestreo en suelos duros y rocas

La normativa NTE INEN 687 (1982) describe el procedimiento para la obtención de muestras inalteradas. Y a su vez expone que para que una muestra sea inalterada se debe definir la capacidad del muestreador y que exista un rozamiento mínimo entre las paredes del muestreador y la muestra.

Se requieren de algunos equipos para la obtención de este tipo de muestras, pero depende especialmente del tipo de muestreo que se realice, en tal caso para un muestreo mediante perforaciones se puede utilizar el siguiente equipo: Equipo de perforación, muestreadores, dispositivos de aplicación de carga.

Para un muestro en pozos de cielo abierto se dispondrá de: Herramientas de excavación, herramientas de corte y tallado, moldes de muestreadores.

1.2. Resistencia al corte

La resistencia al corte se define como la capacidad de suelo para poder resistir a las cargas que se apliquen sobre ellos sin que estos lleguen a fallar. En 1973, Charles Coulomb establece el criterio mas importante en la resistencia al corte, mediante análisis experimentales determinó que, los esfuerzos de corte a traves de una plano dado eran resistidos por un factor de adherencia o cohesión del material y una constante de fricción (Donnelly & Rigbey, 1998).

Según Das (2015) la resistencia al cizallamiento no solo depende de la cohesión y fricción sino tambien de parametros como: el contenido de humedad y la presión del agua

en la masa del suelo. Entender los principios que rigen la resistencia al corte de un suelo es muy importante, pues gracias a ellos se podrá analizar factores como la capacidad de carga en cimentaciones superficiales, la estabilidad en taludes, la presión lateral del suelo entre otros.

La resistencia al esfuerzo cortante de los suelos viene representada por la teoría de falla de Mohr -Coulomb, el cual expresa que la resistencia de un suelo viene en función de los esfuerzos desarrollados en el máximo de la curva esfuerzo deformación.

1.2.1. Ángulo de fricción interna

El ángulo de fricción interna es la representación matemática del coeficiente de rozamiento.

$$\text{Coeficiente de rozamiento} = \tan \phi$$

Según Rosales (2007) es el ángulo que forma la envolvente de falla de Mohr-Coulomb en la representación gráfica de un ensayo triaxial o en el ensayo de corte directo.

En suelos granulares secos el ángulo de fricción es igual al ángulo de reposo, mientras que en suelos arcillosos la fricción es despreciable por lo cual el ángulo de fricción es cero. El ángulo de fricción depende de varios factores entre ellos se encuentran los siguientes: tipo de mineral del cual está constituido el suelo, tamaño de las partículas, la forma de las partículas, la distribución de las partículas, según sean bien gradados o mal gradados, la microestructura u organización de las partículas, densidad, permeabilidad, presión normal (Suarez, 2009).

1.2.2. Cohesión

Según (Crespo, 2004) la cohesión se define como la capacidad que tienen las partículas para adherirse entre ellas por causa de las fuerzas moleculares. La cohesión se utiliza para representar la resistencia al cortante producida por la adherencia entre las partículas. En suelos granulares sin ningún tipo de material cementante la cohesión se considera nula por ello se denominan suelos no cohesivos (Suarez, 2009). Las arcillas por

otro lado son consideradas como suelos cohesivos ya que contienen mayor cantidad de material cementante lo cual hace que tengan mayor cohesión (Mendivil & Maira, 2016).

1.3. Criterio de falla de Mohr- Coulomb

En el año de 1900 Mohr presenta su teoría de ruptura de materiales donde se expone que un material falla debido a la combinación de un esfuerzo normal y esfuerzo cortante. Dicha relación se puede representar mediante una curva (Das, 2015). A lo largo del tiempo se ha venido utilizando para la resolución de problemas mecánicos de suelos la teoría de Coulomb, en ella se expone que el esfuerzo cortante límite está en función del esfuerzo normal actuante en el plano de falla y existe una ley lineal de variación entre esos dos tipos de esfuerzos (Juárez & Rico, 2005).

Teniendo en cuenta estas dos teorías Juárez & Rico (2005) exponen que uno de los mejores criterios de falla hoy disponibles es la generalización de las teorías de Mohr y coulomb, representada por la siguiente ecuación:

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \quad \text{Ec (1)}$$

Donde:

τ_f : Resistencia al cortante del suelo.

c : Cohesión.

σ : Esfuerzo normal al plano de falla.

ϕ : Ángulo de fricción interna.

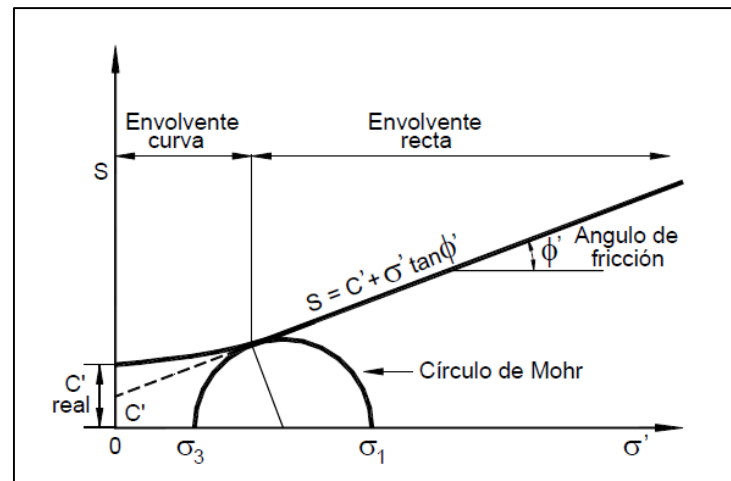
1.3.1. *Círculo de Mohr y envolvente de falla*

El método más común para la representación de los resultados de un ensayo de corte es el diagrama de Mohr. El círculo representa un ensayo triaxial y la envolvente de los círculos representa el estado de los esfuerzos en el momento de una falla cortante (Suarez, 2009). Según Romer & Vaca (2018) el círculo de Mohr es la manera gráfica de representar el estado tensional en un punto, el cual genera tensiones normales y tangenciales en un plano, producto de la aplicación de cargas externas al cuerpo en estudio.

En el diagrama se definen los valores de esfuerzo máximo y mínimo. El círculo de Mohr utiliza la envolvente de falla Mohr-Coulomb para representar la resistencia al cortante de los suelos. Cada punto de la envolvente de falla corresponde a los esfuerzos que producen la falla al cortante (Suarez, 2009).

Figura 2

Diagrama de círculo de Mohr y envolvente de falla



Nota: Adaptado de Suarez (2009)

1.4. Ensayos de laboratorio

Según Das (2015), las propiedades geotécnicas de un suelo como; granulometría, límites de Atterberg, compresión, y resistencia al cortante se pueden obtener mediante pruebas de laboratorio. La cohesión y el ángulo de fricción, componentes principales de la resistencia al corte de los suelos puede obtenerse de diferentes maneras entre ellas la prueba de corte directo y la prueba de compresión triaxial (Crespo, 2004).

1.4.1. Corte Directo

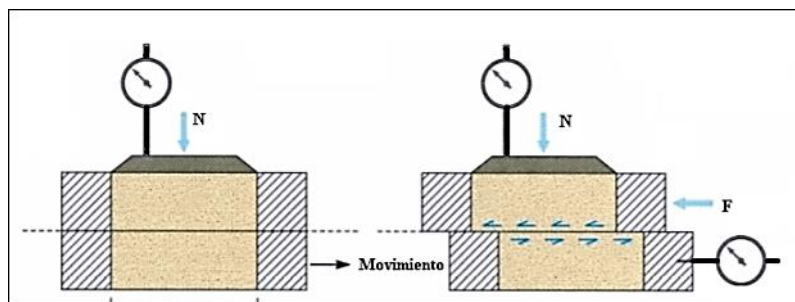
Este ensayo consiste en deslizar una porción de suelo a lo largo de un plano de falla de otra porción de suelo. Esto por acción de una fuerza horizontal que va incrementando mientras se aplica una carga normal al plano que se va moviendo (Suárez, 2013).

Este tipo de ensayo a diferencia del ensayo triaxial es mucho más sencillo de realizar, y menos costoso, es por ello que muchas de las veces prefieren realizar el ensayo de corte

que el triaxial (Schweckendiek et al., 2015). De acuerdo con Liu (2006) el ensayo de corte directo este sujeto a varias críticas ya que no se pueden definir los estados de tensión y deformación de la muestra, es decir solo se dispone de datos de esfuerzo cortante horizontal y esfuerzo vertical, los datos de deformación no se logran obtener debido a la falta de uniformidad en toda la muestra.

Figura 3

Esquema de las fuerzas que actúan en el ensayo de corte directo

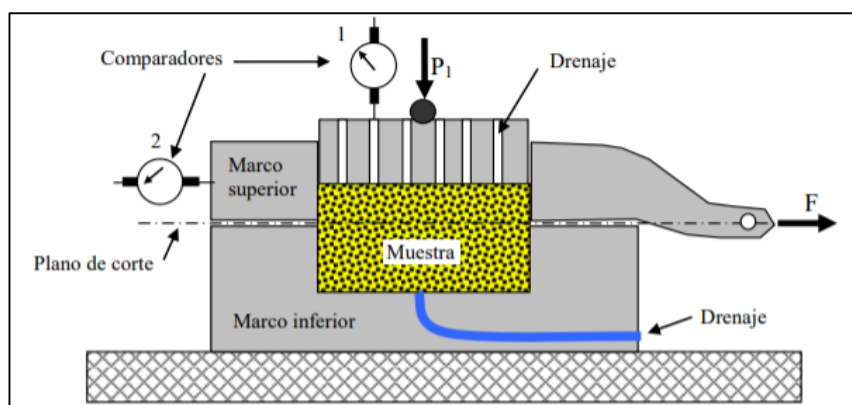


Nota: Adaptado de (González De Vallejo et al., 2002)

El aparato de corte directo consta de dos marcos, un marco interior fijo y un marco superior móvil. El marco superior se desliza en forma horizontal sobre el fijo. La muestra se coloca dentro del aparato de corte directo, en la parte superior se coloca una piedra porosa para permitir el drenaje, seguidamente se somete la probeta a una carga vertical para poder desarrollar la tensión normal (Leoni, 2008).

Figura 4

Marco de un aparato de corte directo



Nota: Adaptado de (Leoni, 2008)

De acuerdo con las condiciones de drenaje y consolidación de la muestra. Existen tres tipos de ensayos de corte directo:

- Ensayo no consolidado no drenado (UU): No se permite el drenaje de la muestra en ningún momento de la prueba, por lo cual, no se requiere de tiempo para que la muestra se consolide y la presión de poros se disipe. El corte se inicia antes de la consolidación de muestra, pues se requiere un pequeño periodo de tiempo antes q se produzca el fallo (Reddy, 2020).
- Ensayo consolidado no drenado (CU): También se llama prueba rápida consolidada, durante la aplicación de la carga vertical se permite el drenaje absoluto de las muestras, sin embargo, no se permitirá el drenaje cuando se aplique el esfuerzo de corte, de manera que la presión de poros no se disipará en el transcurso del ensayo (Ortiz, 2010).
- Ensayo consolidado drenado (CD): se permite el drenaje antes y durante del ensayo, el suelo se consolida bajo la tensión normal y el corte se mide al aplicar lentamente el esfuerzo de corte a la muestra. En esta prueba no puede existir exceso de presión de poros y se producen cambios en el volumen. En suelos cohesivos la prueba tarda más que en suelos sin cohesión (Reddy, 2020).

1.4.2. Triaxial

La prueba de compresión triaxial es una de las pruebas de laboratorio más confiables y ampliamente realizadas. Permite determinar la resistencia al corte y la rigidez del suelo y de las rocas para su posterior uso en el diseño geotécnico. Los parámetros que se pueden obtener con este tipo de ensayo incluyen: cohesión, ángulo de fricción, resistencia al corte sin drenaje, rigidez al cortante, índice de compresión y permeabilidad (Rees, 2013).

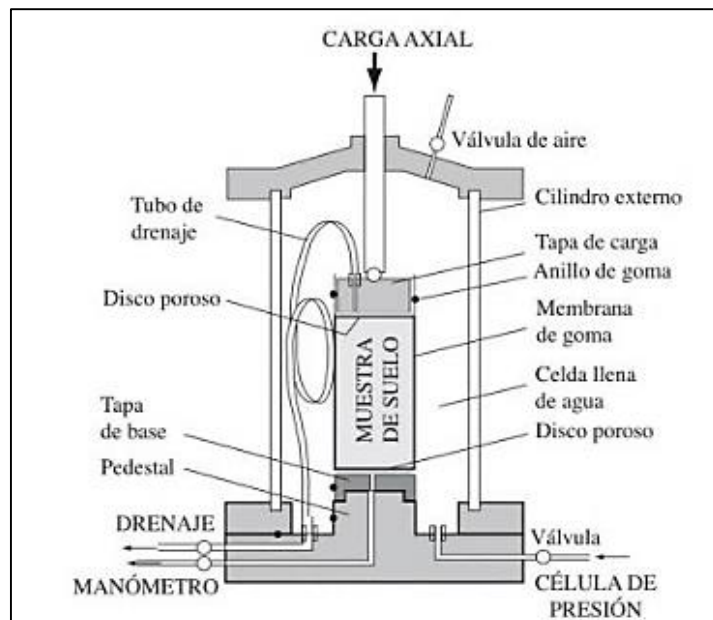
Tiene como finalidad obtener el comportamiento y las propiedades de una muestra de suelo sometido a tres esfuerzos principales (Diaz, 2014). Una de las ventajas más importantes de este tipo de prueba es que se puede controlar los esfuerzos principales, el drenaje en las

muestras y la presión del agua (Mecánica Científica, 2016). Este ensayo consiste en revestir un espécimen cilíndrico de suelo con una membrana de látex y colocarla dentro de una cámara de presión. Este espécimen es colocado entre discos porosos que permitirán el paso del agua para saturar o drenar el cilindro. La carga se transmite por medio de un vástago en la parte superior de la cámara, es así que se ejerce presión con el agua y mediante este vástago, generando esfuerzos en el espécimen tanto lateral como axialmente. Estos esfuerzos son llamados generalmente esfuerzo principal σ_1 y esfuerzos intermedios σ_2, σ_3 (Salas, 2011).

Una vez finalizado el ensayo se extrae la muestra con cuidado y se puede observar el tipo de falla que presenta. La falla ocurrirá a lo largo del plano que ofrezca menor resistencia, es decir la falla será la condición en la cual el suelo no pueda resistir los esfuerzos de corte o cizalla mayores (Balaguera, 2018).

Figura 5

Esquema general de una cámara triaxial



Nota: Adaptado de (Rui, 2020)

Dentro del ensayo triaxial se pueden realizar tres tipos de pruebas, cada uno se diferencia por las condiciones aplicadas durante el ensayo: prueba consolidada-drenada, prueba consolidada-no drenada, prueba no consolidada no drenada.

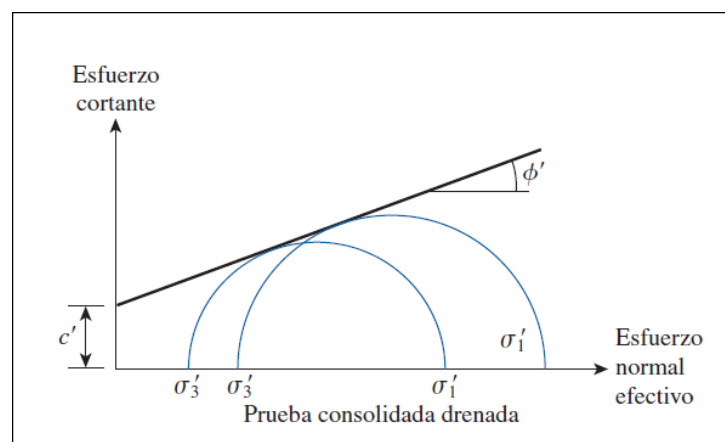
- Prueba consolidada drenada (CD)

En este tipo de prueba la muestra se somete a una presión de confinamiento envolvente, por la compresión del fluido de la cámara. A medida que se aplica la presión de confinamiento la presión de agua también aumenta (Das, 2015). Durante el cizallamiento la carga se aplica a una velocidad suficientemente lenta como para permitir el drenaje de agua y de esta manera no se acumule la presión del agua. En suelos con baja permeabilidad el tiempo necesario para la realización de esta prueba puede durar varios días (Sabatini et al., 2002).

Este tipo de ensayos se usan por lo general en suelos granulares específicamente en arenas, sin embargo se pueden aplicar en suelos finos, pero esto tomara más tiempo para la obtención de resultados (Salas, 2011).

Figura 6

Círculos de Mohr en rotura de ensayo CD



Nota: Adaptado de (Das, 2015)

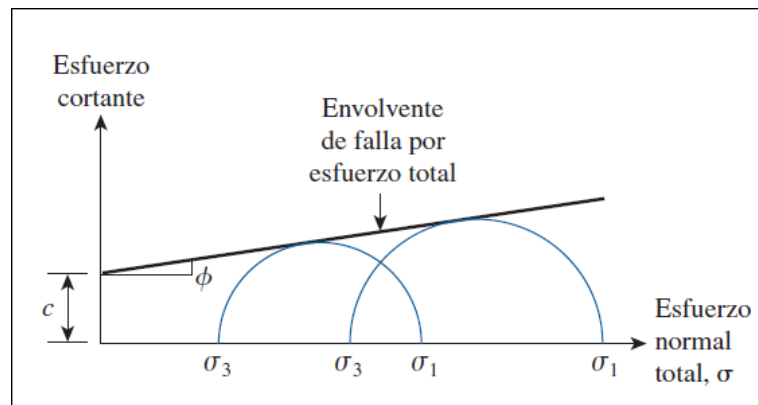
- Prueba consolidada-no drenada (CU)

Este tipo de prueba es la más común de las pruebas triaxiales (Das, 2015), la parte inicial es similar a la consolidada drenada, es decir se deja que la muestra se consolide bajo la presión de confinamiento, el cizallamiento ocurre cuando las líneas de drenaje están cerradas por lo que durante el cizallamiento existe un desarrollo continuo de la presión de

agua de los poros. La presión de poros debe medirse durante cizallamiento de tal modo que se pueda obtener la tensión total y los parámetros de resistencia la tensión efectiva. (Sabatini et al., 2002).

Figura 7

Círculos de Mohr en rotura de ensayo CU

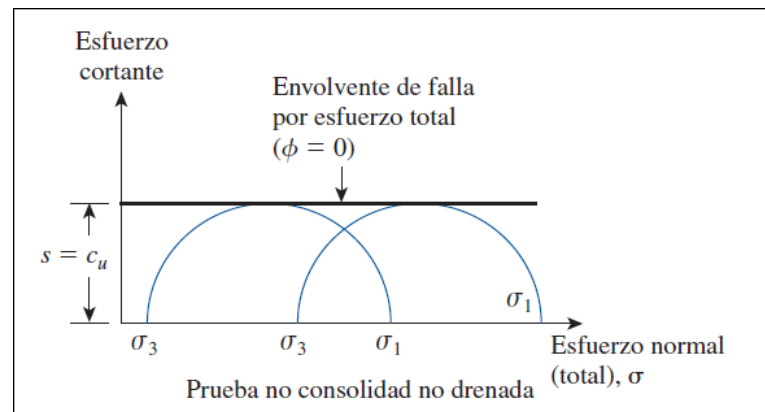


Nota: Adaptado de (Das, 2015)

- Prueba no consolidada no drenada (UU)

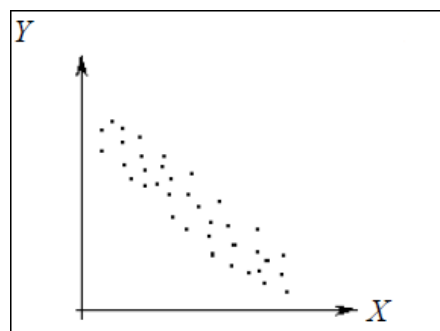
Este tipo de ensayo presenta un cambio con respecto a las dos pruebas anteriores, en este ensayo la válvula de drenaje y de introducción de presión intersticial permanece cerrada. Primero se aplica una presión isotrópica que impide el drenaje, si la probeta está saturada en ausencia de drenaje total la tensión total isotrópica de cámara se transmite al líquido intersticial y por lo tanto las tensiones efectivas en el suelo no varían. Esto hace que al ejecutar el corte o cizallamiento también sin drenaje el desviador de rotura resulte siempre el mismo, midiendo así el incremento de tensión vertical total y la deformación axial (González De Vallejo et al., 2002).

Este tipo de ensayos es realizado generalmente en arcillas. La envolvente de falla para los criterios de Mohr del esfuerzo total se convierten en una línea horizontal, donde el ángulo de fricción es cero y el esfuerzo total es igual a la resistencia al cortante no drenada, la misma que para este caso es igual al radio de los círculos de Mohr (Salas, 2011).

Figura 8*Círculos de Mohr en rotura de ensayo UU**Nota: Adaptado de (Das, 2015)***1.5. Correlación de datos**

Se entiende como correlación a la covariación lineal entre dos variables cuantitativas continuas (Vinuesa, 2016). Según el número de variables se puede obtener dos tipos de correlaciones; positiva y negativa: Una correlación es positiva cuando al crecer o decrecer una de las variables la otra también adopta dicho comportamiento. Y por el contrario una correlación es negativa cuando al crecer una variable la otra decrece (Rosas & Zuñiga, 2018).

La manera más fácil de poder determinar si existe relación entre dos variables es mediante la construcción de un diagrama de dispersión o diagrama de nube de puntos: el mismo que consta de un sistema de coordenadas cartesianas X y Y como lo muestra la figura 8 (Rosas & Zuñiga, 2018).

Figura 9*Diagrama de dispersión**Nota: Adaptado de (Rosas & Zuñiga, 2018)*

1.5.1. Coeficiente de correlación

Es un valor que proporciona información sobre la relación lineal existente entre dos variables, esta relación se basa en dos características; la dirección y la fuerza (Lahura, 2003) se representa mediante la ecuación:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad \text{Ec (2)}$$

La cuantificación de dicha relación se realiza mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (r), este coeficiente es adimensional y mide la intensidad y el sentido de dependencia entre las variables (Batanero et al., 2017). Varía entre -1 y +1, aumenta cuando aumente la cantidad de varianza entre alguno de estas dos variables, mientras más se acerque el valor a uno, el valor de correlación será más fuerte (Vinuesa, 2016). Existen algunos valores para poder interpretar estos resultados como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2

Valores para interpretar el coeficiente de correlación

Descripción	Valores de correlación
Correlación despreciable	$r < 0.1 $
Correlación baja	$ 0.1 < r \leq 0.3 $
Correlación mediana	$ 0.3 < r \leq 0.5 $
Correlación fuerte o alta.	$r > 0.5 $

Nota: Adaptado de (Vinuesa, 2016)

Según Salkind (1998), existe un método más sólido para la interpretación de este coeficiente. Consiste en calcular el coeficiente de determinación (R^2), el cual resulta de elevar al cuadrado el coeficiente de correlación de Pearson.

$$R^2_{xy} = r^2_{xy} \quad \text{Ec (3)}$$

Este coeficiente nos permite medir la cantidad de variación que se puede aplicar una variable con respecto a la otra. Si el valor resultante es igual 1 significa que existe una relación lineal perfecta, mientras que si el valore resultante es 0 significa una independencia total de las variables (Batanero et al., 2017).

Capítulo dos

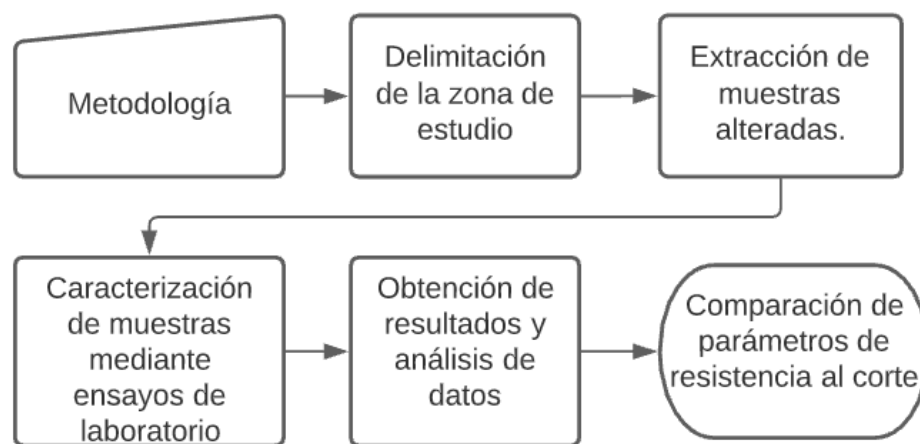
Materiales y métodos

2.1. Generalidades

Para el desarrollo del presente trabajo se ha propuesto la metodología mostrada en la figura 10.

Figura 10

Procedimiento metodológico de la investigación



2.2. Área de estudio

2.2.1. Localización geográfica

La ciudad de Loja se encuentra ubicada al sur de la región interandina (Sierra) de la República del Ecuador, posee una altitud de 2100 m.s.n.m. Tiene una extensión de 285.86 Km², Carigán es la parroquia de mayor extensión en el cantón Loja equivalente al 15.08% del territorio cantonal (1895 Km²).

Para el desarrollo de la presente investigación se tomó como lugar de estudio el campus II de la Universidad Técnica Particular de Loja. Se encuentra ubicada en sector el Valle, barrio San Cayetano Alto, las muestras extraídas fueron obtenidas en la parte Nor-Oriental del campus (Residencia de la Comunidad Idente), cuyas coordenadas son las siguientes:

Coordenadas UTM: 700532.211 E

9559196.544 N

Figura 11

Ubicación geográfica de la zona de estudio



2.2.2. Clima

El clima en la ciudad de Loja se puede considerar templado, las temperaturas varían entre los 9 y 19° C, esto, debido a la topografía y a la presencia de la cordillera de los Andes. Los datos de precipitación varían anualmente desde los 700 y 1700 mm en la ciudad de Loja. En cuanto a la evapotranspiración, el mes de diciembre presenta valores máximos de hasta 66.1mm, mientras que el mes de julio con 55.3 presenta menor evapotranspiración en la ciudad (Plan de Ordenamiento y desarrollo Territorial de Loja (PDYOT), 2014).

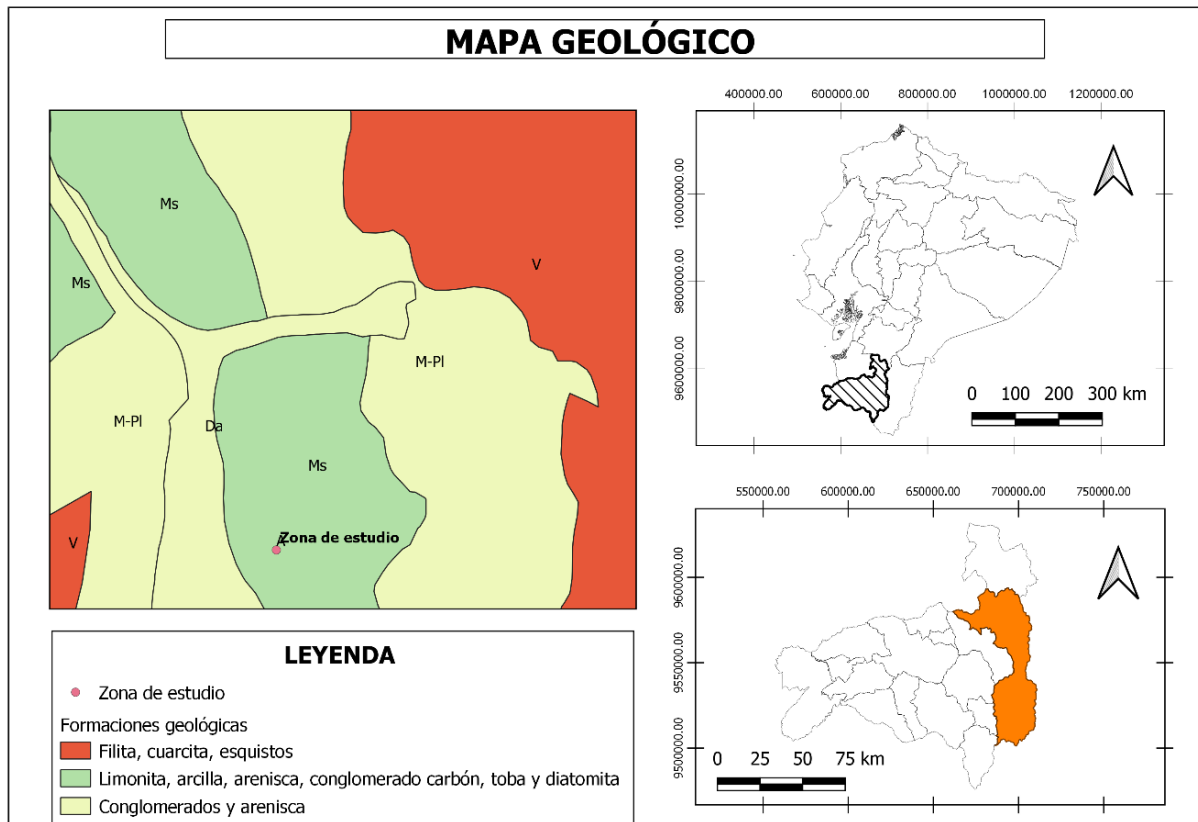
2.2.3. Geología Regional

De acuerdo con Jumbo (2012) la ciudad de Loja se encuentra asentada en la formación Chiguinda, y está compuesta por rocas cuarcitas, filitas esquistos, pizarras así como también rocas de origen sedimentación y material volcánico. La unidad Chiguinda aflora en la parte occidental y oriental de la cuenca de Loja, está constituido estratigráficamente por la formación trigal, formación la Banda, formación Belén, formación San Cayetano y formación Zalapa.

El área de estudio se encuentra en la parte Este de la cuenca de Loja, por lo que de acuerdo con Encarnación (2013) existe la presencia de la formación San Cayetano y de manera discordante a la formación Quillollaco.

Figura 12

Mapa geológico de la zona de estudio



Formación San Cayetano: Aflora en el barrio San Cayetano, con mayor parte al este del río Zamora, se divide en tres miembros: Miembro inferior de areniscas, conformado por areniscas, pequeñas capas de conglomerados y lutitas; Miembro limonitas compuesto por lutitas, capas de diatomita y algunos piroclastos, y finalmente el Miembro superior de areniscas, compuesto por areniscas de color marrón y lutitas.

Formación Quillollaco: Yace con discordancia angular en las formaciones Trigal, Belén y San Cayetano. compuesta por conglomerados granulados con poca presencia de areniscas. Estos conglomerados a su vez presentan clastos metamórficos, filitas, cuarcitas, vetas de cuarzo y esquistos.

2.3. Metodología

El presente proyecto se desarrolló mediante trabajo de campo: extracción y recolección de muestras, así como también trabajo de laboratorio: caracterización del material y realización de ensayo de corte directo y triaxial.

2.3.1. Extracción de muestras

Para los fines de esta investigación se tomó solo muestras alteradas siguiendo el procedimiento de la normativa respectiva (NTE INEN 686, 1987). Para la extracción de la muestra fue necesario de barrenos y fundas plásticas. Se realizó una calicata y se tomó muestras representativas de este material a 1m de profundidad. El transporte y conservación de las muestras se lo realizó con el mayor cuidado posible, de tal manera que no afecte de gran manera el contenido de humedad in situ.

Figura 13

Extracción de muestras alteradas en situ



2.3.2. Ensayos de caracterización de material

2.3.2.1. Contenido de humedad

El contenido de humedad es la relación expresada en porcentaje entre la masa de agua contenida en los espacios porosos de suelo y la masa solida de las partículas, el

procedimiento para la realización de este ensayo se basó en la Normativa American Society of Testing Materiales (ASTM) D 2216.

Se obtuvieron un total 3 muestras para este ensayo, una vez obtenido los datos necesarios, se realizó el cálculo del contenido de humedad mediante la ecuación 4.

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \times 100 \quad \text{Ec (4)}$$

Donde:

W: contenido de agua (%)

W₁= Peso de recipiente más muestra húmeda, (g)

W₂= Peso de recipiente más muestra de suelo seco (g)

W_c= Peso de recipiente (g)

2.3.2.2. Límites de Atterberg

De acuerdo con Sanz (1975) la plasticidad de un suelo no depende de las partículas gruesas sino de las partículas finas. En 1911 el sueco Albert Atterberg definió los cuatro estados de consistencia que existen en suelos como limos y arcillas: líquido, plástico, semisólido y sólido (Meza, 2013). Al observar que estos estados no eran más que las fases por las que pasa el suelo al irse secando Atterberg decidió distinguir estas fases solamente en: Límite líquido y límite plástico. Además introdujo un nuevo concepto como el índice de plasticidad que es la diferencia entre los valores de límite líquido y límite plástico (Juárez & Rico, 2005).

- Límite líquido

Se define como el contenido de humedad que resulta entre el peso del suelo seco que lo convierte en suelo líquido (Sanz, 1975). Se determina con ayuda del aparato de Casagrande y se sigue el procedimiento descrito en la norma (NTE INEN 691, 1982). Para el cálculo del límite líquido se utiliza la ecuación 5.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100 \quad \text{Ec (5)}$$

Donde:

LI (W): contenido de agua (%)

m_1 : Peso de recipiente más muestra húmeda, (g)

m_2 : Peso de recipiente más muestra seca, (g)

m_3 : Peso de recipiente, (g)

Figura 14

Ensayo de límite líquido



- Límite plástico

De acuerdo con la (NTE INEN 692, 1982), el límite plástico se define como el contenido de humedad de un suelo en el límite del estado plástico y sólido. Su procedimiento se describe en la normativa antes mencionada y para su cálculo se utiliza ecuación 6:

$$Lp = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100 \quad \text{Ec (6)}$$

Donde:

Lp: Límite plástico

m_1 : Peso de recipiente más muestra húmeda, (g)

m_2 : Peso de recipiente más muestra seca, (g)

m_3 : Peso de recipiente, (g)

Figura 15*Ensayo de límite plástico*

- Índice de plasticidad

Con los resultados del límite líquido y límite plástico de las muestras se puede definir el índice de plasticidad de acuerdo con la ecuación 7.

$$Ip = (Ll - Lp) \times 100 \quad \text{Ec (7)}$$

Donde:

Ip: Índice de plasticidad

Lp: Límite plástico

Ll: Límite líquido

2.3.2.3. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico tiene como objetivo determinar la distribución porcentual de un suelo según el tamaño de sus partículas (Suárez, 2013). La normativa que rige el procedimiento para este ensayo es la ASTM D 422-63 (2002), el cálculo del porcentaje de suelo retenido y el porcentaje de suelo que pasa se determina por la ecuación 8 y ecuación 9, respectivamente.

$$\%retenido = \frac{\text{Peso}_{\text{retenido en el tamiz}}}{\text{Peso}_{\text{total}}} \quad \text{Ec (8)}$$

$$\%pasa = (100 - \%retenido_{\text{acumulado}}) \times 100 \quad \text{Ec (9)}$$

Figura 16

Ensayo de análisis granulométrico



2.3.3. Elaboración de probetas remoldeadas

Para la elaboración de muestras remoldeadas se realizó una compactación con Proctor estándar, en un molde de 101.60mm y material pasante del tamiz N°4. Se tomó una muestra de 3kg de suelo y se colocó en el molde haciendo tres capas de igual espesor, en cada capa se compacto con 25 golpes, dejando caer un pistón desde una altura de 30cm. Una vez compactado progresivamente las tres capas se quitó el suelo excedente y se extrajo la muestra del molde.

Figura 17

Compactación de muestras



Finalmente, se perfiló el cilindro anteriormente obtenido hasta llegar a tener el diámetro adecuado según el tipo de ensayo que se fue a realizar. Se obtuvo un total de 30 probetas para ser ensayadas tanto por el método de corte directo y por el método triaxial.

Figura 18

Perfilado de muestras remoldeadas



2.3.4. Ensayos mecánicos en probetas

2.3.4.1. Ensayo de corte directo

El procedimiento para la realización de este ensayo se obtuvo de la normativa ASTM D 3080. Se realizó un total de 5 pruebas de corte directo, cada uno de 3 muestras, teniendo así un total de 15 muestras remoldeadas para ser ensayados por corte directo, una vez preparada y pesada cada probeta se llevó al dispositivo de ensayo. Por cada probeta se obtuvo valores de fuerza de corte, deformación horizontal y vertical, se debe tener en cuenta que la velocidad de carga y el constante de anillo son valores invariables para todas las probetas. Para su cálculo se utilizaron las ecuaciones 10 y 11.

$$\tau = \frac{F}{A} \times 100 \quad \text{Ec (10)}$$

Donde

τ : esfuerzo de corte nominal (KPa)

F: fuerza transversal (N)

A: área inicial del espécimen (mm²)

$$\sigma_n = \frac{F}{A} \times 100 \quad \text{Ec (11)}$$

Donde

σ_n : esfuerzo normal (KPa)

F: fuerza normal vertical aplicada sobre el espécimen (N)

A: área inicial del espécimen (mm²)

Con estos cálculos se puede obtener mediante su gráfica el valor de cohesión y fricción.

Figura 19

Equipo para ensayo de corte directo



2.3.4.2. Ensayo triaxial

Se realizaron 5 pruebas triaxiales, cada prueba constó de 3 muestras remoldeadas, es decir se ensayaron un total de 15 probetas. Para el desarrollo del ensayo triaxial se utilizó el equipo DINATRIAX (Cyclic Triaxial Software) y su procedimiento se basó en la normativa ASTM D 2850.

Existen tres métodos de ensayo triaxial, sin embargo, para esta investigación se realizó el ensayo triaxial consolidado no drenado (CU) a todas las muestras.

Figura 20

Equipo para ensayo triaxial

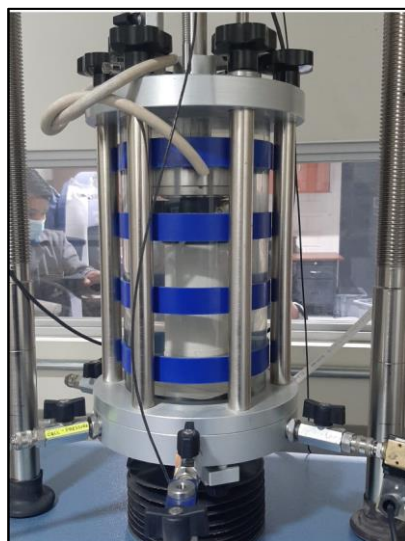


Se distinguen tres fases en la ejecución del ensayo triaxial:

- Fase de saturación: la finalidad de esta fase en la prueba triaxial consiste en llenar todos los huecos de la muestra con agua. El transductor de presión de poros y los conductos de drenaje estén sin aire, esto se logra aplicando un vacío en la muestra para eliminar el aire y atraer el agua hacia el transductor y los conductos de drenaje (ASTM D 4767-04, 2009).

Figura 21

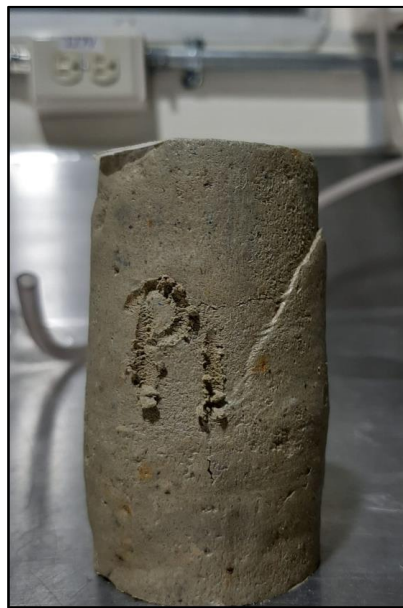
Fase de saturación de la probeta



- Fase de consolidación: esta fase se utiliza para llevar la muestra al estado de tensión efectiva requerida para el corte. La consolidación es isotrópica es decir las tensiones verticales y horizontales aplicadas son las mismas. Este proceso se controla hasta que el cambio de volumen de la muestra sea significativo y el exceso de la presión de poros sea menor al 95%
- Fase de corte: una vez consolidada la probeta se aplica la carga axial a una velocidad constante de manera que se empiece a registrar la deformación vertical de la muestra (Rees, 2013). Mientras se produce el corte de la muestra se registran los datos de fuerza, deformación y presión de poros (Cometa & Mendez, 2016).

Figura 22

Falla de corte en ensayo triaxial



Capítulo Tres:

Resultados

3.1. Caracterización de materia prima

De la materia prima obtenida en el Campus II de la UTPL, se realizaron ensayos de contenido humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad con el objetivo de poder caracterizar el material de dicho sitio, los resultados de estos ensayos se muestran en la tabla 3 y tabla 4.

Tabla 3

Resultados de ensayos físicos de laboratorio

Muestra	Contenido de humedad (%)	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
N°1	7.34	19.86	13.35	6.51

De acuerdo con el índice de plasticidad que está en función del límite líquido y plástico, este tipo de suelo es débilmente plástico (Das, 2015). Para determinar la clasificación del suelo se realizó un ensayo de análisis granulométrico por medio de tamices, los resultados muestran mayor porcentaje de finos como arcillas o limos, según se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4

Resultado de análisis granulométrico

Muestra	% Gravas	% Arenas	% finos
N°1	0	42.58	57.42

Según los resultados de análisis granulométrico y límites de Atterberg, la muestra se definió como arcilla limosa arenosa según la metodología SUCS (Tabla 5). La arcilla limosa arenosa pertenece al grupo de suelos con partículas finas, más del 50% del material pasa el tamiz N°200 y el límite líquido es menor al 50%. Los limos arenosos son ligeramente plásticos,

mientras que las arcillas presentan una plasticidad media, ya que contienen un porcentaje de limos.

Tabla 5

Resultados de clasificación de suelos

Muestra	Método	Descripción	
N°1	SUCS	CL-ML	Arcilla limosa arenosa
	AASHTO	A-4	Suelo limoso

De acuerdo con Medina & Salazar (2009), las propiedades como: la plasticidad, estructura, y la distribución granulométrica de las partículas influyen directamente en la resistencia al corte de los suelos. Es así que, un mayor tamaño de partículas aumenta el ángulo de fricción.

En los apéndices 1, 2, 3 y 4 se muestran los cálculos realizados para la caracterización del suelo.

3.2. Ensayos mecánicos

Para poder obtener los parámetros de resistencia al corte de los suelos, se ensayaron las probetas mediante dos métodos: Ensayo de corte directo y ensayo triaxial.

Existen varias investigaciones donde se relacionan los parámetros de resistencia al corte obtenidos mediante estos dos métodos, sin embargo, cabe mencionar que al no ser el mismo tipo de suelo y la profundidad de muestreo ser diferentes, las características del material difieren entre investigaciones, así como sus resultados de cohesión y fricción.

3.2.1. Ensayo de corte directo

Los ensayos de corte directo practicadas a las probetas remoldeadas arrojaron los resultados mostrados en la tabla 6. Al ser probetas de un solo tipo de suelo, sus parámetros característicos no presentan mayor variación; la cohesión tiene una pequeña variación de 0.6 kg/cm² entre los cinco ensayos, mientras que el ángulo de fricción varía entre 4°.

Según Leoni (2008), el ángulo de fricción interna varía entorno de los 25° cuando se trata de materiales granulares, mientras que, para arenas sueltas el ángulo de fricción varía entre los 40°. Esto se verifica con el tipo de suelo encontrado mediante la caracterización del material, ya que los ángulos varían entorno a los 40°.

Tabla 6

Parámetros de resistencia al corte mediante ensayo de corte directo

Ensayo N°	Cohesión (kg/cm²)	Ángulo de fricción (°)
1	0.25	37.17
2	0.23	35.44
3	0.24	36.62
4	0.21	34.03
5	0.27	33.30

Comparando estos resultados con la investigación realizada por Peña & Perez (2012), donde ensaya 30 probetas de material areno-arcilloso por el método de corte directo, arrojan resultados con una diferencia máxima entre 16.08° grados en el ángulo de fricción. Los resultados mostrados en esta tabla difieren entre probetas a pesar de ser de la misma muestra, esto puede deberse a la mala ejecución del ensayo o a la mala calibración del equipo.

Otra investigación orientada a la comparación de variaciones de los parámetros de resistencia al corte es la presentada por Flores & Villamizar (2007), donde se realizó probetas a diferentes humedades y grados de compactación en suelos arcillosos-arenosos de baja compresibilidad, obteniendo resultados de cohesión entre 0.44 y 0.52 kg/cm² y ángulo de fricción entre 28° y 37°. Estos resultados se relacionan un poco más con los obtenidos en esta investigación, debido al tipo de suelo presente.

Los cálculos realizados para cada ensayo según el método de corte directo se muestran en los apéndices del 5 al 9.

3.2.2. Ensayo triaxial

Los resultados de las probetas ensayadas por este método se muestran en la tabla 7. Los parámetros obtenidos mediante el ensayo triaxial consolidado no drenado se obtuvieron mediante esfuerzos totales y esfuerzos efectivos. Al observar la tabla 7, se puede notar que los valores de cohesión según los esfuerzos totales son mucho más grandes que los valores de cohesión según esfuerzos efectivos. Haciendo una comparación entre los ángulos de fricción, se pudo notar que los valores obtenidos según esfuerzos efectivos tienen muy poca variación con respecto a los calculados según esfuerzos totales.

Tabla 7

Parámetros de resistencia al corte mediante ensayo triaxial

Ensayo N°	Cohesión	Ángulo de	Cohesión	Ángulo de
	(kg/cm ²)	fricción (°)	(kg/cm ²)	fricción (°)
	Esfuerzos efectivos		Esfuerzos totales	
1	0.39	31.52	0.44	30.49
2	0.41	30.96	0.46	29.96
3	0.37	34.30	0.38	34.08
4	0.43	31.34	0.46	30.83
5	0.38	30.26	0.38	29.4

La cohesión de acuerdo con los esfuerzos efectivos, van entre un rango de 0.37 a 0.43 kg/cm², tiene una variación entre 6 kg/cm², lo cual es aceptable ya que se trata de ensayos con muestras del mismo suelo. De igual manera, la cohesión obtenida mediante los esfuerzos totales muestra que sus valores varían entre 0.38 a 0.46 kg/cm², es decir tiene una variación de 8kg/cm².

El ángulo de fricción según los esfuerzos efectivos tiene una variación de 4.04°, se encuentran en el rango de 30.26° a 34.30°. Mientras que, el ángulo de fricción según los esfuerzos totales, presentan una variación de 4.68°, el rango de sus valores se encuentra entre 29.4° a 34.08°.

De acuerdo con Cometa & Mendez (2016), los resultados del ensayo triaxial son más cercanos a los reales que los resultados del ensayo de corte directo, ya que en el triaxial se permite determinar la presión de poros durante la realización del mismo.

Realizando una comparación entre los parámetros de cohesión y ángulo de fricción obtenidos mediante los ensayos antes descritos, se puede notar que los resultados obtenidos mediante el ensayo de corte directo son mayores que los resultados en el ensayo triaxial. Esto se debe a que, en el ensayo de corte directo la muestra no se rompe en el plano débil, sino en el plano de corte fijado por el dispositivo, esto hace que dichos valores sean mayores y por tanto sean más conservadores (Loyola, 2017).

La capacidad portante de un suelo viene determinada por los parámetros de resistencia al corte: cohesión y fricción. De acuerdo la investigación realizada por Almeida & Escobar (2021), el ángulo de fricción interna es importante al momento de considerar el tipo de cimentación de una estructura, ya que si este parámetro no está calculado adecuadamente se corre el peligro de sobredimensionar la estructura y aumentar gastos innecesarios. Sin embargo, aun sabiendo lo importante que es establecer parámetros de corte reales, muchas de las veces se prefiere realizar un ensayo de corte directo antes que un triaxial por el elevado costo que representa.

Los cálculos realizados para cada ensayo según el método triaxial se muestran en los apéndices del 10 al 14.

3.3. Correlación de datos

De acuerdo con el análisis anteriormente descrito se realizó una correlación de variables entre los parámetros de resistencia al corte, con la finalidad de obtener ecuaciones de cohesión y ángulo de fricción en base a los parámetros dados por corte directo. Para poder obtener una ecuación de ajuste para los parámetros de resistencia al corte, se realizaron las siguientes correlaciones:

3.3.1. Correlación de cohesión entre corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)

La tabla 8 y figura 23 muestran la correlación de cohesión obtenida mediante el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial, teniendo en cuenta los esfuerzos efectivos.

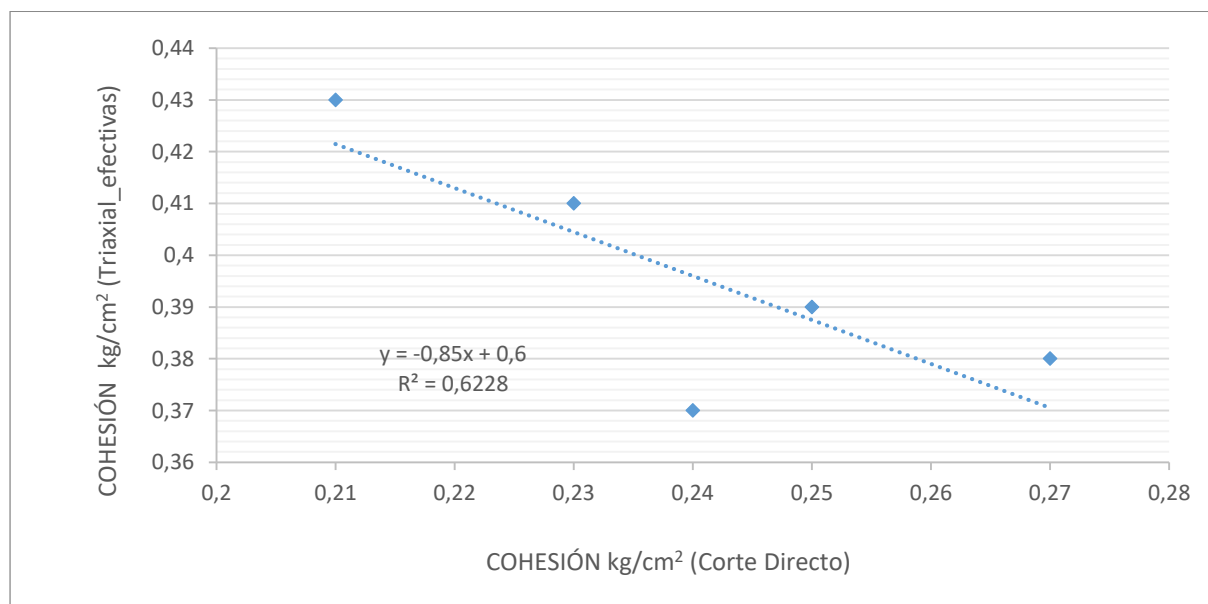
Tabla 8

Correlación de cohesión entre los resultados de corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)

Ensayo N°	Cohesión (kg/cm ²)		Coeficiente de correlación r	Coeficiente de determinación R ²
	Corte directo	Triaxial_esfuerzos efectivos		
1	0.25	0.39	-0.79	0.6228
2	0.23	0.41		
3	0.24	0.37		
4	0.21	0.43		
5	0.27	0.38		

Figura 23

Correlación de cohesión entre los resultados de corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)



Se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.79, lo cual indica una correlación negativa, es decir que mientras una variable aumenta la otra disminuye (Mendenhall et al., 2010). Según la tabla 2, este coeficiente se considera como una correlación fuerte. De igual forma se obtuvo el coeficiente de determinación R², dando un valor de 0.62.

Dado que el coeficiente de correlación supera el 0.5, se realizó una tendencia lineal con respecto a las variables y se obtuvo la ecuación 12, para el ajuste de cohesión entre el ensayo triaxial con esfuerzos efectivos (C_{TE}) y la cohesión de corte directo (C_C).

$$C_{TE} = -0.85(C_C) + 0.6 \quad \text{Ec (12)}$$

Donde:

C_{TE} : Cohesión en esfuerzos efectivos

C_C : Cohesión obtenida mediante corte directo

Al hacer una comparación con la tesis elaborada por Cometa & Mendez (2016), donde realizan una correlación de datos entre los resultados de los ensayos de corte directo y triaxial, se pudo observar un coeficiente de determinación de 0.85 en cohesión, lo cual significa que tienen un mayor ajuste de datos entre el ensayo triaxial y corte directo. Un factor que influye para ello, es el número de probetas ensayadas, se presentan 15 resultados para corte directo y 15 para triaxial, lo que quiere decir que se ensayó un total de 45 probetas.

Mientras más datos se tenga para realizar una correlación, mejor será el coeficiente de Pearson y el coeficiente de determinación, siempre y cuando los resultados tengan una misma tendencia.

3.3.2. Correlación de cohesión entre corte directo y triaxial (esfuerzos totales)

La tabla 9 y figura 24, muestran la correlación de cohesión obtenida mediante el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial, teniendo en cuenta los esfuerzos totales. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.71, lo cual indica una correlación negativa, igual que el mostrado anteriormente. Este coeficiente se considera fuerte según los parámetros establecido en la tabla 2 y su coeficiente de determinación R^2 , fue de 0.5030.

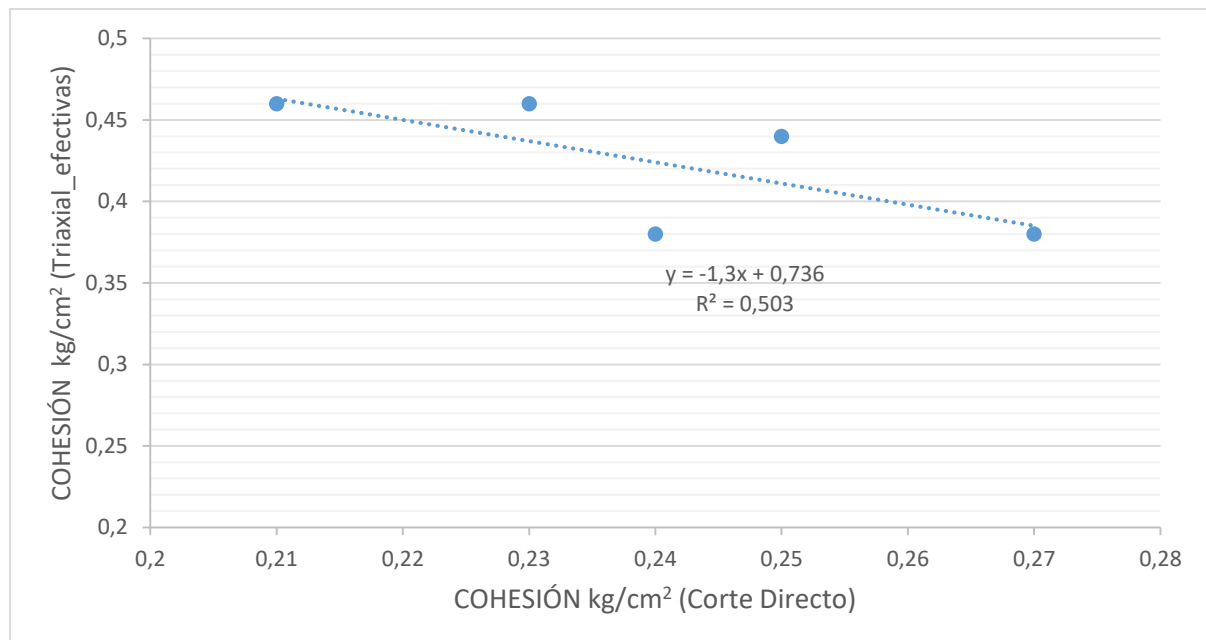
Tabla 9

Correlación de cohesión entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales)

Ensayo N°	Cohesión (kg/cm ²)		Coeficiente de correlación r	Coeficiente de determinación R ²
	Corte directo	Triaxial_esfuerzos totales		
1	0.25	0.44		
2	0.23	0.46		
3	0.24	0.38	-0.71	0.5030
4	0.21	0.46		
5	0.27	0.38		

Figura 24

Correlación de cohesión entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales)



Dado que el coeficiente de correlación supera el 0.5, se realizó una tendencia lineal con respecto a las variables y se obtuvo la ecuación 13, para el ajuste de cohesión entre el ensayo triaxial con esfuerzos totales (C_{TT}) y la cohesión de corte directo (C_C).

$$C_{TT} = -1.3(C_C) + 0.736 \quad \text{Ec(13)}$$

Donde:

C_{TT} : Cohesión en esfuerzos totales

C_c : Cohesión obtenida mediante corte directo

3.3.3. Correlación de ángulo de fricción entre corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)

La tabla 10 y figura 25 muestran la correlación de ángulo de fricción obtenida mediante el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial, teniendo en cuenta los esfuerzos efectivos. Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson igual a 0.62, el signo positivo indica una correlación positiva, esto significa que mientras una variable aumenta la otra aumenta. De acuerdo con la tabla 2, este coeficiente es mayor a 0.5 por lo que se considera como una correlación fuerte.

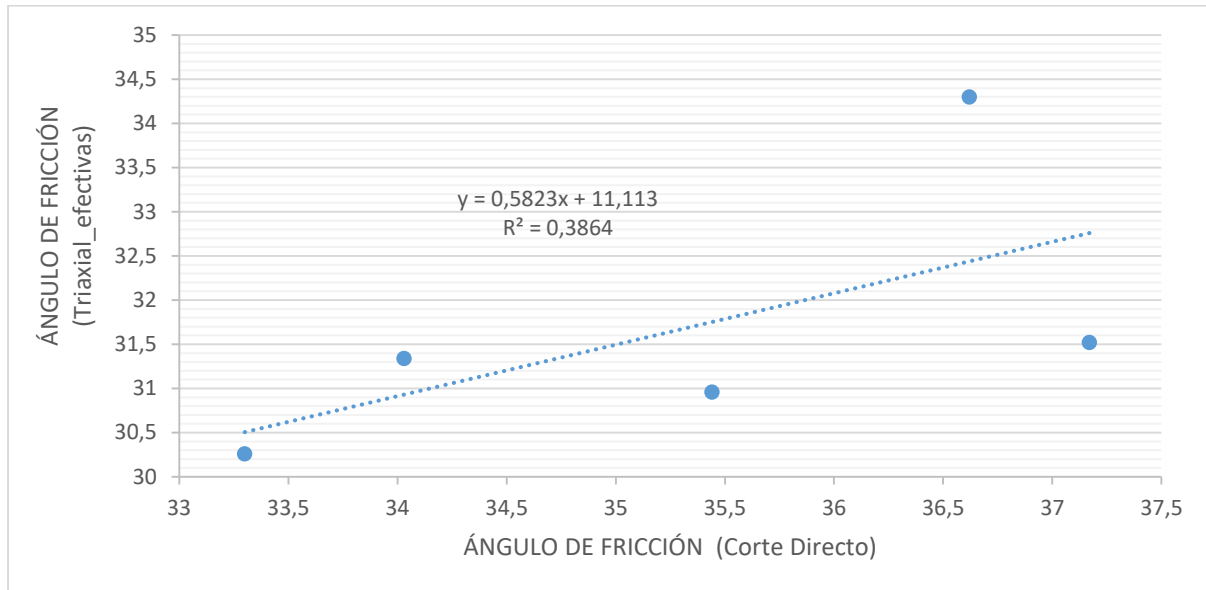
Tabla 10

Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)

Ensayo N°	Ángulo de fricción (°)		Coeficiente de correlación r	Coeficiente de determinación R ²
	Corte directo	Triaxial_esfuerzos efectivos		
1	37.17	31.52		
2	35.44	30.96		
3	36.62	34.3	0.62	0.3864
4	34.03	31.34		
5	33.3	30.26		

Figura 25

Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos efectivos)



Con un coeficiente de correlación que supera el 0.5, y un coeficiente de determinación igual a 0.39, se realizó una tendencia lineal con respecto a las variables y se obtuvo la ecuación 14 para el ajuste del ángulo de fricción entre el ensayo triaxial con esfuerzos efectivos y el ángulo de fricción obtenido por corte directo.

$$\phi_{TxE} = 0.5823(\phi_c) + 11.113 \quad \text{Ec(14)}$$

Donde:

ϕ_{TxE} : Ángulo de fricción con esfuerzos efectivos

ϕ_c : Ángulo de fricción obtenida mediante corte directo

3.3.4. Correlación de ángulo de fricción entre corte directo y triaxial (esfuerzos totales)

La tabla 11 y figura 26 muestran la correlación de ángulo de fricción obtenida mediante el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial, teniendo en cuenta los esfuerzos totales.

Tabla 11

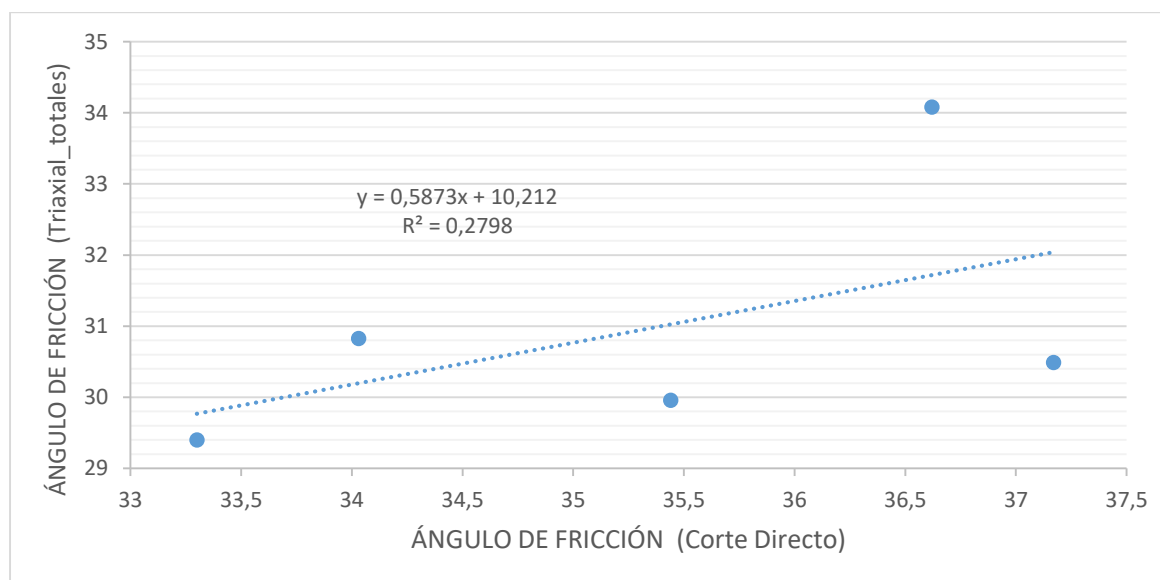
Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales)

Ensayo N°	Ángulo de fricción (°)		Coeficiente de correlación r	Coeficiente de determinación R ²
	Corte directo	Triaxial_esfuerzos totales		
1	37.17	30.49		
2	35.44	29.96		
3	36.62	34.08	0.53	0.2798
4	34.03	30.83		
5	33.3	29.4		

Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.53, lo cual indica una correlación positiva, es decir que mientras una variable aumenta la otra aumenta. Según la tabla 2, este coeficiente se considera como una correlación fuerte.

Figura 26

Correlación de fricción entre los resultados obtenidos por corte directo y triaxial (esfuerzos totales)



Dado que el coeficiente de correlación supera el 0.5, se realizó una tendencia lineal con respecto a las variables y se obtuvo la ecuación 15, para el ajuste de ángulo de fricción entre el ensayo triaxial con esfuerzos totales y la cohesión de corte directo.

$$\phi_{TxT} = 0.5873(\phi_c) + 10.212 \quad \text{Ec(15)}$$

Donde:

ϕ_{TxT} : Ángulo de fricción con esfuerzos totales

ϕ_c : Ángulo de fricción obtenida mediante corte directo

Algunas investigaciones como la de Cometa & Mendez (2016) o la presentada por Poveda & Florez (2019) consideran como aptos a los resultados obtenidos con coeficientes de determinación mayores que 0.65 (65%), sin embargo, en la primera investigación mencionada, se debe tomar en cuenta que ellos ensayan un mayor número de probetas lo que hace que sus resultados de correlación sean más confiables. Además, recomiendan que las ecuaciones con un coeficiente de determinación entre el 0.1 y 0.3 no se utilicen para los cálculos respectivos, pues no presentan la confiabilidad necesaria entre sus variables.

Conclusiones

El ensayo de corte directo (CD) realizado a 15 probetas remoldeadas, dio como resultado valores de cohesión que varían entre 0.21 a 0.27 kg/cm², y valores de ángulo de fricción que varían entre 33.30° a 37.17 °. La variación de estos parámetros no es tan significativa debido a que las muestras fueron recolectadas a una sola profundidad y el tipo de suelo es el mismo.

El ensayo de triaxial consolidado no drenado (CU) realizado a 15 probetas remoldeadas, dio como resultado valores de cohesión y fricción en condiciones totales y efectivas. Los valores de cohesión según condiciones efectivas varían entre 0.37 a 0.43 kg/cm², mientras que para condiciones totales los rangos varían de 0.38 a 0.46 kg/cm². Por otro lado, los valores de ángulo de fricción en condiciones efectivas se encuentran entre 30.26° y 34.30 °, mientras que para condiciones totales los valores varían entre 29.4° y 34.08°.

La variación del ángulo de fricción en el ensayo triaxial se debe a que los esfuerzos efectivos consideran la presión de poros, mientras que los esfuerzos totales no lo hacen, por ello los resultados en condiciones efectivas son mayores que en condiciones totales.

Correlacionando los parámetros de resistencia al corte obtenidos mediante el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial consolidado no drenado, nos dio como resultado un coeficiente de correlación $r=-0.79$ para la cohesión en condiciones efectivas, mientras que para las condiciones totales resultó un valor $r=-0.71$. Por otro lado, la correlación del ángulo de fricción en condiciones efectivas resultó un coeficiente de correlación igual a $r=0.62$ en condiciones efectivas y $r=0.53$ en condiciones totales. Los valores de coeficiente de correlación al ser mayores que 0.5, indican una correlación fuerte entre variables.

Al tener coeficientes de correlación fuertes se pudo obtener ecuaciones lineales en torno a esas dos variables, es así como, la ecuación de ajuste para la cohesión en condiciones efectivas y totales son: $C_{TE} = -0.85(Cc) + 0.6$ y $C_{TT} = -1.3(Cc) + 0.736$ respectivamente. La ecuación de ajuste para el ángulo de fricción en condiciones efectivas y totales son:

$\phi_{TxE} = 0.5823(\phi c) + 11.113$ y $\phi_{TxT} = 0.5873(\phi c) + 10.212$ respectivamente. Se debe tener en cuenta que estas ecuaciones solo sirven para tipos de suelo similares y condiciones de ensayos iguales.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones se puede realizar mayor número de perforaciones en el terreno, para de esta manera clasificar el tipo de suelo del campus de la universidad por sectores.

Se puede realizar mayor número de ensayos tanto para corte directo como para triaxial, de tal manera que el coeficiente de correlación (r) y el coeficiente de determinación (R^2) den valores de ajuste mayores a los obtenidos actualmente.

De igual manera se puede realizar una comparación entre los diferentes tipos de ensayo triaxial y corte directo de tal manera que se pueda encontrar una ecuación de ajuste según las condiciones del ensayo, así mismo se pueden analizar estos ensayos para diferentes tipos de suelo y a diferentes profundidades.

Referencias

- Almeida, D., & Escobar, K. (2021). Análisis de la estabilidad al deslizamiento profundo de las presas de hormigón a gravedad cimentadas en suelo, en los sistemas fluviales de derivación. In *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Alvarado, A. (1985). *El origen de los suelos*. (CATIE (ed.)).
- ASTM D 422-63. (2002). Standard test method for Particle – Size analysis soils. *Astm International*, 1–8.
- ASTM D 4767-04. (2009). Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils. *Astm International*, 04, 1–13.
- Balaguera, M. (2018). Estado Operacional Del Equipo Triaxial Didáctico Del Laboratorio De Suelos De La Universidad Piloto De Colombia. In *Universidad Piloto de Colombia*.
- Batanero, C., Gea, M. M., López, M. del M., & Arteaga, P. (2017). Análisis de los conceptos asociados a la correlación y regresión en los textos de bachillerato. *Revista de Investigación En Didácticas Específicas*, 1, 60–76. <https://doi.org/10.1344/did.2017.1.60-76>
- Bonifaz, H., Morales, B., & Guadalupe, D. (2013). *Determinación de la resistencia al corte in situ de los suelos en zonas de peligro sísmico*. 1–14.
- Carrasco, B. A. (2016). *Correlación del valor de soporte de california (CBR) con la resistencia a la compresión confinada en suelos cohesivos en el pueblo joven Nuevo Progreso en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, región Lambayeque*. Universidad Señor de Sipán.
- Chacón, C., Ordóñez, C., & Varón, L. (2016). *Materiales provenientes de canteras aledañas*

a bogotá, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y sistema AASHTO. Universidad Católica de Colombia.

Cometa, S., & Mendez, N. (2016). *Correlación entre los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo y el ensayo de triaxial en un suelo arcilloso típico de la zona occidental de Bogota. 75.*

Crespo, C. (2004). *Mecanica de suelos y cimentaciones* (Limusa (ed.); Quinta edi).

Das, B. M. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica.*

Das, B. M. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (Cuarta).

Diaz, J. (2014). *Mecánica de Suelos: Naturaleza y propiedades* (Trillas (ed.); Primera).

Dinh, B. (1981). The Effect of Sample Disturbance on the geotechnical properties of soft clays. *Swedish Geotechnical Institute.*

Donnelly, C., & Rigbey, S. (1998). Concepts of shear resistance and practical applications. *Dam Engineering.*

Duque, G., & Escobar, C. (2016). Geomecánica Para Ingenieros. In *Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas.*

Encarnación, C. (2013). *Estudio geológico – geotécnico del campus universitario de la Universidad Técnica Particular de Loja.*

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2009). Guía para la descripción de suelos. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, 111.*

Galvez, D. (2014). *Muestreo de sueños y descripción visual* (p. 28).

García, M. (2017). Vulnerabilidades y gestión del riesgo en las ciudades ecuatorianas . Un análisis tras un año del terremoto en Manabí y Esmeraldas. *Revista Interuniversitaria de*

Estudios Urbanos de Ecuador, 1, 22–26.

González De Vallejo, L. I., Ferrer Gijon, M., Ortuño Abad, L., & Oteo Mazo, C. (2002).
Ingeniería Geológica.

Herrera, J., & Castilla, J. (2012). Utilización de técnicas de sondeos en estudios geotécnicos.
In *E.T.S. De Ingenieros De Minas De Madrid Utilización*.

Ibáñez, J. (2011). El Concepto de Suelo, Su Clasificación y Representaciones Canónicas.
Suelos Ecuatoriales, 41, 19–22.

Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo* [Universidad Nacional de Colombia].
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*.

Jumbo, Y. (2012). *Mapa de zonificación geotécnica de la hoya de Loja*. 232.

Lahura, E. (2003). El Coeficiente de correlación Y correlaciones espúreas. *Universidad Católica Del Perú*, 1–64.

Leoni, A. (2008). *Resistencia al corte*. Universidad nacional de la plata.

Liu, S. H. (2006). Simulating a direct shear box test by DEM. *Canadian Geotechnical Journal*,
43(2), 155–168. <https://doi.org/10.1139/t05-097>

Loyola, A. (2017). *Análisis del comportamiento de los suelos limosos frente al sometimiento de carga en ensayos de compresión triaxial CU y UU*.

Macías, A., Quiroz, L., Carvajal, D., Cobos, D., Fienco, B., Peralta, J., & Zambrano, J. (2018).
MECÁNICA DE SUELO: TOMO II. In *MECÁNICA DE SUELO: TOMO II* (p. 73).

Mecánica Científica. (2016). *Aparatos para ensayos de materiales – Instrumentación Científica. Polígono Industrial Los Ángeles, GETAFE (MADRID)*.

- Medina, S., & Salazar, L. (2009). Relación entre la resistencia al corte directo y propiedades físicas y químicas en algunos suelos de la zona cafetera Colombiana. *Cenicafé*, 60(3), 253–268.
- Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver, B. (2010). Introducción a la probabilidad y estadística. In *Cengage Learning*.
- Mendivil, P., & Maira, S. (2016). *CORRELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE COMPRESIÓN INCONFINADA Y CORTE DIRECTO EN SUELOS COHESIVOS, DEL SECTOR EL RODEO EN CARTAGENA*. Universidad de Cartagena.
- Meza, V. E. (2013). *Guía de laboratorio de mecánica de suelos* (Primera). Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2013.
- Montaño, N. M., Navarro, M. del C., Patricio, I. C., Chimal, E., & Miguel de la Cruz, J. (2018). El suelo y su multifuncionalidad: ¿qué ocurre ahí abajo? *CIENCIA Ergo Sum*, 25(3), 1–10. <https://doi.org/10.30878/ces.v25n3a9>
- Moreno, H., & Ibáñez, S. (2010). La consistencia del suelo. *ResearchGate*, May.
- Morrás, H. (2008). *El suelo, la delgada piel del planeta*. 18, 22–27.
- NTE INEN 686. (1987). Mecánica de suelos. Toma de muestras alteradas. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–9. <https://doi.org/10.1093/toxsci/46.2.282>
- NTE INEN 687. (1982). MECANICA DE SUELOS TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–13.
- NTE INEN 691. (1982). Mecánica de Suelos. Determinación del límite líquido. Método de Casa Grande. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 1–14.
- NTE INEN 692. (1982). Norma Técnica Ecuatoriana. Mecánica de Suelos Determinación del Límite Plástico. 692. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*.

- Ortiz, J. (2010). *Implementación del equipo de Corte Directo y su aplicación en algunos suelos típicos de Punta Arenas*. 116.
- Peña, K., & Perez, I. (2012). *Comparación de los parámetros de resistencia al corte obtenidos en los ensayos de corte directo y triaxial de una arena arcillosa*.
- Plan de Ordenamiento y desarrollo Territorial de Loja (PDYOT). (2014). *Plan de Ordenamiento y desarrollo territorial*.
- Porta, J., López, M., & Poch, R. (2014). *Edafología: uso y protección de suelos* (Tercera).
- Poveda, N., & Florez, H. (2019). *Correlación entre la resistencia al corte en suelos cohesivos por medio del viscosímetro rotacional , compresión inconfiada y corte directo*.
- Ramírez, R. (1997). *Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelos*.
- Reddy, J. (2020). GEOTECHNICAL ENGINEERING. In *GATE – CIVIL ENGINEERING* (pp. 1–97).
- Rees, S. (2013). Part One: Introduction to the triaxial testing. *Published on the GDS Website [Www.Gdsinstruments.Com](http://www.gdsinstruments.com), 1(Cd), 1–4*.
- Romer, O., & Vaca, L. (2018). Uso de la teoría de Mohr-Coulomb para explicar el mejoramiento de suelos mediante el proceso de compactación. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 12, 1–11.
- Rosales, R. (2007). *Variación de la cohesión y el ángulo de fricción interna obtenidos por los ensayos de corte directo y triaxial con materiales granulares y arcillosos*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rosas, A., & Zuñiga, J. (2018). *Estadística: Descriptiva e Inferencial I*.
- Rui, J. (2020). *Teoría unificada de estructuras y cimientos: Una mirada transversal - Javier*

Rui-Wamba - Google Libros (Vol. 1). Editorial Reverté.

Sabatini, P., Bachus, R., Mayne, P., Scheneider, J., & Zettler, T. (2002). Geotechnical engineering circular. In *GeoSyntec Consultants* (Issue 2).

Salas, O. (2011). Ensayos triaxiales para suelos. *Métodos y Materiales*, 1(1), 11.

Salkind, N. (1998). *Métodos de investigación* (Tercera). Prentice Hall.

Sanz, J. (1975). *Mecánica de suelos - Google Libros*.

Sanzano, A. (2019). *Los Factores de Formación del Suelo*. 15.

Schweckendiek, T., Di Matteo, L., Valigi, D., Ricco, R., & Romeo, S. (2015). Effect of Laboratory Repeatability of Direct Shear Test on Slope Stability. *Geotechnical Safety and Risk V*, 808–812. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-580-7-808>

SIAPA, L. técnicos para factibilidad. (2014). *Criterios y lineamientos de Getecnia*.

Suarez, J. (2009). Resistencia al cortante. *Deslizamientos: Análisis Geotécnico, Cap 3*, 75–126.


Suárez, J. S. (2013). *Guía para laboratorio del área de suelos* (pp. 1–181).

Vinuesa, P. (2016). Correlación : teoría y práctica. *Ccg-Unam.*, 1–26.

Warr, B. (2015). *Soil Colour Introduction*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1774.5364>

Apéndice

Apéndice 1: Contenido de humedad


 <b style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">UTPL <small>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</small>	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD
<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui</p> <p>Norma : ASTM D 2216, AASHTO T 265-93 (2000) (C.H.)</p>	<p>Nro Calicata: 1</p> <p>Profundidad: 1 m</p>

CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° Capsula	W recipiente	Wrec + W humedo	Wrec + W seco	W agua	W suelo seco	CH
1	68.28	396.37	373.46	22.91	305.18	7.51%
2	71.39	404.3	381.78	22.52	310.39	7.26%
3	65.65	377.86	356.77	21.09	291.12	7.24%
PROMEDIO						7.34%

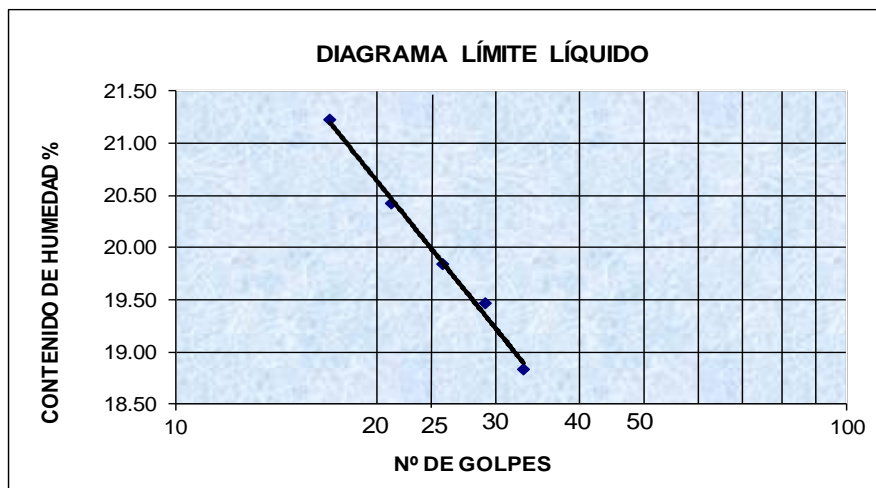
Ing. Diego Mata
Maestrante

Msc. Carmen Esparza
Revisado por

Apéndice 2: Límite de atterberg

 UTPL <small>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</small>	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Nro Calicata: 1 Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Profundidad: 1 m Norma : ASTM D 4318, AASHTO T 89-02 ASTM D 4318, AASHTO T 90-00	

LÍMITE LÍQUIDO					
N° Capsula	N° golpes	W recipiente	Wrec + W humedo	W recp+W seco	CH
1	17	57.72	71.09	68.75	21.21
2	21	55.07	70.17	67.61	20.41
3	25	68.82	81.45	79.36	19.83
4	29	67.03	83.67	80.96	19.45
5	33	65.17	77.79	75.79	18.83
LÍMITE PLÁSTICO					
N° Capsula	W recipiente	Wrec + W humedo	W recp+W seco	CH	CH prom
1	6.3	7.8	7.63	12.78	13.35
2	6.82	8.39	8.2	13.77	
3	6.3	7.95	7.76	13.01	
4	6.29	7.69	7.52	13.82	




N° golpes	CH (%)
25	19.86

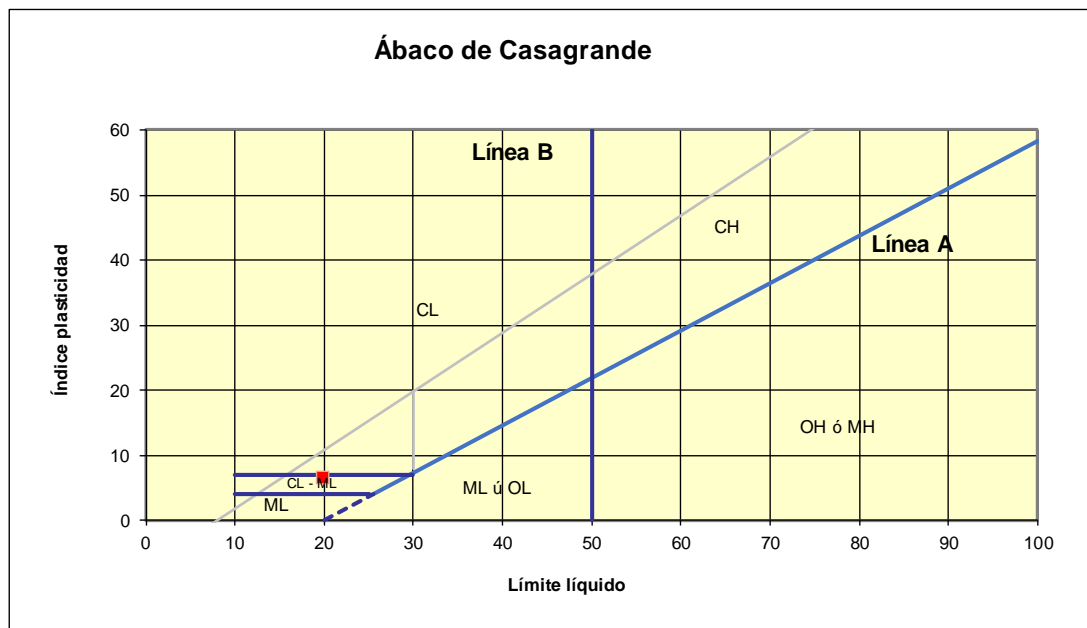
Límite Líquido:	LL =	19.86
Límite Plástico:	LP =	13.35
Índice de Plasticidad :	IP =	6.51

Ing. Diego Mata
Maestrante

Msc. Carmen Esparza
Revisado por

Apéndice 3: Clasificación de suelos mediante sistema SUCS

 UTPL <small>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</small>	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL CLASIFICACIÓN SUCS
	<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreaguí</p> <p style="text-align: right;">Nro Calicata: 1 Profundidad: 1 m</p>



Límite líquido, LL:	19.86	%
Límite plástico, LP:	13.35	%
Índice plasticidad, IP:	6.51	%

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Arcilla limosa arenosa CL-ML

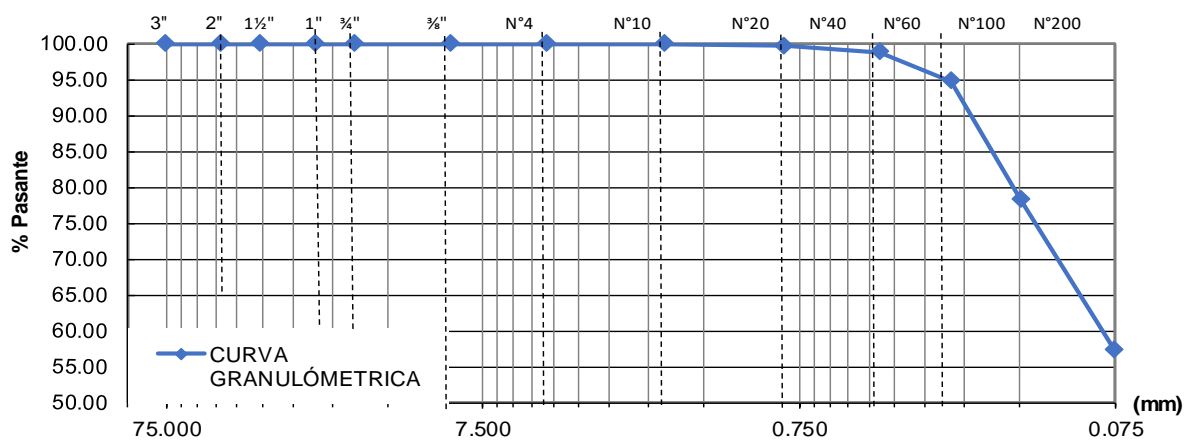
Ing. Diego Mata
Maestrante

Msc. Carmen Esparza
Revisado por

Apéndice 4: Ensayo de granulometría

 UTPL UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja		Nro Calicata: 1
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui		Profundidad: 1 m
Norma : ASTM D 422, AASHTO T 88-00		


Peso total de la muestra antes del lavado				1437.23	gr		
Peso total de la muestra despues del lavado y secado				630.76	gr		
TIPOS DE MATERIALES	Desing. del Tamiz	Desing. del Tamiz US	Peso Retenido parcial	Peso Retenido Acumulado	% Retenido acumulado	% que Pasa	
PIEDRA O CANTOS	mm	pulg	gr	gr	%	%	
	101.60	4"	0	0	0.00	100.0	
GRAVA	GRUESA	76.20	3"	0	0	0.00	100.0
		50.80	2"	0	0	0.00	100.0
		38.10	1 1/2"	0	0	0.00	100.0
		25.40	1"	0	0	0.00	100.0
		19.05	3/4"	0	0	0.00	100.0
	FINA	9.525	3/8"	0	0	0.00	100.0
		4.76	Nº 4	0	0	0.00	100.0
ARENA	GRUESA	2	Nº 10	0.87	1	0.06	99.9
		0.84	Nº 20	3.41	4	0.30	99.7
	MEDIA	0.426	Nº 40	12.66	16.94	1.18	98.8
		0.25	Nº 60	58.57	75.51	5.25	94.7
		0.149	Nº 100	236.74	312.25	21.73	78.3
FINA	0.074	Nº 200	299.79	612.04	42.58	57.4	
	LIMOS Y ARCILLAS		Fondo	18.72	630.76	43.89	56.1
			TOTAL	630.76			





Ing. Diego Mata
Maestrante


Msc. Carmen Esparza
Revisado por

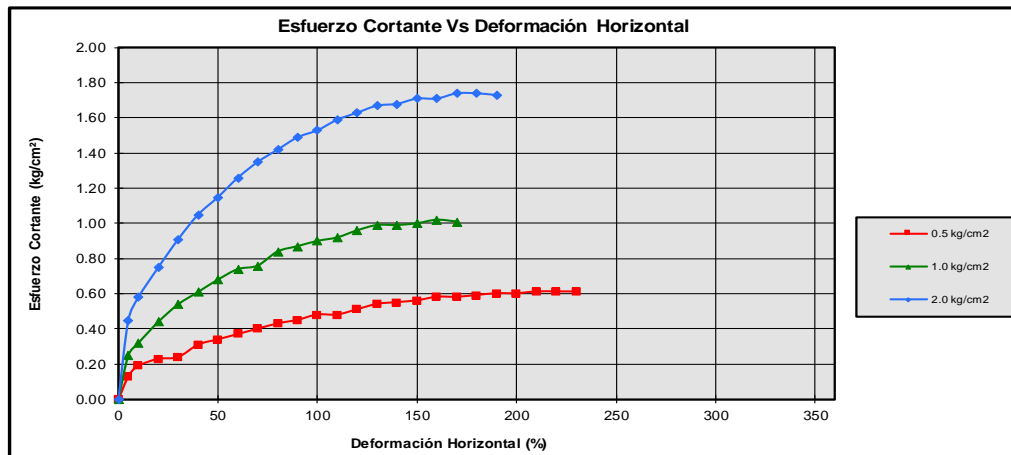
Apéndice 5: Ensayo de corte directo muestra 1

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreaguí							
Norma : ASTM D 2850							
Nro Calicata: 1							
Profundidad: 1 m							
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 1							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.1			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+S H (gr)	W CÁPSULA+S S (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.47	119.61	113.01	7.49	7.46	DIAMETRO	cm. 6.34	
30.67	120.29	113.60	7.46		ALTURA	cm. 2.27	
30.45	118.43	111.90	7.42		AREA Corr	cm. 31.64	
					VOLUMEN	cm ³ . 71.82	
					PESO	gr. 146.55	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA							
Peso Cap+Suelo hume :		gr	313.04				
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	291.38				
Peso Cap. :		gr	157.57				
w (%) :		%	16.19				
				DENSIDADES			
				NATURAL	gr/cm ³	2.04	
				SECA	gr/cm ³	1.76	
Carga Normal		2	Kg	Constante anillo de prueba:		0.18	
Velocidad de carga		2	vuel/min	Presion de Conf.		(Kg/cm ²): 0.5	
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.0001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
-4	0	0	0.00	31.64	0	0.00	0.00
-3	-0.03	5	0.05	31.64	0.0016	4.26	0.13
-1	-0.01	10	0.10	31.64	0.0025	6.10	0.19
0	0.00	20	0.20	31.64	0.00305	7.22	0.23
1	0.01	30	0.30	31.64	0.0032	7.53	0.24
1.6	0.02	40	0.40	31.64	0.00435	9.89	0.31
1.8	0.02	50	0.50	31.64	0.0047	10.60	0.34
1.9	0.02	60	0.60	31.64	0.0053	11.83	0.37
1.9	0.02	70	0.70	31.64	0.0057	12.66	0.40
1.9	0.02	80	0.80	31.64	0.0061	13.48	0.43
1.9	0.02	90	0.90	31.64	0.0064	14.09	0.45
1.9	0.02	100	1.00	31.64	0.0069	15.12	0.48
1.9	0.02	110	1.10	31.64	0.007	15.33	0.48
1.7	0.02	120	1.20	31.64	0.0074	16.15	0.51
1.6	0.02	130	1.30	31.64	0.0078	16.97	0.54
0.5	0.01	140	1.40	31.64	0.008	17.39	0.55
-0.3	0.00	150	1.50	31.64	0.0082	17.80	0.56
-1	-0.01	160	1.60	31.64	0.0084	18.21	0.58
-1.5	-0.02	170	1.70	31.64	0.0085	18.42	0.58
-2.5	-0.03	180	1.80	31.64	0.00865	18.73	0.59
-3	-0.03	190	1.90	31.64	0.00875	18.93	0.60
-3.5	-0.04	200	2.00	31.64	0.0088	19.03	0.60
-4	-0.04	210	2.10	31.64	0.0089	19.24	0.61
-4	-0.04	220	2.20	31.64	0.00895	19.34	0.61
-5	-0.05	230	2.30	31.64	0.00895	19.34	0.61
-5.5	-0.06	240	2.40	31.64	0.0089	19.24	0.61
RESULTADO ESF. DESV. : (Kg/cm²) = 0.61							
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 1.11							

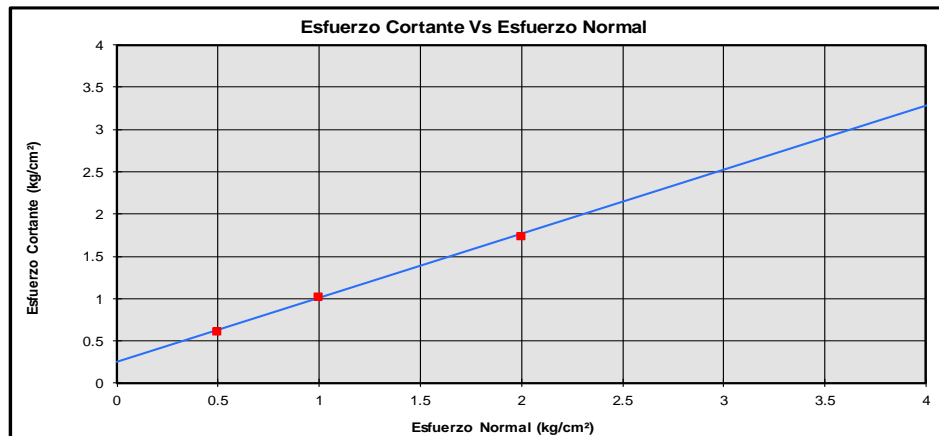
		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui							
Norma : ASTM D 2850							
Nro Calicata: 1							
Profundidad: 1 m							
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 1							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.2			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+S H (gr)	W CÁPSULA+S S (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.47	119.61	113.01	7.49	7.46	DIAMETRO	cm. 6.35	
30.67	120.29	113.60	7.46		ALTURA	cm. 2.18	
30.45	118.43	111.90	7.42		AREA Corr	cm. 31.70	
					VOLUMEN	cm ³ . 69.11	
					PESO	gr. 138.47	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA							
Peso Cap+Suelo hume :		gr	303.53				
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	284.12				
Peso Cap. :		gr	156.33				
w (%) :		%	15.19				
DENSIDADES							
NATURAL		gr/cm ³	2.00				
SECA		gr/cm ³	1.74				
Carga Normal	4	Kg	Constante anillo de prueba:		0.18		
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²):	1		
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.70	0	0.00	0.00
0	0.00	5	0.05	31.70	0.0034	7.94	0.25
-0.8	-0.01	10	0.10	31.70	0.0045	10.19	0.32
-1.4	-0.01	20	0.20	31.70	0.0064	14.09	0.44
-1.6	-0.02	30	0.30	31.70	0.0079	17.18	0.54
-1.7	-0.02	40	0.40	31.70	0.0089	19.24	0.61
-1.7	-0.02	50	0.50	31.70	0.01	21.51	0.68
-1.7	-0.02	60	0.60	31.70	0.011	23.58	0.74
-1.7	-0.02	70	0.70	31.70	0.0112	23.99	0.76
-1.7	-0.02	80	0.80	31.70	0.0124	26.48	0.84
-1.7	-0.02	90	0.90	31.70	0.01295	27.62	0.87
-1.7	-0.02	100	1.00	31.70	0.0134	28.55	0.90
-1.3	-0.01	110	1.10	31.70	0.0137	29.17	0.92
-0.9	-0.01	120	1.20	31.70	0.01425	30.31	0.96
-0.8	-0.01	130	1.30	31.70	0.01475	31.35	0.99
0.2	0.00	140	1.40	31.70	0.0148	31.46	0.99
0.3	0.00	150	1.50	31.70	0.01495	31.77	1.00
1.7	0.02	160	1.60	31.70	0.01515	32.18	1.02
1.5	0.02	170	1.70	31.70	0.02	31.98	1.01
RESULTADO SF. DESV. : (Kg/cm²) = 1.02 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 2.02							

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui							
Norma : ASTM D 2850							
Nro Calicata: 1							
Profundidad: 1 m							
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 1							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.3			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+S H (gr)	W CÁPSULA+S S (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.47	119.61	113.01	7.49	7.46	DIAMETRO	cm. 6.34	
30.67	120.29	113.60	7.46		ALTURA	cm. 2.24	
30.45	118.43	111.90	7.42		AREA Corr	cm. 31.62	
					VOLUMEN	cm ³ . 70.83	
					PESO	gr. 144.92	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				DENSIDADES			
Peso Cap+Suelo hume :	gr	309.94					
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	291.42					
Peso Cap. :	gr	158.75					
w (%) :	%	13.96					
Carga Normal		8	Kg	Constante anillo de prueba:		0.18	
Velocidad de carga		2	vuel/min	Presion de Conf.		(Kg/cm ²): 2	
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.62	0	0.00	0.00
0.8	0.01	5	0.05	31.62	0.00651	14.32	0.45
1.5	0.02	10	0.10	31.62	0.00845	18.31	0.58
1.8	0.02	20	0.20	31.62	0.011014	23.61	0.75
1.8	0.02	30	0.30	31.62	0.01345	28.65	0.91
1.8	0.02	40	0.40	31.62	0.0156	33.12	1.05
1.8	0.02	50	0.50	31.62	0.01711	36.26	1.15
1.8	0.02	60	0.60	31.62	0.01875	39.68	1.26
1.8	0.02	70	0.70	31.62	0.02015	42.61	1.35
1.8	0.02	80	0.80	31.62	0.0212	44.80	1.42
1.8	0.02	90	0.90	31.62	0.02225	47.00	1.49
0.9	0.01	100	1.00	31.62	0.02295	48.47	1.53
0.8	0.01	110	1.10	31.62	0.02385	50.35	1.59
0	0.00	120	1.20	31.62	0.0244	51.51	1.63
-0.2	0.00	130	1.30	31.62	0.02495	52.66	1.67
-3.5	-0.04	140	1.40	31.62	0.02515	53.08	1.68
-4.5	-0.05	150	1.50	31.62	0.02555	53.92	1.71
-5.5	-0.06	160	1.60	31.62	0.0256	54.02	1.71
-6.5	-0.07	170	1.70	31.62	0.026	54.86	1.74
0	0.00	180	1.80	31.62	0.026	54.86	1.74
0	0.00	190	1.90	31.62	0.02595	54.76	1.73
RESULTADOS:				ESF. DESV. : (Kg/cm ²) = 1.74			
				ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm ²) = 3.74			

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Norma : ASTM D 2850
	Nro Calicata: 1 Profundidad: 1 m Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N



PROBETA No.1 0.5 kg/cm ²	$\sigma_1 = 1.11$ $\sigma_3 = 0.5$	kg/cm ² kg/cm ²	0.805 0.305
PROBETA No.2 1.0 kg/cm ²	$\sigma_1 = 2.02$ $\sigma_3 = 1$	kg/cm ² kg/cm ²	1.51 0.51
PROBETA No.3 2.0 kg/cm ²	$\sigma_1 = 3.74$ $\sigma_3 = 2$	kg/cm ² kg/cm ²	2.87 0.87




COHESION (C)	0.25
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	37.17

Ing. Diego Mata
Maestrante

MsC. Carmen Esparza
Revisado por


Apéndice 6: Ensayo de corte directo muestra 2


	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL	
	LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL	
ENSAYO:CORTE DIRECTO		
Proyecto:	Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación:	Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja	
Muestra:	Remoldeada	
Cantón:	Loja	Nro Calicata: 1
Realizado por:	Ing. Diego Mata Laterreagui	Profundidad: 1 m
Norma :	ASTM D 2850	Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N

MUESTRA REMOLDEADA # 2						
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.1		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES	
31.47	332.38	313.15	6.39	6.43	DIAMETRO	cm. 6.32
30.67	319.49	301.19	6.34		ALTURA	cm. 2.14
30.45	325.60	306.28	6.55		AREA Corr	cm. 31.44
					VOLUMEN	cm³. 67.28
					PESO	gr. 144.09
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA						
Peso Cap+Suelo hume :		gr	216.82			
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	198.65			
Peso Cap. :		gr	69.33			
w (%) :		%	14.05			
DENSIDADES						
NATURAL		gr/cm³	2.14			
SECA		gr/cm³	1.88			

Carga Normal	2	Kg	Constante anillo de prueba:	0.18
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm²): 0.5

Dial	Desplazamient o vertical	Dial	Desplazamient o Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm²)	.0001 "	(kg)	(Kg/cm²)
0	0	0	0.00	31.44	0	0.00	0.00
0.5	0.01	5	0.05	31.44	0.0013	3.65	0.12
0.5	0.01	10	0.10	31.44	0.0018	4.67	0.15
0.6	0.01	20	0.20	31.44	0.0026	6.30	0.20
0.6	0.01	30	0.30	31.44	0.0032	7.53	0.24
0.6	0.01	40	0.40	31.44	0.004	9.17	0.29
0.6	0.01	50	0.50	31.44	0.0046	10.40	0.33
0.4	0.00	60	0.60	31.44	0.00505	11.32	0.36
0	0.00	70	0.70	31.44	0.0055	12.24	0.39
-1	-0.01	80	0.80	31.44	0.0058	12.86	0.41
-1.5	-0.02	90	0.90	31.44	0.0061	13.48	0.43
-2	-0.02	100	1.00	31.44	0.0063	13.89	0.44
-6.5	-0.07	110	1.10	31.44	0.0068	14.92	0.47
-7.5	-0.08	120	1.20	31.44	0.0069	15.12	0.48
-10	-0.10	130	1.30	31.44	0.007	15.33	0.49
-11.5	-0.12	140	1.40	31.44	0.0071	15.53	0.49
-12.5	-0.13	150	1.50	31.44	0.00705	15.43	0.49
-13.5	-0.14	160	1.60	31.44	0.007	15.33	0.49
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.49							
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 0.99							


		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui				Nro Calicata: 1			
Norma : ASTM D 2850				Profundidad: 1 m			
				Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N			
MUESTRA REMOLDEADA # 2							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.2			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
67.17	332.38	313.15	7.25	7.3	DIAMETRO	cm. 6.32	
64.47	319.49	301.19	7.18		ALTURA	cm. 1.98	
66.60	325.60	306.28	7.46		AREA Corr	cm. 31.35	
					VOLUMEN	cm ³ . 62.07	
					PESO	gr. 135.01	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				DENSIDADES			
Peso Cap+Suelo hume :	gr	201.38		NATURAL			gr/cm ³ 2.18
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	185.14		SECA			gr/cm ³ 1.92
Peso Cap. :	gr	63.84					
w (%) :	%	13.39					
Carga Normal	4	Kg	Constante anillo de prueba:			0.18	
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²):		1	
Dial	Desplazamient o vertical	Dial	Desplazamient o Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.35	0	0.00	0.00
0.2	0.00	5	0.05	31.35	0.002	5.08	0.16
0.3	0.00	10	0.10	31.35	0.0028	6.71	0.21
0.4	0.00	20	0.20	31.35	0.0039	8.96	0.29
0.4	0.00	30	0.30	31.35	0.0051	11.42	0.36
0.4	0.00	40	0.40	31.35	0.0063	13.89	0.44
0.4	0.00	50	0.50	31.35	0.0074	16.15	0.52
0.4	0.00	60	0.60	31.35	0.0083	18.00	0.57
0.4	0.00	70	0.70	31.35	0.0092	19.86	0.63
0.3	0.00	80	0.80	31.35	0.01005	21.61	0.69
-0.5	-0.01	90	0.90	31.35	0.0108	23.17	0.74
-2.4	-0.02	100	1.00	31.35	0.0112	23.99	0.77
-3.5	-0.04	110	1.10	31.35	0.0118	25.23	0.80
-5.5	-0.06	120	1.20	31.35	0.0123	26.27	0.84
-7	-0.07	130	1.30	31.35	0.0125	26.68	0.85
-8.5	-0.09	140	1.40	31.35	0.0128	27.31	0.87
-10	-0.10	150	1.50	31.35	0.0131	27.93	0.89
-11.3	-0.11	160	1.60	31.35	0.01325	28.24	0.90
-13	-0.13	170	1.70	31.35	0.01325	28.24	0.90
RESULTADOS:							
ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.9							
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 1.9							

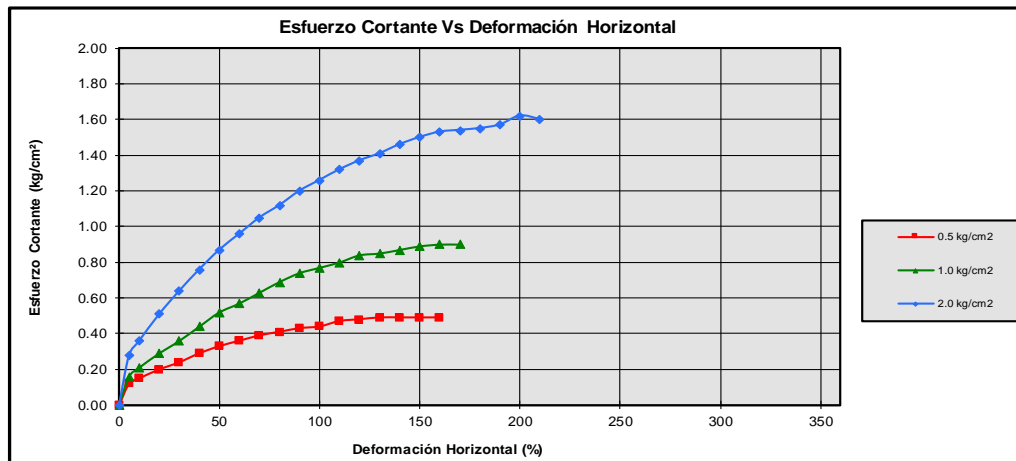
	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL	
	ENSAYO:CORTE DIRECTO	
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.		
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja		Nro Calicata: 1
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreaguí		Profundidad: 1 m
Norma : ASTM D 2850		Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N

MUESTRA REMOLDEADA # 2						
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.3		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES	
67.17	332.38	313.15	7.25	7.3	DIAMETRO	cm. 6.33
64.47	319.49	301.19	7.18		ALTURA	cm. 1.97
66.60	325.60	306.28	7.46		AREA Corr	cm. 31.47
					VOLUMEN	cm ³ . 62.00
					PESO	gr. 134.55
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				DENSIDADES		
Peso Cap+Suelo hume :	gr	195.08		NATURAL	gr/cm ³	2.17
Peso Cap+Suelo Seco :	gr	178.12		SECA	gr/cm ³	1.89
Peso Cap. :	gr	61.92				
w (%) :	%	14.6				

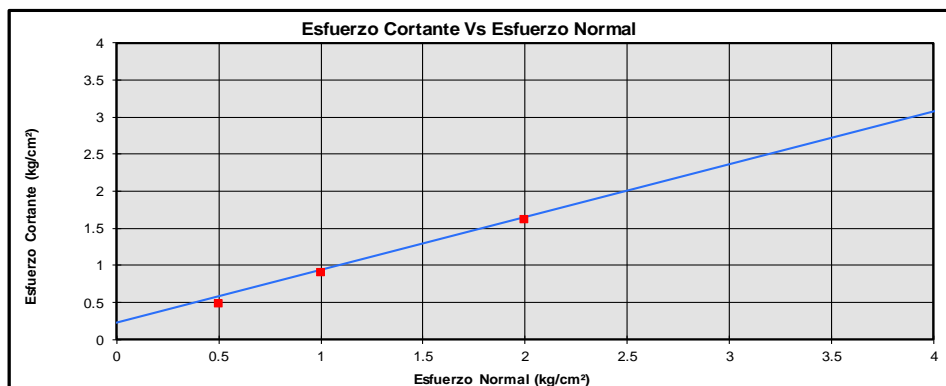
Carga Normal	8	Kg	Constante anillo de prueba:		0.18
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²):	2

Dial	Desplazamient o vertical	Dial	Desplazamient o Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.47	0	0.00	0.00
0.5	0.01	5	0.05	31.47	0.0038	8.76	0.28
0.5	0.01	10	0.10	31.47	0.0051	11.42	0.36
1.5	0.02	20	0.20	31.47	0.0073	15.94	0.51
2	0.02	30	0.30	31.47	0.0093	20.07	0.64
2	0.02	40	0.40	31.47	0.0111	23.79	0.76
2	0.02	50	0.50	31.47	0.0129	27.51	0.87
2	0.02	60	0.60	31.47	0.01425	30.31	0.96
2	0.02	70	0.70	31.47	0.01555	33.02	1.05
2	0.02	80	0.80	31.47	0.0166	35.20	1.12
2	0.02	90	0.90	31.47	0.0178	37.70	1.20
2	0.02	100	1.00	31.47	0.0188	39.79	1.26
2	0.02	110	1.10	31.47	0.0196	41.46	1.32
2	0.02	120	1.20	31.47	0.0204	43.13	1.37
1.5	0.02	130	1.30	31.47	0.021	44.38	1.41
1	0.01	140	1.40	31.47	0.0218	46.06	1.46
-1	-0.01	150	1.50	31.47	0.0223	47.10	1.50
-2.5	-0.03	160	1.60	31.47	0.0228	48.15	1.53
-4	-0.04	170	1.70	31.47	0.023	48.57	1.54
-4.5	-0.05	180	1.80	31.47	0.02305	48.68	1.55
-7	-0.07	190	1.90	31.47	0.0234	49.41	1.57
-9	-0.09	200	2.00	31.47	0.0241	50.88	1.62
-11	-0.11	210	2.10	31.47	0.0238	50.25	1.60
RESULTADOS:				ESF. DESV. : (Kg/c	1.62		
				ESF. PRINCIP	3.62		

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja		Nro Calicata: 1
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui		Profundidad: 1 m
Norma : ASTM D 2850		Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N



PROBETA No.1	$\sigma_1 = 0.99$	kg/cm ²	0.745
0.5 kg/cm ²	$\sigma_3 = 0.5$	kg/cm ²	0.245
PROBETA No.2	$\sigma_1 = 1.9$	kg/cm ²	1.45
1.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 1$	kg/cm ²	0.45
PROBETA No.3	$\sigma_1 = 3.62$	kg/cm ²	2.81
2.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 2$	kg/cm ²	0.81





COHESION (C)	0.23
ANGULO DE FRICCION (Φ)	35.44


Ing. Diego Mata
Maestrante


MSc. Carmen Esparza
Revisado por

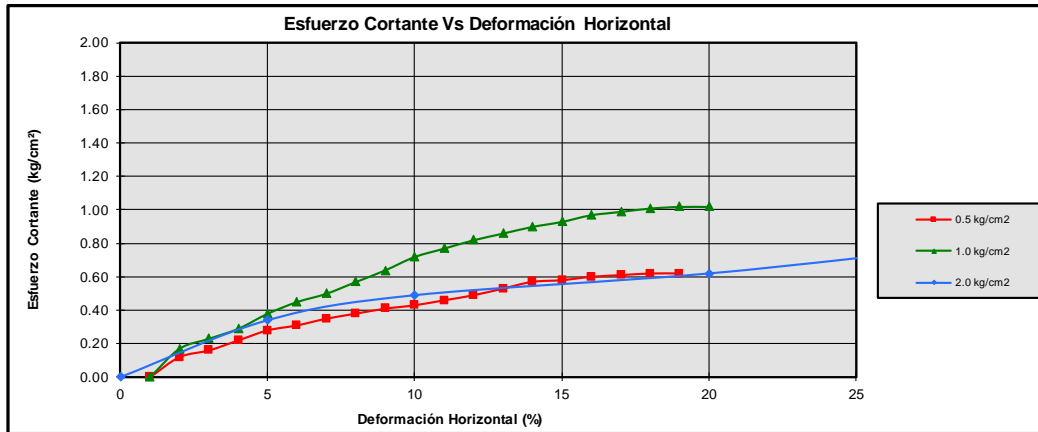
Apéndice 7: Ensayo de corte directo muestra 3

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui							
Norma : ASTM D 2850							
Nro Calicata: 1							
Profundidad: 1 m							
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 3							
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+S (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.47	180.84	169.42	7.65	7.62	DIAMETRO	cm.	6.31
30.67	188.26	176.03	7.76		ALTURA	cm.	2.00
30.45	177.55	166.57	7.46		AREA Corr	cm.	31.25
					VOLUMEN	cm ³ .	62.50
					PESO	gr.	144.09
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES		
Peso Cap+Suelo hume :		gr	199.28		NATURAL	gr/cm ³	2.31
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	181.99		SECA	gr/cm ³	2.02
Peso Cap. :		gr	62.88				
w (%) :		%	14.52				
Carga Normal	2	Kg	Constante anillo de prueba		0.18		
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.		(Kg/cm ²): 0.5		
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(.01mm)	.01mm	(.01mm)	(cm ²)	.0001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
68	0	0	0.00	31.25	0	0.00	0.00
68	0.68	5	0.05	31.25	0.0014	3.85	0.12
12	0.12	10	0.10	31.25	0.002005	5.09	0.16
12.5	0.13	20	0.20	31.25	0.00293	6.98	0.22
13.1	0.13	30	0.30	31.25	0.00374	8.64	0.28
13.9	0.14	40	0.40	31.25	0.00432	9.82	0.31
14	0.14	50	0.50	31.25	0.00484	10.89	0.35
14.4	0.14	60	0.60	31.25	0.0053	11.83	0.38
14.8	0.15	70	0.70	31.25	0.00571	12.68	0.41
-5	-0.05	80	0.80	31.25	0.00615	13.58	0.43
-6	-0.06	90	0.90	31.25	0.0066	14.50	0.46
-7	-0.07	100	1.00	31.25	0.00698	15.29	0.49
0	0.00	110	1.10	31.25	0.00758	16.52	0.53
0	0.00	120	1.20	31.25	0.00815	17.69	0.57
0	0.00	130	1.30	31.25	0.00831	18.02	0.58
0	0.00	140	1.40	31.25	0.00863	18.68	0.60
0	0.00	150	1.50	31.25	0.00885	19.14	0.61
0	0.00	160	1.60	31.25	0.00899	19.43	0.62
0	0.00	170	1.70	31.25	0.0089	19.24	0.62
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.62 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 1.12							

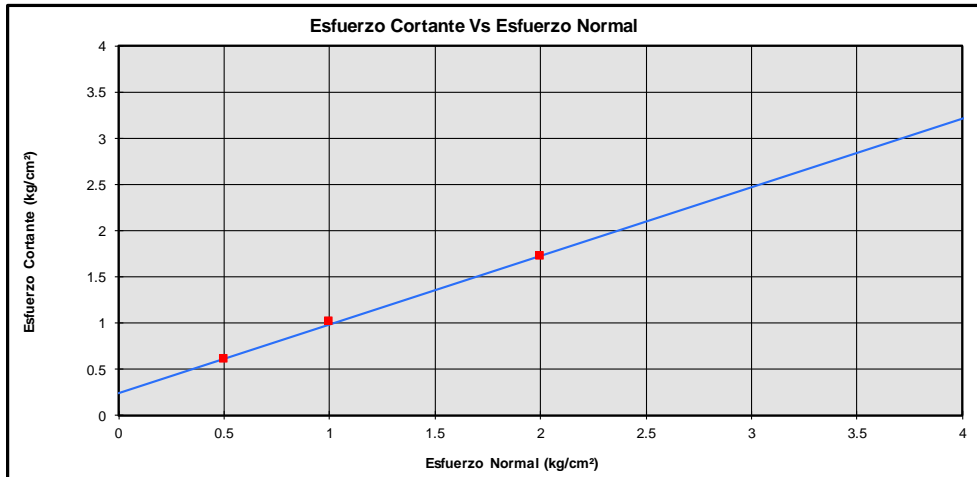
		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto:		Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.					
Ubicación:		Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja					
Muestra:		Remoldeada					
Cantón:		Loja					
Realizado por:		Ing. Diego Mata Laterreagui					
Norma :		ASTM D 2850					
		Nro Calicata: 1					
		Profundidad: 1 m					
		Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N					
MUESTRA REMOLDEADA # 3							
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+S (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.60	180.84	169.42	7.65	7.66	DIAMETRO cm.	6.32	
31.58	188.26	176.03	7.81		ALTURA cm.	1.67	
31.38	177.55	166.57	7.51		AREA Corri cm.	31.32	
					VOLUMEN cm ³ .	52.30	
					PESO gr.	135.01	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES		
Peso Cap+Suelo hume :		gr	182.36		NATURAL	gr/cm ³	2.58
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	167.35		SECA	gr/cm ³	2.23
Peso Cap. :		gr	71.36				
w (%) :		%	15.64				
Carga Normal		4	Kg	Constante anillo de prueba	0.18		
Velocidad de carga		2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²): 1		
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.32	0	0.00	0.00
0.75	0.01	5	0.05	31.32	0.002055	5.19	0.17
0.9	0.01	10	0.10	31.32	0.003013	7.15	0.23
1	0.01	20	0.20	31.32	0.00395	9.07	0.29
1.1	0.01	30	0.30	31.32	0.00535	11.94	0.38
1.1	0.01	40	0.40	31.32	0.00639	14.07	0.45
1.1	0.01	50	0.50	31.32	0.00714	15.62	0.50
1.1	0.01	60	0.60	31.32	0.00825	17.90	0.57
0	0.00	70	0.70	31.32	0.0093	20.07	0.64
-2	-0.02	80	0.80	31.32	0.0105	22.54	0.72
-4	-0.04	90	0.90	31.32	0.0112	23.99	0.77
-6.5	-0.07	100	1.00	31.32	0.012	25.65	0.82
-8.1	-0.08	110	1.10	31.32	0.01265	27.00	0.86
-10.1	-0.10	120	1.20	31.32	0.01315	28.03	0.90
0	0.00	130	1.30	31.32	0.01374	29.26	0.93
0	0.00	140	1.40	31.32	0.01425	30.31	0.97
0	0.00	150	1.50	31.32	0.01462	31.08	0.99
0	0.00	160	1.60	31.32	0.01485	31.56	1.01
0	0.00	170	1.70	31.32	0.01511	32.10	1.02
0	0.00	180	1.80	31.32	0.01501	31.89	1.02
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 1.02							
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 2.02							

 UTPL <small>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</small>		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto:	Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.						
Ubicación:	Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja						
Muestra:	Remoldeada						
Cantón:	Loja			Nro Calicata:	1		
Realizado por:	Ing. Diego Mata Laterreaguí			Profundidad:	1 m		
Norma :	ASTM D 2850			Coordenadas:	700532.211 E 9559196.544 N		
MUESTRA REMOLDEADA # 3							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.3			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+S (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.60	180.84	169.42	7.65	7.66	DIAMETRO cm.	6.31	
31.58	188.26	176.03	7.81		ALTURA cm.	1.95	
31.38	177.55	166.57	7.51		AREA Corregida cm.	31.30	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				VOLUMEN cm ³ .		61.04	
Peso Cap+Suelo hume :		gr	196.08	PESO gr.		134.55	
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	178.56	DENSIDADES			
Peso Cap. :		gr	61.92	NATURAL gr/cm ³	2.20		
w (%) :		%	15.02	SECA gr/cm ³	1.91		
Carga Normal	8	Kg	Constante anillo de prueba	0.18			
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²): 2			
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Correg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.30	0	0.00	0.00
0.8	0.01	5	0.05	31.30	0.0047	10.60	0.34
1.5	0.02	10	0.10	31.30	0.007	15.33	0.49
1.8	0.02	20	0.20	31.30	0.009	19.45	0.62
1.8	0.02	30	0.30	31.30	0.0117	25.03	0.80
1.8	0.02	40	0.40	31.30	0.0135	28.76	0.92
1.8	0.02	50	0.50	31.30	0.015	31.87	1.02
1.8	0.02	60	0.60	31.30	0.0163	34.58	1.10
1.8	0.02	70	0.70	31.30	0.017	36.03	1.15
1.8	0.02	80	0.80	31.30	0.0183	38.74	1.24
1.8	0.02	90	0.90	31.30	0.019	40.20	1.28
0.9	0.01	100	1.00	31.30	0.02	42.29	1.35
0.8	0.01	110	1.10	31.30	0.0207	43.76	1.40
0	0.00	120	1.20	31.30	0.0224	47.31	1.51
-0.2	0.00	130	1.30	31.30	0.023	48.57	1.55
-3.5	-0.04	140	1.40	31.30	0.0236	49.83	1.59
-4.5	-0.05	150	1.50	31.30	0.0242	51.09	1.63
-5.5	-0.06	160	1.60	31.30	0.0244	51.51	1.65
-6.5	-0.07	170	1.70	31.30	0.0245	51.72	1.65
0	0.00	180	1.80	31.30	0.0249	52.56	1.68
0	0.00	190	1.90	31.30	0.0251	52.97	1.69
0	0.00	200	2.00	31.30	0.0256	54.02	1.73
0	0.00	210	2.10	31.30	0.0257	54.23	1.73
0	0.00	220	2.20	31.30	0.0255	53.81	1.72
RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =		1.73				
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =		3.73				

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Nro Calicata: 1 Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Profundidad: 1 m Norma : ASTM D 2850 Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N	



PROBETA No.1	$\sigma_1 = 1.12$	kg/cm ²	0.81
0.5 kg/cm ²	$\sigma_3 = 0.5$	kg/cm ²	0.31
PROBETA No.2	$\sigma_1 = 2.02$	kg/cm ²	1.51
1.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 1$	kg/cm ²	0.51
PROBETA No.3	$\sigma_1 = 3.73$	kg/cm ²	2.865
2.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 2$	kg/cm ²	0.865





COHESION (C)	0.24
ANGULO DE FRICCIÓN (F)	36.62


Ing. Diego Mata
Maestrante


MsC. Carmen Esparza
Revisado por

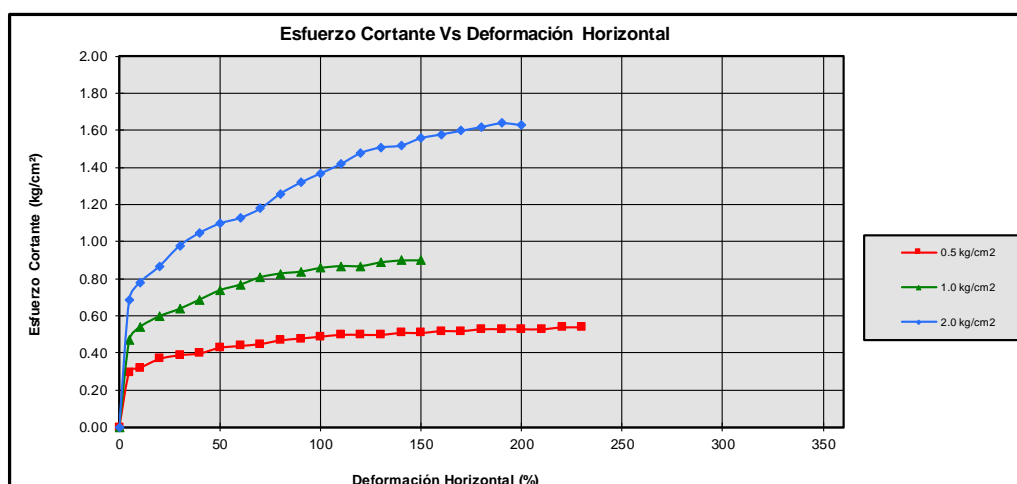
Apéndice 8: Ensayo de corte directo muestra 4

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui							
Norma : ASTM D 2850							
Nro Calicata: 1							
Profundidad: 1 m							
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 4							
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES		
51.45	185.84	175.42	7.75	7.81	DIAMETRO	cm.	6.31
54.61	182.26	172.03	8.01		ALTURA	cm.	2.22
58.64	175.55	166.57	7.68		AREA Corr	cm.	31.34
					VOLUMEN	cm ³ .	69.57
					PESO	gr.	135.13
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA							
Peso Cap+Suelo hume :		gr	202.43		DENSIDADES		
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	183.79				
Peso Cap. :		gr	58.15				
w (%) :		%	14.84				
					NATURAL	gr/cm ³	1.94
					SECA	gr/cm ³	1.69
Carga Normal	2	Kg	Constante anillo de prueba:		0.18		
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.		(Kg/cm ²): 0.5		
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.0001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.34	0	0.00	0.00
0	0.00	5	0.05	31.34	0.00405	9.27	0.30
0.5	0.01	10	0.10	31.34	0.00445	10.09	0.32
1.5	0.02	20	0.20	31.34	0.00525	11.73	0.37
2.1	0.02	30	0.30	31.34	0.00546	12.16	0.39
2.7	0.03	40	0.40	31.34	0.00569	12.63	0.40
3	0.03	50	0.50	31.34	0.00605	13.37	0.43
3.1	0.03	60	0.60	31.34	0.00623	13.74	0.44
3.1	0.03	70	0.70	31.34	0.00642	14.13	0.45
3.1	0.03	80	0.80	31.34	0.00675	14.81	0.47
3.1	0.03	90	0.90	31.34	0.00693	15.18	0.48
3.1	0.03	100	1.00	31.34	0.00702	15.37	0.49
3.1	0.03	110	1.10	31.34	0.00713	15.59	0.50
3	0.03	120	1.20	31.34	0.00719	15.72	0.50
3	0.03	130	1.30	31.34	0.00722	15.78	0.50
3	0.03	140	1.40	31.34	0.00729	15.92	0.51
3	0.03	150	1.50	31.34	0.00735	16.05	0.51
2.5	0.03	160	1.60	31.34	0.00743	16.21	0.52
2.5	0.03	170	1.70	31.34	0.00745	16.25	0.52
2.4	0.02	180	1.80	31.34	0.00758	16.52	0.53
2.4	0.02	190	1.90	31.34	0.00763	16.62	0.53
2.1	0.02	200	2.00	31.34	0.00763	16.62	0.53
1.9	0.02	210	2.10	31.34	0.00768	16.73	0.53
1.9	0.02	220	2.20	31.34	0.00773	16.83	0.54
1.9	0.02	230	2.30	31.34	0.00773	16.83	0.54
1.9	0.02	240	2.40	31.34	0.00772	16.81	0.54
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.54 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 1.04							

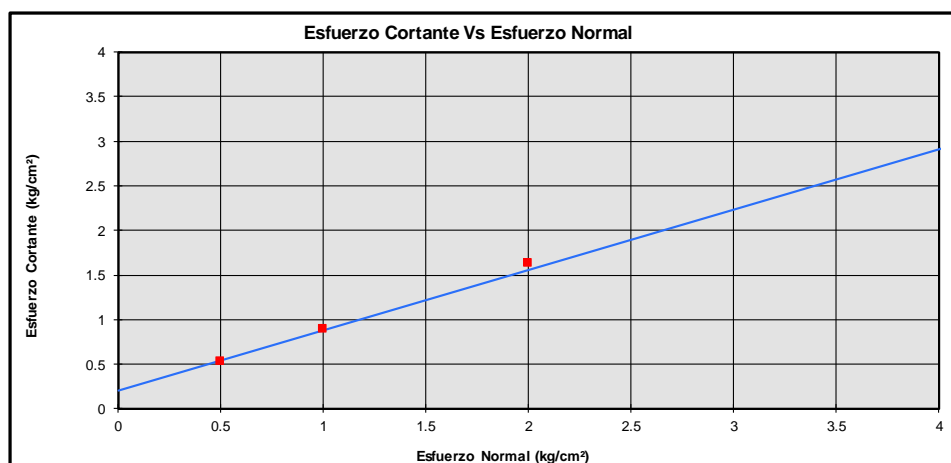
		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
		Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Norma : ASTM D 2850					
		Nro Calicata: 1		Profundidad: 1 m		Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N	
MUESTRA REMOLDEADA # 4							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.2			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES		
51.45	185.84	175.42	7.75	7.81	DIAMETRO	cm.	6.31
54.61	182.26	172.03	8.01		ALTURA	cm.	2.32
58.64	175.55	166.57	7.68		AREA Corr	cm.	31.29
					VOLUMEN	cm ³ .	72.59
					PESO	gr.	147.11
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA							
Peso Cap+Suelo hume :	gr	222.36					
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	203.58					
Peso Cap. :	gr	66.72					
w (%) :	%	13.72					
DENSIDADES							
NATURAL	gr/cm ³	2.03					
SECA	gr/cm ³	1.79					
Carga Normal	4	Kg	Constante anillo de prueba:			0.18	
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²):		1	
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.29	0	0.00	0.00
0	0.00	5	0.05	31.29	0.00675	14.81	0.47
1	0.01	10	0.10	31.29	0.0077	16.77	0.54
1.1	0.01	20	0.20	31.29	0.00862	18.66	0.60
2	0.02	30	0.30	31.29	0.00928	20.03	0.64
2.5	0.03	40	0.40	31.29	0.0101	21.72	0.69
2.8	0.03	50	0.50	31.29	0.01075	23.06	0.74
2.9	0.03	60	0.60	31.29	0.0113	24.20	0.77
3	0.03	70	0.70	31.29	0.01178	25.19	0.81
3	0.03	80	0.80	31.29	0.01213	25.92	0.83
3	0.03	90	0.90	31.29	0.01225	26.17	0.84
3	0.03	100	1.00	31.29	0.01256	26.81	0.86
3	0.03	110	1.10	31.29	0.01271	27.12	0.87
3	0.03	120	1.20	31.29	0.01279	27.29	0.87
3	0.03	130	1.30	31.29	0.01301	27.74	0.89
3	0.03	140	1.40	31.29	0.01322	28.18	0.90
3	0.03	150	1.50	31.29	0.01321	28.16	0.90
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.9							
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 1.9							

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja				Nro Calicata: 1			
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui				Profundidad: 1 m			
Norma : ASTM D 2850				Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N			
MUESTRA REMOLDEADA # 4							
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.3		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES		
51.45	185.84	175.42	7.75	7.81	DIAMETRO	cm.	6.32
54.61	182.26	172.03	8.01		ALTURA	cm.	1.99
58.64	175.55	166.57	7.68		AREA Corr	cm.	31.35
					VOLUMEN	cm ³ .	62.39
					PESO	gr.	125.8
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA							
Peso Cap+Suelo hume :		gr	181.59				
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	165.99				
Peso Cap. :		gr	125.8				
w (%):		%	38.82				
DENSIDADES							
NATURAL		gr/cm ³	2.02				
SECA		gr/cm ³	1.46				
Carga Normal		8	Kg	Constante anillo de prueba:		0.18	
Velocidad de carga		2	vuel/min	Presion de Conf.		(Kg/cm ²):	2
Dial	Desplazamiento vertical	Dial	Desplazamiento Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.35	0	0.00	0.00
0.2	0.00	5	0.05	31.35	0.01005	21.61	0.69
0.2	0.00	10	0.10	31.35	0.01142	24.45	0.78
0.7	0.01	20	0.20	31.35	0.01275	27.20	0.87
1.2	0.01	30	0.30	31.35	0.01442	30.67	0.98
2.2	0.02	40	0.40	31.35	0.01543	32.77	1.05
2.3	0.02	50	0.50	31.35	0.0162	34.37	1.10
2.6	0.03	60	0.60	31.35	0.01667	35.35	1.13
3.2	0.03	70	0.70	31.35	0.01752	37.12	1.18
3.2	0.03	80	0.80	31.35	0.01865	39.47	1.26
3.2	0.03	90	0.90	31.35	0.01958	41.42	1.32
3.2	0.03	100	1.00	31.35	0.02036	43.05	1.37
3.2	0.03	110	1.10	31.35	0.02099	44.36	1.42
3.2	0.03	120	1.20	31.35	0.02195	46.37	1.48
3.2	0.03	130	1.30	31.35	0.02245	47.42	1.51
3.2	0.03	140	1.40	31.35	0.02256	47.65	1.52
3.2	0.03	150	1.50	31.35	0.02318	48.95	1.56
3.2	0.03	160	1.60	31.35	0.02348	49.58	1.58
3.2	0.03	170	1.70	31.35	0.02375	50.14	1.60
3.2	0.03	180	1.80	31.35	0.02403	50.73	1.62
3.2	0.03	190	1.90	31.35	0.02432	51.34	1.64
3.2	0.03	200	2.00	31.35	0.02428	51.25	1.63
RESULTADOS:				ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 1.64			
				ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 3.64			

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja		Nro Calicata: 1
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui		Profundidad: 1 m
Norma : ASTM D 2850		Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N



PROBETA No.1	$\sigma_1 = 1.04$	kg/cm ²	0.77
0.5 kg/cm ²	$\sigma_3 = 0.5$	kg/cm ²	0.27
PROBETA No.2	$\sigma_1 = 1.9$	kg/cm ²	1.45
1.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 1$	kg/cm ²	0.45
PROBETA No.3	$\sigma_1 = 3.64$	kg/cm ²	2.82
2.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 2$	kg/cm ²	0.82





COHESION (C)	0.21
ANGULO DE FRICCION (Φ)	34.03


Ing. Diego Mata
Maestrante

MsC. Carmen Esparza
Revisado por

Apéndice 9: Ensayo de corte directo muestra 5

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui							
Norma : ASTM D 2850							
Nro Calicata: 1							
Profundidad: 1 m							
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 5							
1.CONTENIDO DE AGUA				PROBETA No.1			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES		
31.47	302.08	283.99	6.68	6.76	DIAMETRO	cm.	6.29
30.67	417.29	391.43	6.69		ALTURA	cm.	2.22
30.45	327.30	306.83	6.9		AREA Corr	cm.	31.17
					VOLUMEN	cm ³ .	69.20
					PESO	gr.	140.76
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA							
Peso Cap+Suelo hume :	gr	215.33					
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	197.94					
Peso Cap. :	gr	63.74					
w (%) :	%	12.96					
DENSIDADES							
NATURAL				gr/cm ³	2.03		
SECA				gr/cm ³	1.8		
Carga Normal	2	Kg	Constante anillo de prueba:				0.18
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.	(Kg/cm ²):	0.5		
Dial	Desplazamient o vertical	Dial	Desplazamient o Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.0001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.17	0	0.00	0.00
1.5	0.02	5	0.05	31.17	0.00135	3.75	0.12
1.6	0.02	10	0.10	31.17	0.00195	4.98	0.16
1.6	0.02	20	0.20	31.17	0.00282	6.75	0.22
1.6	0.02	30	0.30	31.17	0.00312	7.37	0.24
1.6	0.02	40	0.40	31.17	0.00341	7.96	0.26
1.6	0.02	50	0.50	31.17	0.0036	8.35	0.27
1.6	0.02	60	0.60	31.17	0.00398	9.13	0.29
1.6	0.02	70	0.70	31.17	0.0044	9.99	0.32
1.6	0.02	80	0.80	31.17	0.00488	10.97	0.35
1.6	0.02	90	0.90	31.17	0.00521	11.65	0.37
1.5	0.02	100	1.00	31.17	0.00575	12.76	0.41
0.5	0.01	110	1.10	31.17	0.0065	14.30	0.46
-0.5	-0.01	120	1.20	31.17	0.00682	14.96	0.48
-2.5	-0.03	130	1.30	31.17	0.00718	15.70	0.50
-4.4	-0.04	140	1.40	31.17	0.0077	16.77	0.54
-6	-0.06	150	1.50	31.17	0.00795	17.28	0.55
-7.5	-0.08	160	1.60	31.17	0.0081	17.59	0.56
-9.5	-0.10	170	1.70	31.17	0.00842	18.25	0.59
-10.5	-0.11	180	1.80	31.17	0.0086	18.62	0.60
-12.5	-0.13	190	1.90	31.17	0.0088	19.03	0.61
-14.5	-0.15	200	2.00	31.17	0.009	19.45	0.62
-15.5	-0.16	210	2.10	31.17	0.0091	19.65	0.63
-17.5	-0.18	220	2.20	31.17	0.0092	19.86	0.64
-18.5	-0.19	230	2.30	31.17	0.0092	19.86	0.64
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.64							
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 1.14							

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO					
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.							
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja							
Muestra: Remoldeada							
Cantón: Loja							
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui				Nro Calicata: 1			
Norma : ASTM D 2850				Profundidad: 1 m			
Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N							
MUESTRA REMOLDEADA # 5							
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2		
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES		
69.60	302.08	283.99	7.78	7.72	DIAMETRO	cm.	6.29
70.18	417.29	391.43	7.45		ALTURA	cm.	2.19
68.71	327.30	306.83	7.92		AREA Corr	cm.	31.04
					VOLUMEN	cm ³ .	67.98
					PESO	gr.	138.13
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				DENSIDADES			
Peso Cap+Suelo hume :	gr	202.32			NATURAL	gr/cm ³	2.03
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	184.65			SECA	gr/cm ³	1.79
Peso Cap. :	gr	52.41					
w (%) :	%	13.36					
Carga Normal	4	Kg	Constante anillo de prueba:				0.18
Velocidad de carga	2	vuel/min	Presion de Conf.		(Kg/cm ²):		1
Dial	Desplazamient o vertical	Dial	Desplazamient o Horizontal	Area	Dial	Carga	Esfuerzo
Deform. Vertical	Δv	Deform. Horizontal	ΔH	Corrg.	Carga		Desviador
.01mm	(0.01mm)	.01mm	(0.01mm)	(cm ²)	.001 "	(kg)	(Kg/cm ²)
0	0	0	0.00	31.04	0	0.00	0.00
1.5	0.02	5	0.05	31.04	0.00185	4.77	0.15
2.5	0.03	10	0.10	31.04	0.00255	6.20	0.20
5	0.05	20	0.20	31.04	0.0036	8.35	0.27
6	0.06	30	0.30	31.04	0.00475	10.71	0.34
7	0.07	40	0.40	31.04	0.0056	12.45	0.40
8	0.08	50	0.50	31.04	0.0063	13.89	0.45
8.5	0.09	60	0.60	31.04	0.0065	14.30	0.46
9	0.09	70	0.70	31.04	0.0071	15.53	0.50
9	0.09	80	0.80	31.04	0.0078	16.97	0.55
9	0.09	90	0.90	31.04	0.00849	18.40	0.59
9	0.09	100	1.00	31.04	0.00918	19.82	0.64
9	0.09	110	1.10	31.04	0.0097	20.89	0.67
9	0.09	120	1.20	31.04	0.0101	21.72	0.70
8	0.08	130	1.30	31.04	0.01091	23.39	0.75
6.5	0.07	140	1.40	31.04	0.01162	24.86	0.80
5	0.05	150	1.50	31.04	0.0119	25.44	0.82
4	0.04	160	1.60	31.04	0.0125	26.68	0.86
3	0.03	170	1.70	31.04	0.013034	27.79	0.90
1	0.01	180	1.80	31.04	0.01372	29.21	0.94
0	0.00	190	1.90	31.04	0.01449	30.81	0.99
-2	-0.02	200	2.00	31.04	0.01465	31.15	1.00
-3	-0.03	210	2.10	31.04	0.0147	31.25	1.01
-5	-0.05	220	2.20	31.04	0.01491	31.69	1.02
-6	-0.06	230	2.30	31.04	0.0148	31.46	1.01
RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 0.9 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 1.9							

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO

Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.

Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja

Muestra: Remoldeada

Cantón: Loja

Nro Calicata: 1

Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui

Profundidad: 1 m

Norma : ASTM D 2850

Coordenadas: 700532.211 E

9559196.544 N

MUESTRA REMOLDEADA # 1


1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES			
72.78	302.28	285.14	7.47	7.63	DIAMETRO	cm.		5.05
64.54	321.23	301.95	7.51		ALTURA	cm.		11.08
69.32	282.75	265.85	7.92		AREA Corr	cm.		19.99
					VOLUMEN	cm ³ .		221.49
					PESO	gr.		345.79

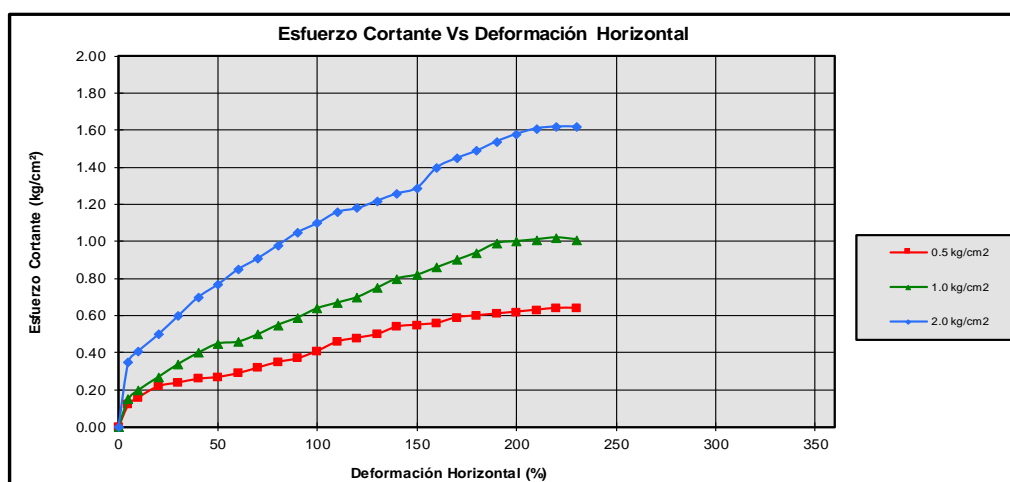
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA		
Peso Cap+Suelo hume :	gr	502.12
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	446.54
Peso Cap. :	gr	144.57
w (%) :	%	18.41

DENSIDADES		
NATURAL	gr/cm ³	1.56
SECA	gr/cm ³	1.32

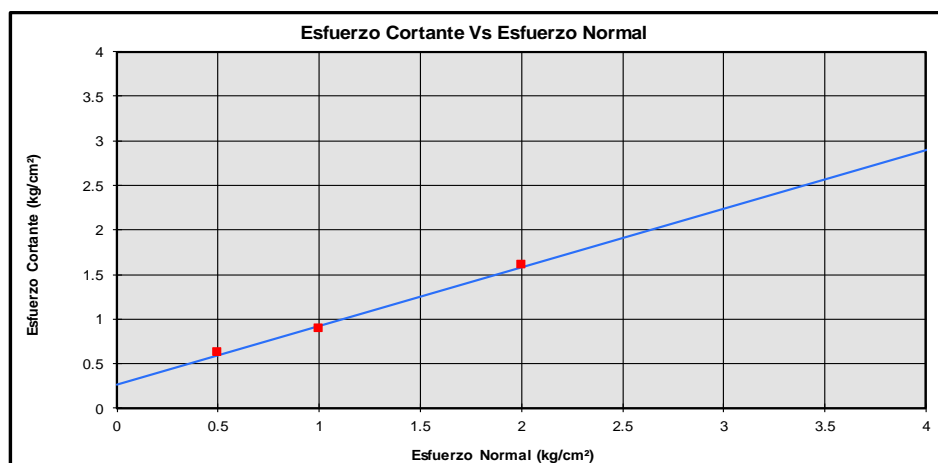
ΔQ	ΔL	ϵ_A	A_c	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0
0.00	0.00	0.00	20.0	0.0	100.0	100.0	100.5	100.5	1.0
0.07	0.75	0.68	20.2	37.8	100.0	137.8	97.7	135.5	1.4
0.24	1.57	1.41	20.3	127.5	100.1	227.6	100.6	228.1	2.3
0.41	2.40	2.16	20.5	220.5	100.0	320.5	101.0	321.5	3.2
0.55	3.23	2.91	20.6	292.7	100.1	392.8	102.5	395.2	3.9
0.64	4.07	3.67	20.8	337.7	100.0	437.7	101.6	439.3	4.3
0.68	4.91	4.43	21.0	357.4	100.0	457.4	102.0	459.4	4.5
0.72	5.75	5.19	21.1	373.3	100.1	473.4	102.8	476.1	4.6
0.75	6.59	5.95	21.3	388.0	100.0	488.0	103.8	491.8	4.7
0.78	7.44	6.71	21.5	400.4	100.0	500.4	96.1	496.5	5.2
0.81	8.27	7.46	21.6	411.0	100.0	511.0	100.9	511.9	5.1
0.83	9.10	8.21	21.8	420.6	100.0	520.6	105.1	525.7	5.0
0.86	9.94	8.97	22.0	427.9	100.0	527.9	108.9	536.8	4.9
0.77	10.11	9.12	22.0	386.0	100.1	486.1	109.1	495.1	4.5

RESULTADOS:	Esfuerzo desviador.		q (kPa)	388.05
	Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	100.00
	Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	488.05
	Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	103.80
	Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	491.85

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja		Nro Calicata: 1
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreaguí		Profundidad: 1 m
Norma : ASTM D 2850		Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N



PROBETA No.1	$\sigma_1 = 1.14$	kg/cm ²	0.82
0.5 kg/cm ²	$\sigma_3 = 0.5$	kg/cm ²	0.32
PROBETA No.2	$\sigma_1 = 1.9$	kg/cm ²	1.45
1.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 1$	kg/cm ²	0.45
PROBETA No.3	$\sigma_1 = 3.62$	kg/cm ²	2.81
2.0 kg/cm ²	$\sigma_3 = 2$	kg/cm ²	0.81





COHESION (C)	0.27
ANGULO DE FRICCION (Φ)	33.30

Ing. Diego Mata
Maestrante

MsC. Carmen Esparza
Revisado por

Apéndice 10: Ensayo triaxial muestra 1

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)							
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.									
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja									
Muestra: Remoldeada									
Cantón: Loja				Nro Calicata: 1					
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui				Profundidad: 1 m					
Norma : ASTM D 4767-04				Coordenadas: 700532.211 E				9559196.544 N	
MUESTRA REMOLDEADA # 1									
1. CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1				
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES				
72.78	302.28	285.14	7.47	7.63	DIAMETRO	cm.			5.10
64.54	321.23	301.95	7.51		ALTURA	cm.			10.01
69.32	282.75	265.85	7.92		ÁREA Corr	cm.			20.39
					VOLUMEN	cm ³ .			204.10
					PESO	gr.			397.56
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES				
Peso Cap+Suelo hume :		gr	510.1		NATURAL	gr/cm ³			1.95
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	451.62		SECA	gr/cm ³			1.64
Peso Cap. :		gr	145.6						
w (%) :		%	19.11						
ΔQ	ΔL	ϵ_A	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0
0.00	0.00	0.00	20.43	0.00	50.10	50.10	51.80	51.80	1.00
0.13	0.36	0.36	20.50	61.90	50.10	112.00	47.20	109.10	2.31
0.21	0.74	0.73	20.58	102.24	50.10	152.34	43.00	145.24	3.38
0.29	1.15	1.14	20.66	142.18	50.10	192.28	41.30	183.48	4.44
0.36	1.56	1.55	20.75	174.93	50.10	225.03	42.00	216.93	5.17
0.41	1.97	1.97	20.84	198.39	50.10	248.49	44.00	242.39	5.51
0.45	2.38	2.38	20.93	215.91	50.10	266.01	46.50	262.41	5.64
0.48	2.79	2.79	21.01	229.47	50.10	279.57	49.10	278.57	5.67
0.51	3.20	3.20	21.10	241.34	50.00	291.34	51.60	292.94	5.68
0.53	3.61	3.61	21.19	250.55	50.10	300.65	54.30	304.85	5.61
0.55	4.03	4.02	21.28	258.03	50.00	308.03	56.70	314.73	5.55
0.56	4.44	4.43	21.38	262.96	50.10	313.06	59.30	322.26	5.43
0.57	4.85	4.85	21.47	265.55	50.00	315.55	61.50	327.05	5.32
0.58	5.27	5.26	21.56	268.20	50.10	318.30	63.70	331.90	5.21
0.59	5.68	5.67	21.66	270.63	50.10	320.73	65.70	336.33	5.12
0.59	6.09	6.08	21.75	271.89	50.10	321.99	67.70	339.59	5.02
0.60	6.50	6.49	21.85	273.04	50.10	323.14	69.40	342.44	4.93
0.60	6.91	6.90	21.94	274.77	50.10	324.87	71.00	345.77	4.87
0.61	7.31	7.31	22.04	276.65	50.10	326.75	72.40	349.05	4.82
0.62	7.72	7.71	22.14	278.51	50.10	328.61	73.70	352.21	4.78
0.62	8.13	8.12	22.23	280.38	50.10	330.48	74.90	355.28	4.74
0.63	8.54	8.53	22.33	282.05	50.10	332.15	76.10	358.15	4.71
0.64	8.95	8.94	22.43	284.13	50.10	334.23	77.20	361.33	4.68
0.64	9.36	9.35	22.54	285.68	50.10	335.78	78.30	363.98	4.65
RESULTADOS:					Esfuerzo desviador.		q (kPa)	229	
					Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	50	
					Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	280	
					Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	49	
					Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	279	

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO

Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.

Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja

Muestra: Remoldeada

Cantón: Loja

Nro Calicata: 1

Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui

Profundidad: 1 m

Norma : ASTM D 4767-04

Coordenadas: 700532.211 E

9559196.544 N

MUESTRA REMOLDEADA # 1


1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2			
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES			
72.78	302.28	285.14	7.47	7.63	DIAMETRO	cm.		5.05
64.54	321.23	301.95	7.51		ALTURA	cm.		11.08
69.32	282.75	265.85	7.92		AREA Corr	cm.		19.99
					VOLUMEN	cm ³ .		221.49
					PESO	gr.		345.79

CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA		
Peso Cap+Suelo hume :	gr	502.12
Peso Cap+Sueli Seco :	gr	446.54
Peso Cap. :	gr	144.57
w (%) :	%	18.41

DENSIDADES			
NATURAL	gr/cm ³		1.56
SECA	gr/cm ³		1.32

ΔQ	ΔL	ϵ_A	A_c	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0
0.00	0.00	0.00	20.0	0.0	100.0	100.0	100.5	100.5	1.0
0.07	0.75	0.68	20.2	37.8	100.0	137.8	97.7	135.5	1.4
0.24	1.57	1.41	20.3	127.5	100.1	227.6	100.6	228.1	2.3
0.41	2.40	2.16	20.5	220.5	100.0	320.5	101.0	321.5	3.2
0.55	3.23	2.91	20.6	292.7	100.1	392.8	102.5	395.2	3.9
0.64	4.07	3.67	20.8	337.7	100.0	437.7	101.6	439.3	4.3
0.68	4.91	4.43	21.0	357.4	100.0	457.4	102.0	459.4	4.5
0.72	5.75	5.19	21.1	373.3	100.1	473.4	102.8	476.1	4.6
0.75	6.59	5.95	21.3	388.0	100.0	488.0	103.8	491.8	4.7
0.78	7.44	6.71	21.5	400.4	100.0	500.4	96.1	496.5	5.2
0.81	8.27	7.46	21.6	411.0	100.0	511.0	100.9	511.9	5.1
0.83	9.10	8.21	21.8	420.6	100.0	520.6	105.1	525.7	5.0
0.86	9.94	8.97	22.0	427.9	100.0	527.9	108.9	536.8	4.9
0.77	10.11	9.12	22.0	386.0	100.1	486.1	109.1	495.1	4.5

RESULTADOS:	Esfuerzo desviador.		q (kPa)	388.05
	Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	100.00
	Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	488.05
	Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	103.80
	Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	491.85

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja					Nro Calicata: 1					
Elaborado por: Ing. Diego Mata Laterreagui					Profundidad: 1 m					
Norma : ASTM D 4767-04					Coordenadas: 700532.211 E		9559196.544 N			
MUESTRA REMOLDEADA # 1										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.3					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
72.78	302.28	285.14	7.47	7.63	DIAMETRO	cm.		4.99		
64.54	321.23	301.95	7.51		ALTURA	cm.		9.99		
69.32	282.75	265.85	7.92		AREA Corr	cm.		19.57		
					VOLUMEN	cm ³ .		195.50		
					PESO	gr.		391.42		
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				DENSIDADES						
Peso Cap+Suelo hume :		gr	550.17	NATURAL		gr/cm ³		2.00		
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	487.56	SECA		gr/cm ³		1.69		
Peso Cap. :		gr	148.74							
w (%) :		%	18.48							
ΔQ	ΔL	ϵ_A	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.55	0.00	200.00	200.00	201.30	201.30	1.00	
0.09	0.03	0.03	19.56	46.02	200.00	246.02	199.90	245.92	1.23	
0.13	0.11	0.11	19.57	68.05	200.00	268.05	197.50	265.55	1.34	
0.17	0.18	0.18	19.59	88.73	200.10	288.83	195.20	283.93	1.45	
0.22	0.26	0.26	19.60	109.83	200.00	309.83	192.80	302.63	1.57	
0.26	0.34	0.34	19.62	130.63	200.10	330.73	190.70	321.33	1.69	
0.30	0.42	0.42	19.64	151.41	200.10	351.51	188.70	340.11	1.80	
0.34	0.50	0.50	19.65	172.11	200.10	372.21	186.90	359.01	1.92	
0.38	0.58	0.58	19.67	192.86	200.10	392.96	185.30	378.16	2.04	
0.42	0.66	0.66	19.68	212.98	200.10	413.08	184.00	396.98	2.16	
0.46	0.74	0.74	19.70	233.31	200.10	433.41	182.80	416.11	2.28	
0.50	0.82	0.82	19.72	252.90	200.00	452.90	181.70	434.60	2.39	
0.54	0.91	0.91	19.73	272.20	200.00	472.20	181.00	453.20	2.50	
0.57	0.99	0.99	19.75	290.87	200.00	490.87	180.50	471.37	2.61	
0.61	1.07	1.07	19.76	308.53	200.10	508.63	180.20	488.73	2.71	
0.64	1.15	1.15	19.78	325.41	200.00	525.41	179.90	505.31	2.81	
0.68	1.24	1.24	19.80	341.10	200.00	541.10	179.90	521.00	2.90	
0.71	1.32	1.32	19.81	356.06	200.00	556.06	180.00	536.06	2.98	
0.73	1.40	1.40	19.83	369.78	200.00	569.78	180.20	549.98	3.05	
0.76	1.48	1.48	19.85	382.72	200.00	582.72	180.50	563.22	3.12	
0.78	1.57	1.57	19.86	394.83	200.10	594.93	181.00	575.83	3.18	
0.81	1.65	1.65	19.88	405.97	200.10	606.07	181.40	587.37	3.24	
0.83	1.73	1.73	19.90	416.43	200.00	616.43	181.90	598.33	3.29	
0.85	1.82	1.82	19.91	426.27	200.00	626.27	182.50	608.77	3.34	
0.87	1.90	1.90	19.93	435.45	200.00	635.45	183.10	618.55	3.38	
0.89	1.98	1.98	19.95	444.20	200.00	644.20	183.70	627.90	3.42	
RESULTADOS:	Esfuerzo desviador.					q (kPa)	566			
	Esfuerzo principal menor de confinamiento					σ_3 (kPa)	200			
	Esfuerzo principal mayor					σ_1 (kPa)	766			
	Esfuerzo principal menor efectivo					σ_3' (kPa)	205			
	Esfuerzo principal mayor efectivo					σ_1' (kPa)	771			



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL
 LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO:CORTE DIRECTO

Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.

Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja

Muestra: Remoldeada

Cantón: Loja

Nro Calicata: 1

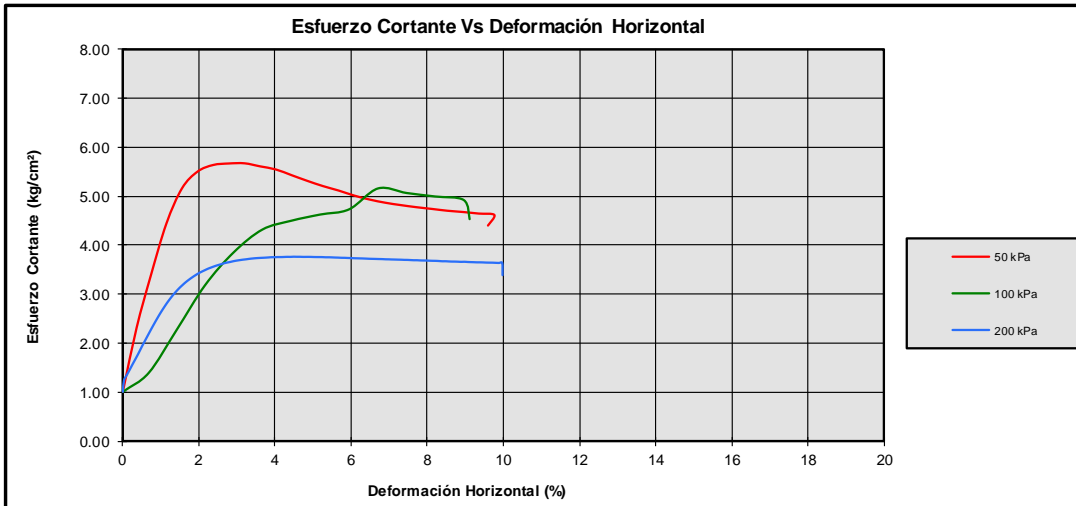
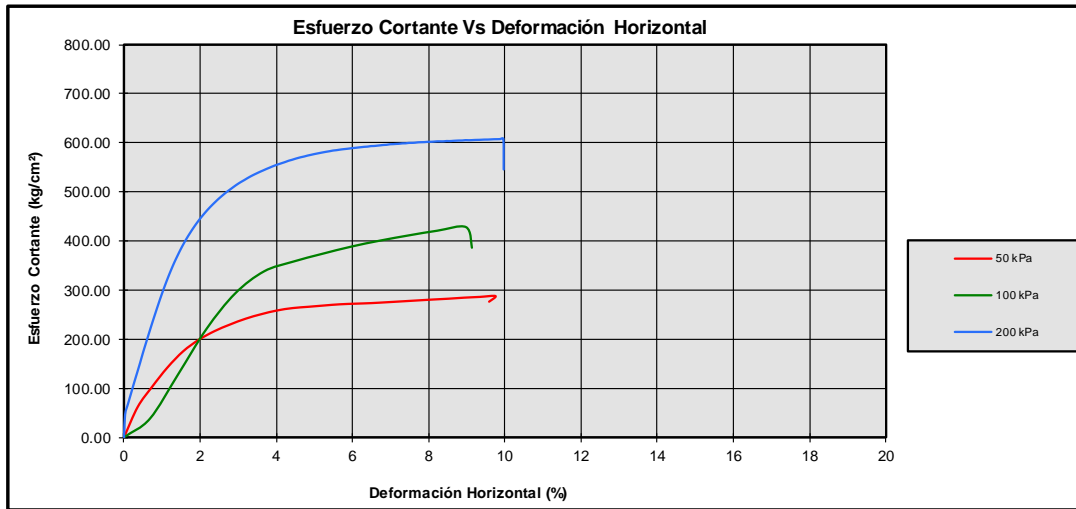
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui


Profundidad: 1 m

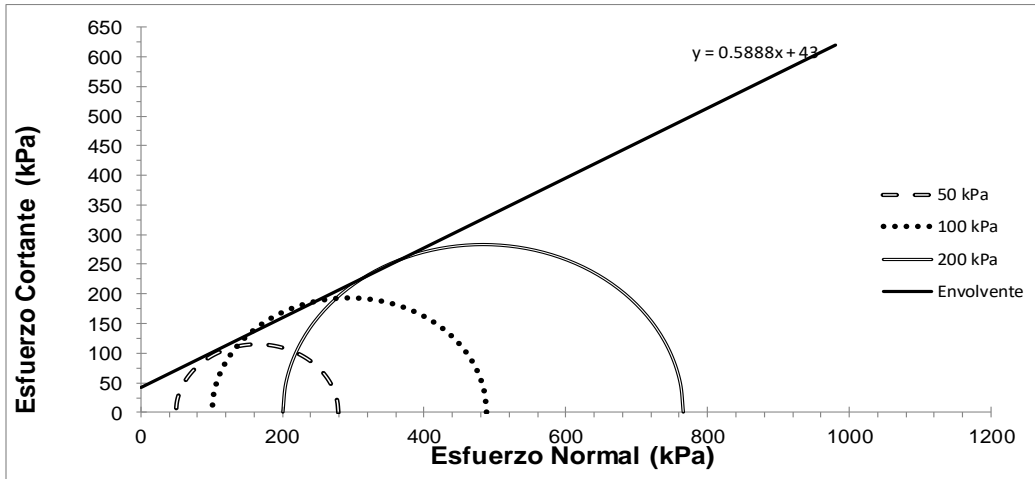
Norma : ASTM D 4767-04

Coordenadas: 700532.211 E

9559196.544 N

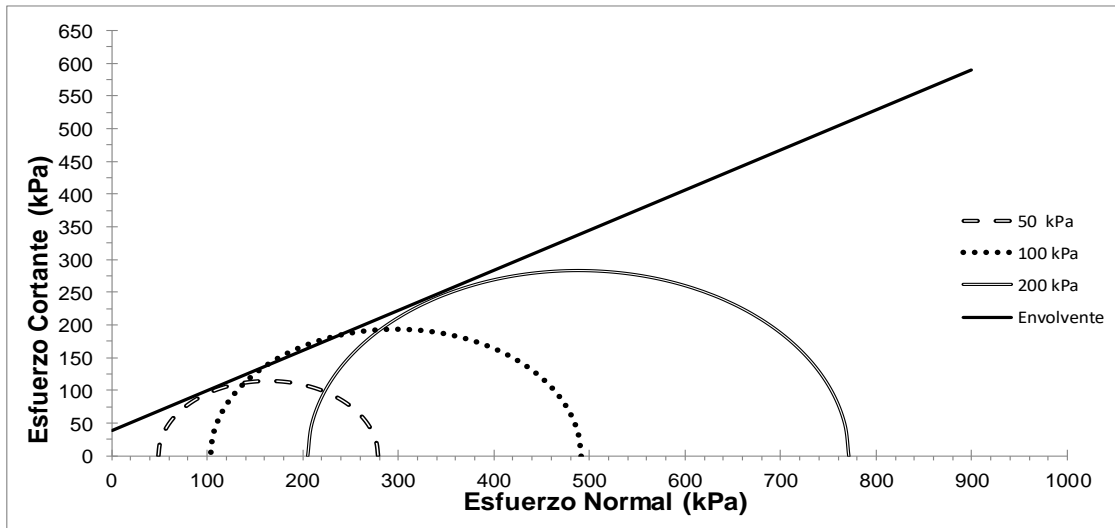


	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO:CORTE DIRECTO	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja	Nro Calicata: 1	
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui	Profundidad: 1 m	
Norma : ASTM D 4767-04	Coordenadas: 700532.211 E	9559196.544 N



COHESION (C)	43.00	Kpa
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	30.49	°

0.44	kg/cm ²
30.49	°




COHESION (C)	38.00	Kpa
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	31.52	°


0.39	kg/cm ²
31.52	°


Ing. Diego Mata
Maestrante


MsC. Carmen Esparza
Revisado por

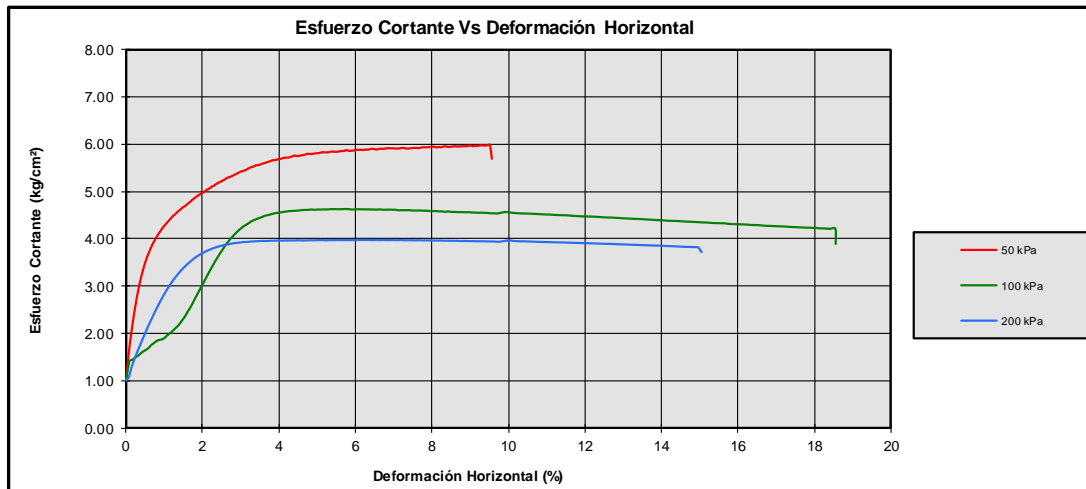
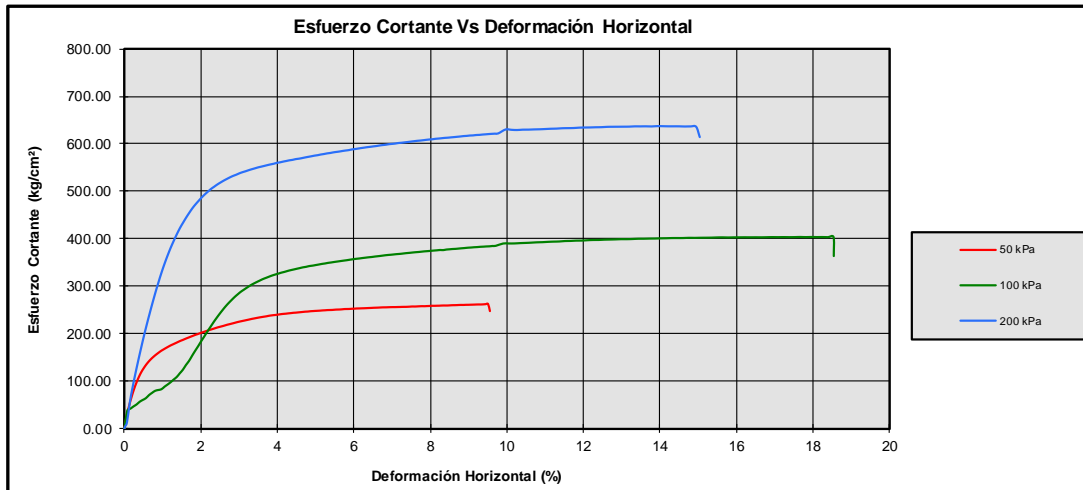
Apéndice 11: Ensayo triaxial muestra 2


		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja										
Nro Calicata: 1										
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui										
Profundidad: 1 m										
Norma : ASTM D 4767-04										
Coordenadas: 700532.2119559196.544 N										
MUESTRA REMOLDEADA # 1										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
56.18	130.14	124.81	7.21	7.33	DIAMETRO	cm.			5.05	
51.64	129.14	123.60	7.15		ALTURA	cm.			10.10	
50.12	135.21	128.71	7.64		AREA Corr	cm.			19.99	
					VOLUMEN	cm ³ .			201.90	
					PESO	gr.			400.34	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :		gr	557.91		NATURAL	gr/cm ³			1.98	
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	499.6		SECA	gr/cm ³			1.69	
Peso Cap. :		gr	157.57							
w (%) :		%	17.05							
ΔQ	ΔL	εA	Ac	q	σ3	σ1	σ3'	σ1'	σ1'/σ3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.56	0.00	50.20	50.20	51.20	51.20	1.00	
0.01	0.01	0.01	19.56	5.62	50.20	55.82	51.20	56.82	1.11	
0.06	0.07	0.07	19.57	29.18	50.10	79.28	51.00	80.18	1.57	
0.10	0.13	0.13	19.58	50.00	50.20	100.20	51.10	101.10	1.98	
0.13	0.19	0.19	19.59	68.08	50.10	118.18	50.90	118.98	2.34	
0.16	0.26	0.25	19.61	83.85	50.10	133.95	50.90	134.75	2.65	
0.19	0.32	0.32	19.62	97.61	50.10	147.71	50.80	148.41	2.92	
0.21	0.39	0.38	19.63	109.42	50.10	159.52	50.80	160.22	3.15	
0.23	0.45	0.44	19.64	119.58	50.20	169.78	50.90	170.48	3.35	
0.25	0.51	0.51	19.66	127.80	50.10	177.90	50.70	178.50	3.52	
0.27	0.58	0.57	19.67	135.09	50.20	185.29	50.80	185.89	3.66	
0.28	0.64	0.64	19.68	141.45	50.20	191.65	50.80	192.25	3.78	
0.29	0.71	0.70	19.69	146.94	50.10	197.04	50.70	197.64	3.90	
0.30	0.77	0.76	19.71	151.67	50.20	201.87	50.80	202.47	3.99	
0.31	0.84	0.83	19.72	155.94	50.10	206.04	50.70	206.64	4.08	
0.32	0.90	0.89	19.73	159.89	50.20	210.09	50.70	210.59	4.15	
0.32	0.97	0.96	19.75	163.68	50.20	213.88	50.70	214.38	4.23	
0.33	1.03	1.02	19.76	166.77	50.20	216.97	50.70	217.47	4.29	
0.34	1.10	1.09	19.77	169.79	50.20	219.99	50.70	220.49	4.35	
0.34	1.16	1.15	19.78	172.72	50.20	222.92	50.70	223.42	4.41	
0.35	1.23	1.21	19.80	175.48	50.10	225.58	50.60	226.08	4.47	
0.35	1.29	1.28	19.81	177.84	50.20	228.04	50.70	228.54	4.51	
0.36	1.35	1.34	19.82	180.25	50.10	230.35	50.60	230.85	4.56	
0.36	1.42	1.41	19.84	182.70	50.20	232.90	50.70	233.40	4.60	
RESULTADOS:		Esfuerzo desviador.				q (kPa)	262			
		Esfuerzo principal menor de confinamiento				σ3 (kPa)	50			
		Esfuerzo principal mayor				σ1 (kPa)	312			
		Esfuerzo principal menor efectivo				σ3' (kPa)	53			
		Esfuerzo principal mayor efectivo				σ1' (kPa)	315			

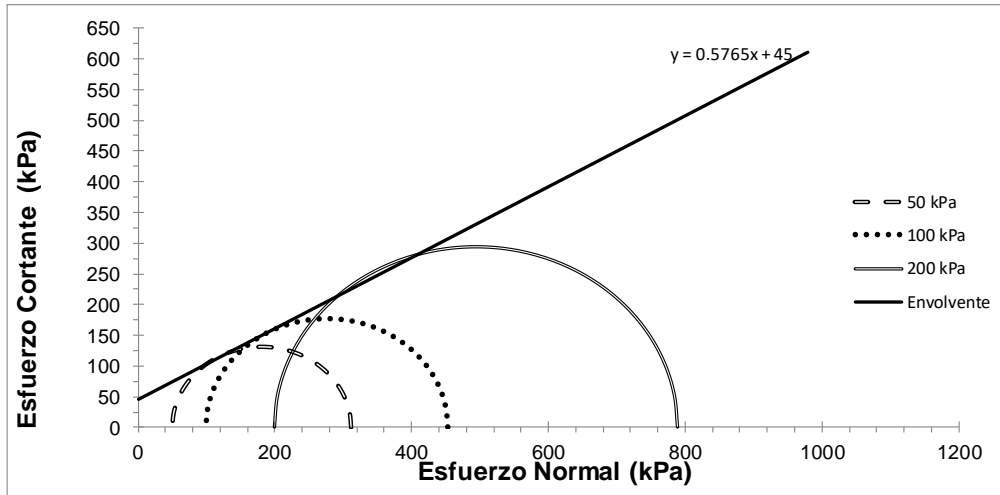
		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)							
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Nro Calicata: 1 Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Profundidad: 1 m Norma : ASTM D 4767-04 Coordenadas: 700532.2119559196.544 N									
MUESTRA REMOLDEADA # 1									
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2				
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES				
56.18	130.14	124.81	7.21	7.33	DIAMETRO	cm.			4.95
51.64	129.14	123.60	7.15		ALTURA	cm.			10.50
50.12	135.21	128.71	7.64		AREA Corr	cm.			19.21
					VOLUMEN	cm ³ .			201.71
					PESO	gr.			396.62
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES				
Peso Cap+Suelo hume :		gr	552.95		NATURAL	gr/cm ³			1.97
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	495.56		SECA	gr/cm ³			1.68
Peso Cap. :		gr	156.33						
w (%) :		%	16.92						
ΔQ	ΔL	ϵ_A	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0
0.00	0.00	0.00	19.5	0.0	99.9	99.9	98.4	98.4	1.0
0.07	0.08	0.08	19.5	38.8	100.0	138.8	98.2	137.0	1.4
0.08	0.16	0.16	19.5	42.7	100.0	142.7	98.0	140.7	1.4
0.08	0.24	0.24	19.5	47.4	99.9	147.3	97.7	145.1	1.5
0.09	0.32	0.32	19.5	51.6	100.0	151.6	97.6	149.2	1.5
0.10	0.40	0.40	19.6	57.2	99.9	157.1	97.2	154.4	1.6
0.11	0.49	0.48	19.6	61.1	99.9	161.0	96.9	158.0	1.6
0.12	0.57	0.56	19.6	64.8	99.9	164.7	96.6	161.4	1.7
0.13	0.65	0.64	19.6	71.1	100.0	171.1	96.3	167.4	1.7
0.14	0.73	0.73	19.6	76.0	100.0	176.0	96.0	172.0	1.8
0.14	0.81	0.81	19.6	80.2	100.0	180.2	95.6	175.8	1.8
0.15	0.90	0.89	19.7	81.9	99.9	181.8	95.2	177.1	1.9
0.15	0.98	0.97	19.7	83.6	100.0	183.6	95.1	178.7	1.9
0.16	1.06	1.05	19.7	88.8	100.0	188.8	94.8	183.6	1.9
0.17	1.14	1.13	19.7	93.5	100.0	193.5	94.5	188.0	2.0
0.18	1.22	1.21	19.7	98.5	100.0	198.5	94.2	192.7	2.0
0.19	1.30	1.29	19.7	104.0	99.9	203.9	93.7	197.7	2.1
0.20	1.38	1.37	19.7	109.3	100.0	209.3	93.5	202.8	2.2
0.21	1.46	1.45	19.8	117.1	99.9	217.0	92.9	210.0	2.3
0.22	1.55	1.53	19.8	124.6	99.9	224.5	92.5	217.1	2.3
0.24	1.63	1.61	19.8	134.4	100.0	234.4	92.1	226.5	2.5
0.26	1.71	1.69	19.8	143.0	99.9	242.9	91.5	234.5	2.6
RESULTADOS:					Esfuerzo desviador.		q (kPa)	353.03	
					Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	99.90	
					Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	452.93	
					Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	97.30	
					Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	450.33	

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
		Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Norma : ASTM D 4767-04								
		Nro Calicata: 1		Profundidad: 1 m		Coordenadas: 700532.2119559196.544 N				
MUESTRA REMOLDEADA # 1										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.3					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
56.18	130.14	124.81	7.21	7.33	DIAMETRO	cm.			4.96	
51.64	129.14	123.60	7.15		ALTURA	cm.			9.91	
50.12	135.21	128.71	7.64		AREA Corr	cm.			19.23	
					VOLUMEN	cm ³ .			190.57	
					PESO	gr.			388.08	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :		gr	546.83		NATURAL	gr/cm ³			2.04	
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	488.76		SECA	gr/cm ³			1.73	
Peso Cap. :		gr	158.75							
w (%) :		%	17.6							
ΔQ	ΔL	ϵ_A	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.63	0.00	200.00	200.00	199.20	199.20	1.00	
0.01	0.01	0.00	19.63	3.82	200.00	203.82	199.00	202.82	1.02	
0.03	0.06	0.06	19.64	12.88	199.90	212.78	198.00	210.88	1.07	
0.10	0.13	0.13	19.66	52.70	199.90	252.60	196.80	249.50	1.27	
0.17	0.21	0.21	19.67	85.00	199.90	284.90	195.40	280.40	1.43	
0.22	0.28	0.28	19.69	113.63	199.90	313.53	193.90	307.53	1.59	
0.28	0.36	0.35	19.70	141.16	199.90	341.06	192.40	333.56	1.73	
0.33	0.43	0.43	19.72	168.09	200.00	368.09	191.00	359.09	1.88	
0.38	0.51	0.50	19.73	193.56	199.90	393.46	189.40	382.96	2.02	
0.43	0.58	0.58	19.75	218.38	199.90	418.28	188.10	406.48	2.16	
0.48	0.66	0.65	19.76	241.95	199.90	441.85	186.90	428.85	2.29	
0.52	0.74	0.73	19.78	265.02	199.90	464.92	185.70	450.72	2.43	
0.57	0.82	0.81	19.79	287.80	200.00	487.80	184.80	472.60	2.56	
0.61	0.90	0.89	19.81	308.92	200.00	508.92	183.90	492.82	2.68	
0.65	0.98	0.97	19.82	329.01	200.00	529.01	183.00	512.01	2.80	
0.69	1.06	1.05	19.84	347.70	200.00	547.70	182.30	530.00	2.91	
0.72	1.14	1.13	19.86	365.09	199.90	564.99	181.50	546.59	3.01	
0.76	1.22	1.21	19.87	381.11	199.90	581.01	181.00	562.11	3.11	
0.79	1.30	1.29	19.89	395.88	199.90	595.78	180.50	576.38	3.19	
0.82	1.38	1.37	19.90	409.77	200.00	609.77	180.20	589.97	3.27	
0.84	1.46	1.45	19.92	422.59	199.90	622.49	179.80	602.39	3.35	
0.87	1.54	1.53	19.94	433.98	199.90	633.88	179.60	613.58	3.42	
0.89	1.63	1.61	19.95	444.84	199.90	644.74	179.40	624.24	3.48	
0.91	1.71	1.69	19.97	454.75	199.90	654.65	179.30	634.05	3.54	
0.93	1.79	1.77	19.99	464.28	199.90	664.18	179.30	643.58	3.59	
0.95	1.87	1.86	20.00	472.54	199.90	672.44	179.30	651.84	3.64	
RESULTADOS:		Esfuerzo desviador.				q (kPa)	589			
		Esfuerzo principal menor de confinamiento				σ_3 (kPa)	200			
		Esfuerzo principal mayor				σ_1 (kPa)	789			
		Esfuerzo principal menor efectivo				σ_3' (kPa)	198			
		Esfuerzo principal mayor efectivo				σ_1' (kPa)	787			

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)
<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui</p> <p>Norma : ASTM D 4767-04</p> <p style="text-align: right;">Nro Calicata: 1 Profundidad: 1 m Coordenadas: 700532.2119559196.544 N</p>	

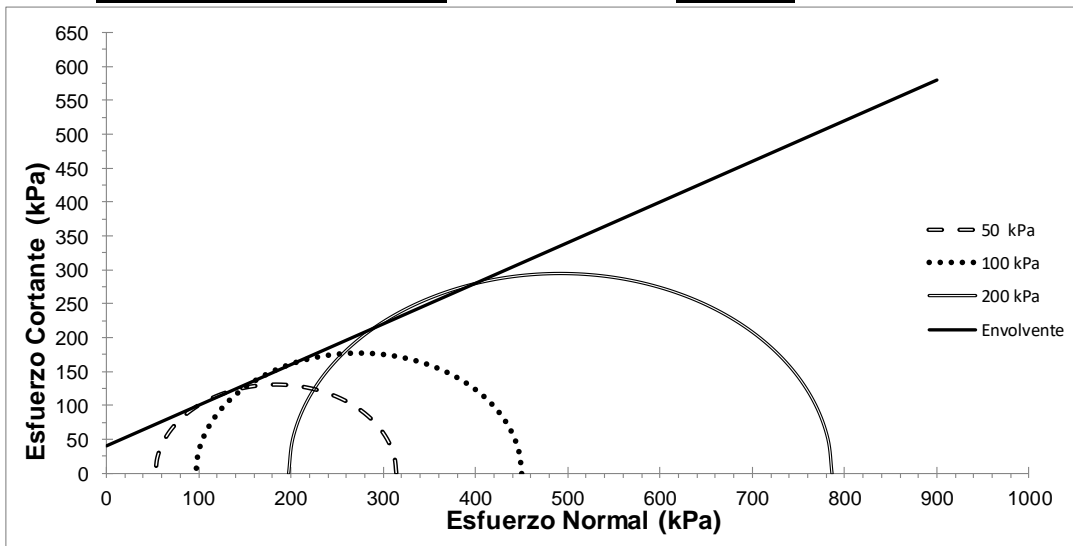


	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)	
	Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja		
Muestra: Remoldeada		
Cantón: Loja		Nro Calicata: 1
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui		Profundidad: 1 m
Norma : ASTM D 4767-04		Coordenadas: 700532.2119559196.544 N



COHESION (C)	45.00	Kpa
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	29.96	°

0.46	kg/cm ²
29.96	°




COHESION (C)	40.00	Kpa
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	30.96	°


0.41	kg/cm ²
30.96	°


Ing. Diego Mata
Maestrante


MsC. Carmen Esparza
Revisado por

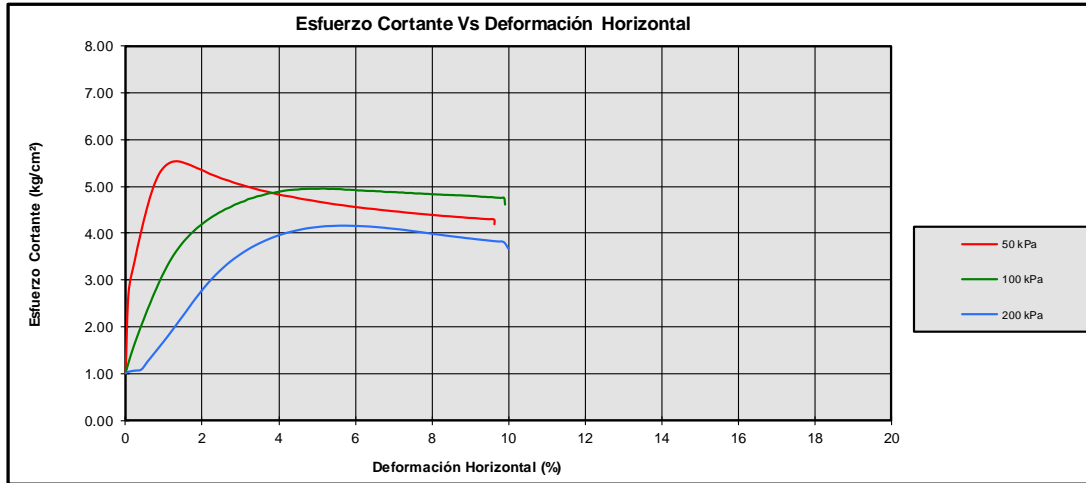
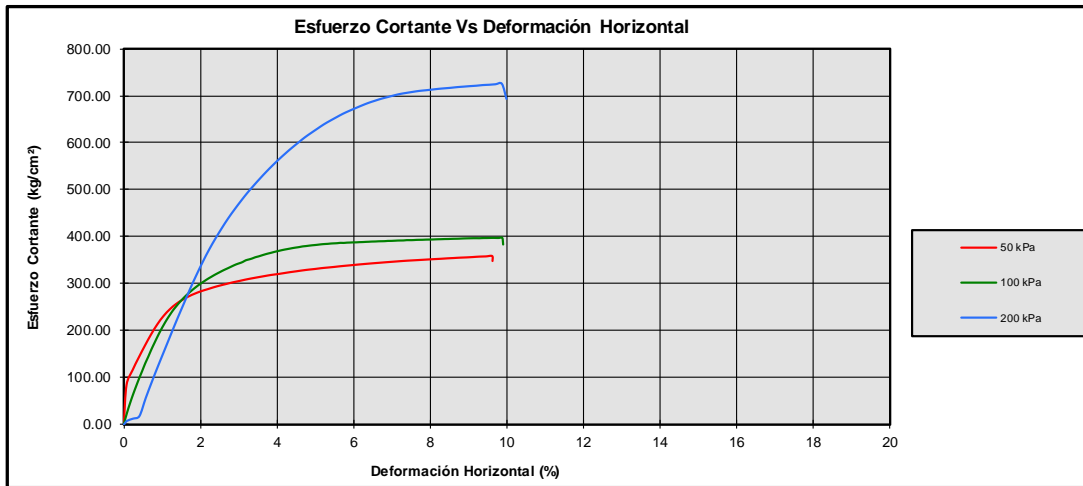
Apéndice 12: Ensayo triaxial muestra 3


		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja					Nro Calicata: 1					
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui					Profundidad: 1 m					
Norma : ASTM D 4767-04					Coordenadas: 700532.2119559196.544 N					
MUESTRA REMOLDEADA # 3										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES					
67.04	368.46	345.69	7.55	7.64	DIAMETRO	cm.			5.06	
58.86	393.39	367.94	7.61		ALTURA	cm.			10.09	
63.15	354.25	331.64	7.77		AREA Corr	cm.			20.07	
					VOLUMEN	cm ³ .			202.51	
					PESO	gr.			406.05	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :		gr	578.25		NATURAL	gr/cm ³			2.01	
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	511.21		SECA	gr/cm ³			1.69	
Peso Cap. :		gr	154.21							
w (%) :		%	18.78							
ΔQ	ΔL	εA	Ac	q	σ3	σ1	σ3'	σ1'	σ1'/σ3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	20.11	0.00	50.00	50.00	51.60	51.60	1.00	
0.17	0.07	0.07	20.12	84.28	50.00	134.28	50.10	134.38	2.68	
0.23	0.23	0.23	20.16	115.50	50.00	165.50	48.60	164.10	3.38	
0.29	0.39	0.39	20.19	142.07	50.00	192.07	47.80	189.87	3.97	
0.34	0.56	0.55	20.22	167.45	50.00	217.45	47.70	215.15	4.51	
0.39	0.72	0.72	20.25	191.62	50.00	241.62	48.40	240.02	4.96	
0.43	0.89	0.88	20.29	212.89	50.00	262.89	49.90	262.79	5.27	
0.47	1.05	1.04	20.32	230.60	50.00	280.60	52.00	282.60	5.43	
0.50	1.22	1.20	20.35	244.72	50.00	294.72	54.20	298.92	5.52	
0.52	1.38	1.37	20.39	255.94	49.90	305.84	56.50	312.44	5.53	
0.54	1.55	1.53	20.42	264.71	50.00	314.71	58.90	323.61	5.49	
0.56	1.71	1.70	20.46	272.09	50.00	322.09	61.20	333.29	5.45	
0.57	1.88	1.86	20.49	278.03	50.00	328.03	63.40	341.43	5.39	
0.58	2.05	2.03	20.53	283.21	50.00	333.21	65.40	348.61	5.33	
0.59	2.21	2.19	20.56	287.31	50.00	337.31	67.40	354.71	5.26	
0.60	2.38	2.36	20.59	291.48	50.00	341.48	69.20	360.68	5.21	
0.61	2.55	2.52	20.63	295.16	50.00	345.16	71.00	366.16	5.16	
0.62	2.71	2.69	20.66	298.49	49.90	348.39	72.50	370.99	5.12	
0.62	2.88	2.85	20.70	301.75	50.00	351.75	74.20	375.95	5.07	
0.63	3.04	3.02	20.73	304.57	49.90	354.47	75.60	380.17	5.03	
0.64	3.21	3.18	20.77	307.57	50.00	357.57	77.10	384.67	4.99	
0.65	3.38	3.34	20.80	310.17	50.00	360.17	78.50	388.67	4.95	
0.65	3.54	3.51	20.84	312.61	50.00	362.61	79.90	392.51	4.91	
0.66	3.71	3.68	20.88	314.99	50.00	364.99	81.10	396.09	4.88	
RESULTADOS:					Esfuerzo desviador.		q (kPa)	245		
					Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ3 (kPa)	50		
					Esfuerzo principal mayor		σ1 (kPa)	295		
					Esfuerzo principal menor efectivo		σ3' (kPa)	54		
					Esfuerzo principal mayor efectivo		σ1' (kPa)	299		

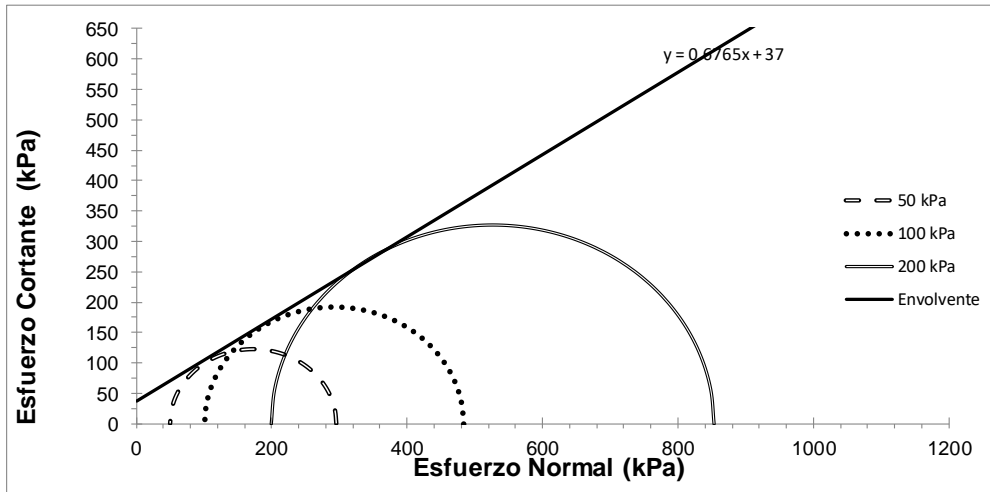
		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
		Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Norma : ASTM D 4767-04 Nro Calicata: 1 Profundidad: 1 m Coordenadas: 700532.2119559196.544 N								
MUESTRA REMOLDEADA # 3										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
67.04	368.46	345.69	7.55	7.64	DIAMETRO	cm.			4.99	
58.86	393.39	367.94	7.61		ALTURA	cm.			10.10	
63.15	354.25	331.64	7.77		AREA Corr	cm.			19.57	
					VOLUMEN	cm ³ .			197.66	
					PESO	gr.			398.96	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA										
Peso Cap+Suelo hume :		gr	548.21							
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	485.4							
Peso Cap. :		gr	149.27							
w (%) :		%	18.69							
					DENSIDADES					
					NATURAL	gr/cm ³			2.02	
					SECA	gr/cm ³			1.7	
ΔQ	ΔL	ϵ_A	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.6	0.0	100.1	100.1	100.1	100.1	1.0	
0.01	0.01	0.01	19.6	3.2	100.1	103.3	100.1	103.3	1.0	
0.04	0.09	0.09	19.6	25.2	100.1	125.3	99.7	124.9	1.3	
0.08	0.17	0.16	19.6	45.4	100.1	145.5	99.4	144.8	1.5	
0.11	0.24	0.24	19.6	63.9	100.0	163.9	98.8	162.7	1.6	
0.15	0.33	0.32	19.6	81.5	100.1	181.6	98.5	180.0	1.8	
0.18	0.40	0.40	19.6	98.1	100.1	198.2	98.0	196.1	2.0	
0.20	0.49	0.48	19.7	113.9	100.1	214.0	97.6	211.5	2.2	
0.23	0.57	0.56	19.7	130.6	100.1	230.7	97.2	227.8	2.3	
0.26	0.65	0.64	19.7	144.9	100.0	244.9	96.7	241.6	2.5	
0.29	0.73	0.72	19.7	159.9	100.0	259.9	96.3	256.2	2.7	
0.31	0.81	0.80	19.7	173.9	100.1	274.0	96.1	270.0	2.8	
0.34	0.89	0.88	19.7	187.3	100.0	287.3	95.7	283.0	3.0	
0.36	0.97	0.96	19.7	200.3	100.1	300.4	95.5	295.8	3.1	
0.38	1.05	1.04	19.8	212.3	100.1	312.4	95.3	307.6	3.2	
0.40	1.14	1.12	19.8	223.5	100.1	323.6	95.0	318.5	3.4	
0.42	1.22	1.20	19.8	233.7	100.1	333.8	94.8	328.5	3.5	
0.44	1.30	1.29	19.8	243.3	100.1	343.4	94.7	338.0	3.6	
0.45	1.38	1.37	19.8	251.6	100.1	351.7	94.5	346.1	3.7	
0.47	1.46	1.45	19.8	259.6	100.1	359.7	94.4	354.0	3.8	
0.48	1.55	1.53	19.9	266.9	100.0	366.9	94.2	361.1	3.8	
0.49	1.63	1.61	19.9	273.7	100.1	373.8	94.2	367.9	3.9	
RESULTADOS:		Esfuerzo desviador.				q (kPa)	383.01			
		Esfuerzo principal menor de confinamiento				σ_3 (kPa)	100.10			
		Esfuerzo principal mayor				σ_1 (kPa)	483.11			
		Esfuerzo principal menor efectivo				σ_3' (kPa)	97.00			
		Esfuerzo principal mayor efectivo				σ_1' (kPa)	480.01			

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
		Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Nro Calicata: 1 Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Profundidad: 1 m Norma : ASTM D 4767-04 Coordenadas: 700532.2119559196.544 N								
MUESTRA REMOLDEADA # 3										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.3					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES					
67.04	368.46	345.69	7.55	7.64	DIAMETRO	cm.			5.04	
58.86	393.39	367.94	7.61		ALTURA	cm.			10.01	
63.15	354.25	331.64	7.77		AREA Corr	cm.			20.07	
					VOLUMEN	cm ³ .			200.90	
					PESO	gr.			415.76	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :	gr			550.17	NATURAL	gr/cm ³			2.07	
Peso Cap+Sueli Seco :	gr			488.47	SECA	gr/cm ³			1.75	
Peso Cap. :	gr			151.75						
w (%) :	%			18.32						
ΔQ	ΔL	ϵA	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.95	0.00	199.90	199.90	238.90	238.90	1.00	
0.02	0.09	0.09	19.96	8.16	199.90	208.06	236.90	245.06	1.03	
0.03	0.25	0.25	20.00	13.00	199.90	212.90	233.50	246.50	1.06	
0.04	0.41	0.41	20.03	18.32	199.90	218.22	229.70	248.02	1.08	
0.11	0.58	0.58	20.06	56.82	199.90	256.72	225.20	282.02	1.25	
0.19	0.74	0.74	20.10	92.66	199.90	292.56	220.20	312.86	1.42	
0.25	0.91	0.91	20.13	126.54	199.90	326.44	214.90	341.44	1.59	
0.32	1.07	1.07	20.16	159.95	199.90	359.85	209.70	369.65	1.76	
0.39	1.24	1.24	20.20	192.96	199.90	392.86	204.80	397.76	1.94	
0.46	1.40	1.40	20.23	225.65	199.90	425.55	200.20	425.85	2.13	
0.52	1.57	1.57	20.26	257.20	200.00	457.20	196.20	453.40	2.31	
0.59	1.74	1.73	20.30	288.79	199.90	488.69	192.40	481.19	2.50	
0.65	1.90	1.90	20.33	318.30	199.90	518.20	189.50	507.80	2.68	
0.71	2.07	2.06	20.37	346.29	199.90	546.19	187.20	533.49	2.85	
0.76	2.23	2.23	20.40	372.46	199.90	572.36	185.60	558.06	3.01	
0.81	2.40	2.40	20.44	395.96	199.90	595.86	184.50	580.46	3.15	
0.86	2.57	2.56	20.47	417.90	199.90	617.80	183.80	601.70	3.27	
0.90	2.73	2.73	20.51	438.61	199.90	638.51	183.50	622.11	3.39	
0.94	2.90	2.89	20.54	457.34	199.90	657.24	183.60	640.94	3.49	
0.98	3.06	3.06	20.58	475.36	199.90	675.26	183.90	659.26	3.58	
1.01	3.23	3.22	20.61	492.40	199.90	692.30	184.40	676.80	3.67	
1.05	3.39	3.39	20.65	508.02	199.90	707.92	185.10	693.12	3.74	
1.08	3.56	3.56	20.68	523.20	199.90	723.10	186.10	709.30	3.81	
1.11	3.73	3.72	20.72	537.65	199.90	737.55	187.20	724.85	3.87	
1.14	3.89	3.89	20.75	551.32	199.90	751.22	188.40	739.72	3.93	
1.17	4.06	4.06	20.79	564.27	199.90	764.17	189.80	754.07	3.97	
RESULTADOS:		Esfuerzo desviador.				q (kPa)	654			
		Esfuerzo principal menor de confinamiento				σ_3 (kPa)	200			
		Esfuerzo principal mayor				σ_1 (kPa)	853			
		Esfuerzo principal menor efectivo				σ_3' (kPa)	207			
		Esfuerzo principal mayor efectivo				σ_1' (kPa)	860			

	UTPL <small>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</small>	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)
<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui</p> <p>Norma : ASTM D 4767-04</p>		
		<p>Nro Calicata: 1</p> <p>Profundidad: 1 m</p> <p>Coordenadas: 700532.2119559196.544 N</p>

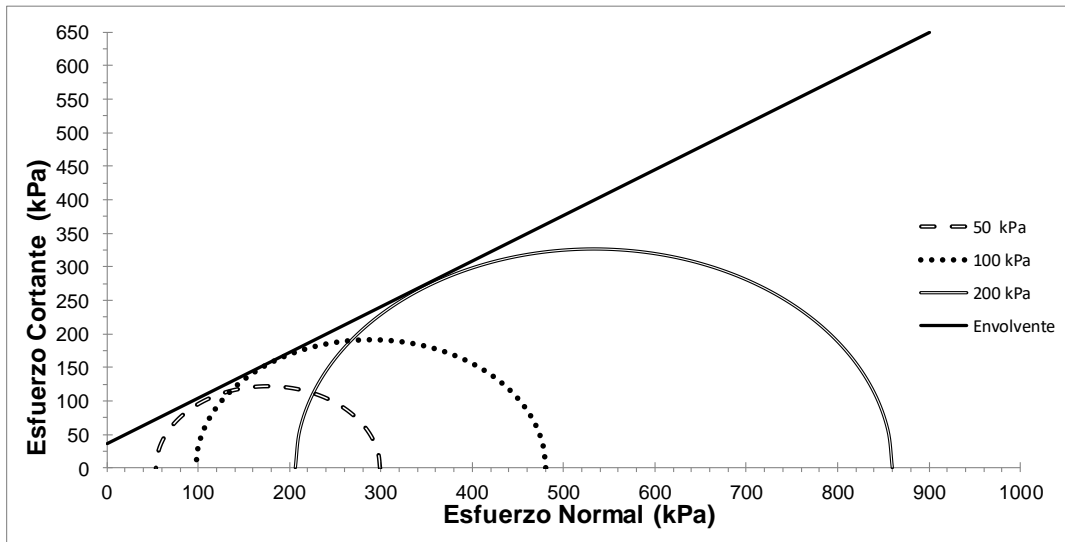


	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)
	<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui</p> <p>Norma : ASTM D 4767-04</p> <p>Nro Calicata: 1</p> <p>Profundidad: 1 m</p> <p>Coordenadas: 700532.2119559196.544 N</p>



COHESION (C)	37.00	Kpa
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	34.08	°

0.38	kg/cm ²
34.08	°




COHESION (C)	36.00	Kpa
ANGULO DE FRICCION (ϕ)	34.30	°


0.37	kg/cm ²
34.30	°


Ing. Diego Mata
Maestrante


MsC. Carmen Esparza
Revisado por

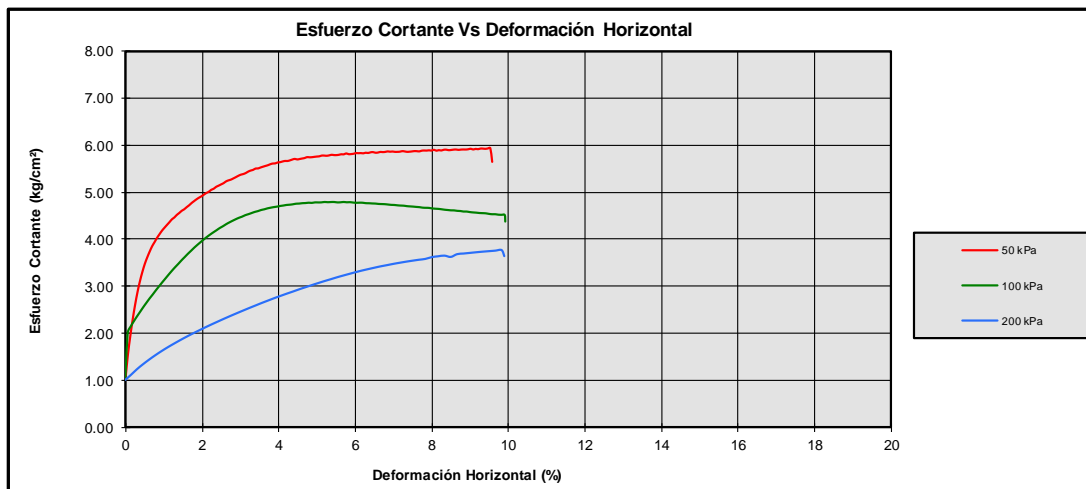
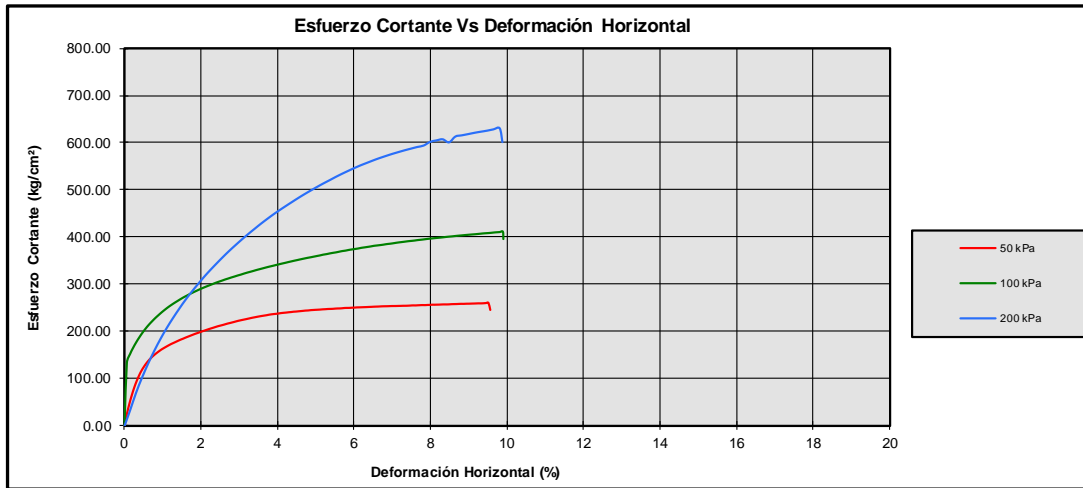
Apéndice 13: Ensayo triaxial muestra 4


		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja										
Nro Calicata: 1										
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui										
Profundidad: 1 m										
Norma: ASTM D 4767-04										
Coordenadas: 700532.2119559196.544 N										
MUESTRA REMOLDEADA # 4										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
53.01	290.59	272.44	7.64	7.64	DIAMETRO	cm.			4.99	
59.19	277.18	261.07	7.39		ALTURA	cm.			10.07	
54.17	265.21	248.59	7.88		AREA Corr	cm.			19.53	
					VOLUMEN	cm ³ .			196.67	
					PESO	gr.			401.13	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA				DENSIDADES						
Peso Cap+Suelo hume :	gr		524.98	NATURAL	gr/cm ³				2.04	
Peso Cap+Sueli Seco :	gr		461.6	SECA	gr/cm ³				1.69	
Peso Cap. :	gr		156.57							
w (%) :	%		20.78							
ΔQ	ΔL	εA	Ac	q	σ3	σ1	σ3'	σ1'	σ1'/σ3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.56	0.00	50.20	50.20	51.20	51.20	1.00	
0.01	0.01	0.01	19.56	2.91	50.20	53.11	51.20	54.11	1.06	
0.05	0.07	0.07	19.57	26.47	50.10	76.57	51.00	77.47	1.52	
0.09	0.13	0.13	19.58	47.29	50.20	97.49	51.10	98.39	1.93	
0.13	0.19	0.19	19.59	65.38	50.10	115.48	50.90	116.28	2.28	
0.16	0.26	0.25	19.61	81.15	50.10	131.25	50.90	132.05	2.59	
0.19	0.32	0.32	19.62	94.91	50.10	145.01	50.80	145.71	2.87	
0.21	0.39	0.38	19.63	106.72	50.10	156.82	50.80	157.52	3.10	
0.23	0.45	0.44	19.64	116.88	50.20	167.08	50.90	167.78	3.30	
0.25	0.51	0.51	19.66	125.10	50.10	175.20	50.70	175.80	3.47	
0.26	0.58	0.57	19.67	132.39	50.20	182.59	50.80	183.19	3.61	
0.27	0.64	0.64	19.68	138.76	50.20	188.96	50.80	189.56	3.73	
0.28	0.71	0.70	19.69	144.25	50.10	194.35	50.70	194.95	3.85	
0.29	0.77	0.76	19.71	148.98	50.20	199.18	50.80	199.78	3.93	
0.30	0.84	0.83	19.72	153.25	50.10	203.35	50.70	203.95	4.02	
0.31	0.90	0.89	19.73	157.20	50.20	207.40	50.70	207.90	4.10	
0.32	0.97	0.96	19.75	161.00	50.20	211.20	50.70	211.70	4.18	
0.32	1.03	1.02	19.76	164.08	50.20	214.28	50.70	214.78	4.24	
0.33	1.10	1.09	19.77	167.11	50.20	217.31	50.70	217.81	4.30	
0.34	1.16	1.15	19.78	170.04	50.20	220.24	50.70	220.74	4.35	
0.34	1.23	1.21	19.80	172.81	50.10	222.91	50.60	223.41	4.42	
0.35	1.29	1.28	19.81	175.17	50.20	225.37	50.70	225.87	4.45	
0.35	1.35	1.34	19.82	177.58	50.10	227.68	50.60	228.18	4.51	
0.36	1.42	1.41	19.84	180.03	50.20	230.23	50.70	230.73	4.55	
RESULTADOS:		Esfuerzo desviador.				q (kPa)				259.47
		Esfuerzo principal menor de confinamiento				σ3 (kPa)				50.20
		Esfuerzo principal mayor				σ1 (kPa)				309.67
		Esfuerzo principal menor efectivo				σ3' (kPa)				52.70
		Esfuerzo principal mayor efectivo				σ1' (kPa)				312.17

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
		<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja Nro Calicata: 1</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Profundidad: 1 m</p> <p>Norma: ASTM D 4767-04 Coordenadas: 700532.2119559196.544 N</p>								
MUESTRA REMOLDEADA # 4										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
53.01	290.59	272.44	7.64	7.64	DIAMETRO	cm.			5.02	
59.19	277.18	261.07	7.39		ALTURA	cm.			10.12	
54.17	265.21	248.59	7.88		AREA Corr	cm.			19.88	
					VOLUMEN	cm ³ .			201.19	
					PESO	gr.			398.46	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :	gr				NATURAL	gr/cm ³			1.98	
Peso Cap+Sueli Seco :	gr				SECA	gr/cm ³			1.64	
Peso Cap. :	gr									
w (%) :	%			20.64						
ΔQ	ΔL	ϵA	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.5	0.0	99.9	99.9	134.3	134.3	1.0	
0.24	0.06	0.06	19.5	133.3	99.9	233.2	133.3	266.6	2.0	
0.27	0.14	0.14	19.5	151.1	99.9	251.0	132.4	283.5	2.1	
0.29	0.23	0.22	19.5	164.6	99.9	264.5	131.4	296.0	2.3	
0.31	0.31	0.31	19.5	176.4	99.9	276.3	130.0	306.4	2.4	
0.33	0.39	0.39	19.6	187.0	100.0	287.0	128.5	315.5	2.5	
0.35	0.47	0.47	19.6	196.7	99.9	296.6	126.5	323.2	2.6	
0.37	0.56	0.55	19.6	205.4	99.9	305.3	124.6	330.0	2.6	
0.38	0.64	0.64	19.6	213.5	99.9	313.4	122.6	336.1	2.7	
0.39	0.73	0.72	19.6	220.6	100.0	320.6	120.7	341.3	2.8	
0.41	0.81	0.80	19.6	227.4	99.9	327.3	118.6	346.0	2.9	
0.42	0.89	0.88	19.7	233.5	99.9	333.4	116.6	350.1	3.0	
0.43	0.98	0.97	19.7	239.5	99.9	339.4	114.7	354.2	3.1	
0.44	1.06	1.05	19.7	245.0	100.0	345.0	112.9	357.9	3.2	
0.45	1.14	1.13	19.7	250.1	99.9	350.0	111.1	361.2	3.3	
0.46	1.23	1.22	19.7	254.9	99.9	354.8	109.3	364.2	3.3	
0.47	1.31	1.30	19.7	259.5	99.9	359.4	107.7	367.2	3.4	
0.47	1.40	1.38	19.8	263.6	100.0	363.6	106.3	369.9	3.5	
0.48	1.48	1.47	19.8	267.8	100.0	367.8	104.8	372.6	3.6	
0.49	1.57	1.55	19.8	271.8	100.0	371.8	103.5	375.3	3.6	
0.50	1.65	1.64	19.8	275.2	99.9	375.1	102.1	377.3	3.7	
0.50	1.73	1.72	19.8	278.8	100.0	378.8	101.0	379.8	3.8	
RESULTADOS:						Esfuerzo desviador.		q (kPa)	360.02	
						Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	100.00	
						Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	460.02	
						Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	94.90	
						Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	454.92	

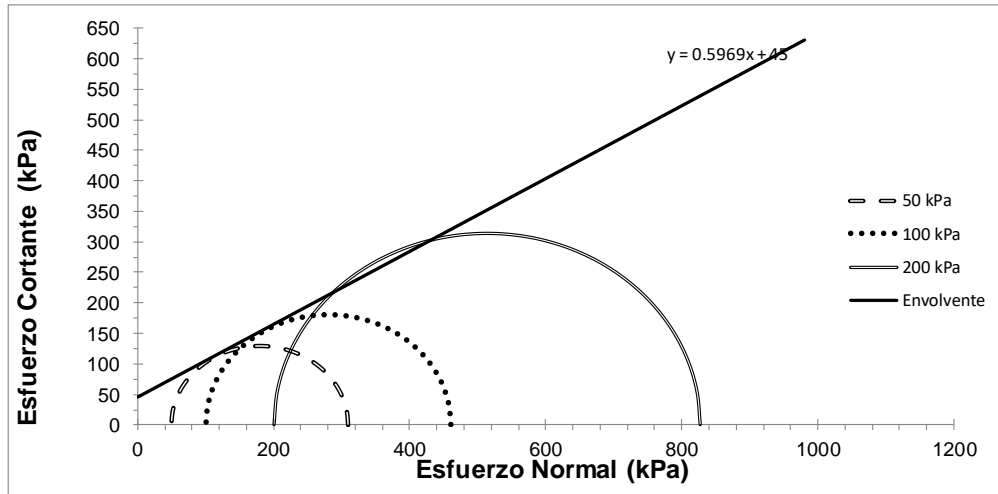
		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
		Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL. Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja Muestra: Remoldeada Cantón: Loja Nro Calicata: 1 Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui Profundidad: 1 m Norma : ASTM D 4767-04 Coordenadas: 700532.2119559196.544 N								
MUESTRA REMOLDEADA # 4										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.3					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	w %	RESULTADO	DIMENSIONES					
53.01	290.59	272.44	7.64	7.64	DIAMETRO	cm.			5.00	
59.19	277.18	261.07	7.39		ALTURA	cm.			10.00	
54.17	265.21	248.59	7.88		AREA Corr	cm.			19.65	
					VOLUMEN	cm ³ .			196.50	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :		gr	538.14		NATURAL	gr/cm ³			1.96	
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	472.76		SECA	gr/cm ³			1.62	
Peso Cap. :		gr	157.75							
w (%) :		%	20.75							
ΔQ	ΔL	ϵ_A	A_c	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	19.63	0.00	200.00	200.00	314.30	314.30	1.00	
0.06	0.15	0.14	19.66	32.50	200.10	232.60	312.50	345.00	1.10	
0.14	0.30	0.30	19.69	69.93	200.10	270.03	310.50	380.43	1.23	
0.20	0.46	0.46	19.72	102.52	200.00	302.52	308.20	410.72	1.33	
0.26	0.63	0.62	19.75	132.38	200.00	332.38	305.80	438.18	1.43	
0.32	0.79	0.78	19.79	159.81	200.00	359.81	303.20	463.01	1.53	
0.37	0.96	0.95	19.82	184.87	200.00	384.87	300.50	485.37	1.62	
0.41	1.12	1.11	19.85	207.94	200.10	408.04	297.80	505.74	1.70	
0.46	1.28	1.27	19.88	228.82	200.10	428.92	295.00	523.82	1.78	
0.50	1.45	1.44	19.92	248.57	200.00	448.57	292.10	540.67	1.85	
0.53	1.61	1.60	19.95	267.26	200.10	467.36	289.40	556.66	1.92	
0.57	1.78	1.76	19.98	284.38	200.00	484.38	286.60	570.98	1.99	
0.60	1.94	1.93	20.02	300.49	200.10	500.59	284.00	584.49	2.06	
0.63	2.11	2.09	20.05	316.15	200.10	516.25	281.30	597.45	2.12	
0.66	2.27	2.25	20.08	330.61	200.00	530.61	278.60	609.21	2.19	
0.69	2.44	2.42	20.12	344.47	200.00	544.47	276.00	620.47	2.25	
0.72	2.60	2.58	20.15	357.93	200.00	557.93	273.50	631.43	2.31	
0.75	2.77	2.75	20.19	370.76	200.00	570.76	271.10	641.86	2.37	
0.77	2.94	2.91	20.22	382.94	200.00	582.94	268.70	651.64	2.43	
0.80	3.10	3.08	20.25	394.87	200.00	594.87	266.40	661.27	2.48	
0.82	3.27	3.24	20.29	406.13	200.00	606.13	264.10	670.23	2.54	
0.85	3.43	3.40	20.32	416.96	200.00	616.96	261.90	678.86	2.59	
0.87	3.60	3.57	20.36	427.70	200.00	627.70	259.80	687.50	2.65	
0.89	3.76	3.73	20.39	437.76	200.00	637.76	257.80	695.56	2.70	
0.91	3.93	3.90	20.43	447.53	200.00	647.53	255.80	703.33	2.75	
0.93	4.10	4.06	20.46	456.73	200.00	656.73	253.90	710.63	2.80	
RESULTADOS:						Esfuerzo desviador.	q (kPa)	627		
						Esfuerzo principal menor de confinamiento	σ_3 (kPa)	200		
						Esfuerzo principal mayor	σ_1 (kPa)	828		
						Esfuerzo principal menor efectivo	σ_3' (kPa)	227		
						Esfuerzo principal mayor efectivo	σ_1' (kPa)	855		

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
	ENSAYO: TRIAXIAL (CU)
<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui</p> <p>Norma : ASTM D 4767-04</p>	
	<p>Nro Calicata: 1</p> <p>Profundidad: 1 m</p> <p>Coordenadas: 700532.2119559196.544 N</p>



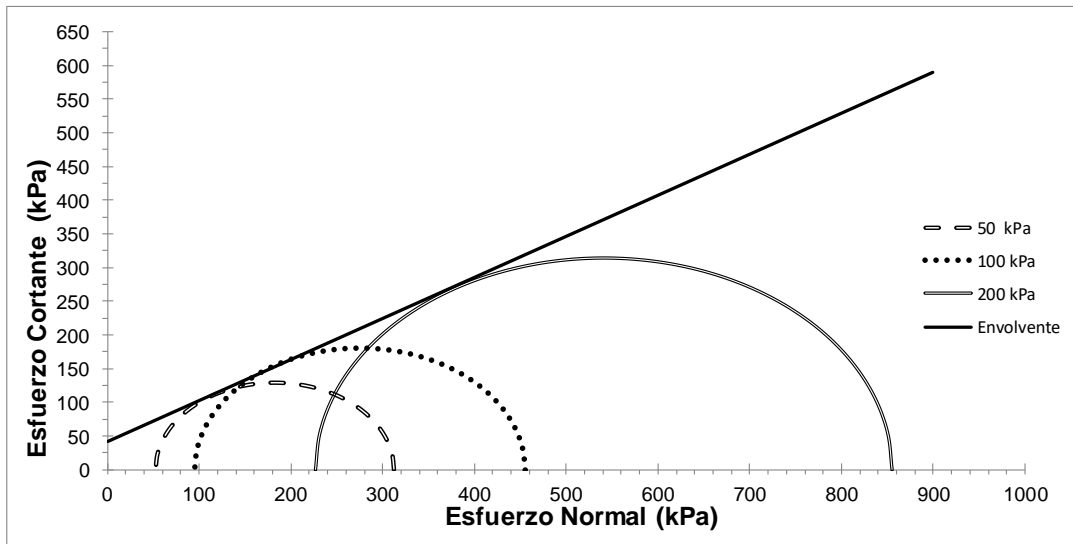
 UTPL <small>UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA</small>	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)
	<p>Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.</p> <p>Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja</p> <p>Muestra: Remoldeada</p> <p>Cantón: Loja</p> <p>Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui</p> <p>Norma : ASTM D 4767-04</p>

Nro Calicata: 1
Profundidad: 1 m
Coordenadas: 700532.2119559196.544 N



COHESION (C)	45.00	Kpa
ANGULO DE FRICCION (φ)	30.83	°

0.46	kg/cm ²
30.83	°




COHESION (C)	42.00	Kpa
ANGULO DE FRICCION (φ)	31.34	°


0.43	kg/cm ²
31.34	°


Ing. Diego Mata
Maestrante

MsC. Carmen Esparza
Revisado por

Apéndice 14: Ensayo triaxial muestra 5

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja					Nro Calicata: 1					
Elaborado por: Ing. Diego Mata Laterreagui					Profundidad: 1 m					
Norma : ASTM D 4767-04					Coordenadas: 700532.211 E		9559196.544 N			
MUESTRA REMOLDEADA # 1										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.1					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
72.78	302.58	286.54	6.98	7.85	DIAMETRO	cm.			5.08	
64.54	322.51	302.62	7.71		ALTURA	cm.			9.99	
69.32	285.54	266.40	8.85		AREA Corr	cm.			20.35	
					VOLUMEN	cm ³ .			203.30	
					PESO	gr.			356.21	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :		gr	510.15		NATURAL	gr/cm ³			1.75	
Peso Cap+Suelo Seco :		gr	450.62		SECA	gr/cm ³			1.46	
Peso Cap. :		gr	146.5							
w (%) :		%	19.57							
ΔQ	ΔL	ϵ_A	A_c	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	20.27	0.00	50.10	50.10	43.80	43.80	1.00	
0.13	0.36	0.36	20.34	62.38	50.10	112.48	39.20	101.58	2.59	
0.21	0.74	0.74	20.42	103.04	50.10	153.14	35.00	138.04	3.94	
0.29	1.15	1.15	20.50	143.29	50.10	193.39	33.30	176.59	5.30	
0.36	1.56	1.56	20.59	176.31	50.10	226.41	34.00	210.31	6.19	
0.41	1.97	1.97	20.68	199.95	50.10	250.05	36.00	235.95	6.55	
0.45	2.38	2.38	20.76	217.60	50.10	267.70	38.50	256.10	6.65	
0.48	2.79	2.79	20.85	231.27	50.10	281.37	41.10	272.37	6.63	
0.51	3.20	3.20	20.94	243.23	50.00	293.23	43.60	286.83	6.58	
0.53	3.61	3.62	21.03	252.51	50.10	302.61	46.30	298.81	6.45	
0.55	4.03	4.03	21.12	260.05	50.00	310.05	48.70	308.75	6.34	
0.56	4.44	4.44	21.21	265.01	50.10	315.11	51.30	316.31	6.17	
0.57	4.85	4.86	21.30	267.62	50.00	317.62	53.50	321.12	6.00	
0.58	5.27	5.27	21.40	270.28	50.10	320.38	55.70	325.98	5.85	
0.59	5.68	5.68	21.49	272.74	50.10	322.84	57.70	330.44	5.73	
0.59	6.09	6.09	21.58	274.00	50.10	324.10	59.70	333.70	5.59	
0.60	6.50	6.50	21.68	275.16	50.10	325.26	61.40	336.56	5.48	
0.60	6.91	6.91	21.77	276.90	50.10	327.00	63.00	339.90	5.40	
0.61	7.31	7.32	21.87	278.79	50.10	328.89	64.40	343.19	5.33	
0.62	7.72	7.73	21.97	280.66	50.10	330.76	65.70	346.36	5.27	
0.62	8.13	8.14	22.06	282.54	50.10	332.64	66.90	349.44	5.22	
0.63	8.54	8.55	22.16	284.22	50.10	334.32	68.10	352.32	5.17	
0.64	8.95	8.96	22.26	286.31	50.10	336.41	69.20	355.51	5.14	
0.64	9.36	9.37	22.36	287.87	50.10	337.97	70.30	358.17	5.09	
RESULTADOS:					Esfuerzo desviador.		q (kPa)	200		
					Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	50		
					Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	250		
					Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	36		
					Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	236		

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja					Nro Calicata: 1					
Elaborado por: Ing. Diego Mata Laterreagui					Profundidad: 1 m					
Norma : ASTM D 4767-04					Coordenadas: 700532.211 E		9559196.544 N			
MUESTRA REMOLDEADA # 1										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.2					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
72.78	302.58	286.54	6.98	7.85	DIAMETRO	cm.			5.11	
64.54	322.51	302.62	7.71		ALTURA	cm.			9.94	
69.32	285.54	266.40	8.85		AREA Corr	cm.			20.51	
					VOLUMEN	cm ³ .			203.87	
					PESO	gr.			346.81	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA										
Peso Cap+Suelo hume :		gr	505.14							
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	445.52							
Peso Cap. :		gr	144.57							
w (%) :		%	19.81							
					DENSIDADES					
					NATURAL	gr/cm ³			1.70	
					SECA	gr/cm ³			1.42	
ΔQ	ΔL	ϵ_A	A_c	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	20.5	0.0	100.0	100.0	125.5	125.5	1.0	
0.07	2.25	2.27	21.0	36.3	100.0	136.3	122.7	159.0	1.3	
0.24	3.07	3.09	21.2	122.4	100.1	222.5	125.6	248.0	2.0	
0.41	3.90	3.92	21.3	211.4	100.0	311.4	126.0	337.4	2.7	
0.55	4.73	4.76	21.5	280.5	100.1	380.6	127.5	408.0	3.2	
0.64	5.57	5.60	21.7	323.2	100.0	423.2	126.6	449.8	3.6	
0.68	6.41	6.45	21.9	341.7	100.0	441.7	127.0	468.7	3.7	
0.72	7.25	7.29	22.1	356.5	100.1	456.6	127.8	484.3	3.8	
0.75	8.09	8.14	22.3	370.2	100.0	470.2	128.8	499.0	3.9	
0.78	8.94	8.99	22.5	381.5	100.0	481.5	121.1	502.6	4.2	
0.81	9.77	9.83	22.7	391.1	100.0	491.1	125.9	517.0	4.1	
0.83	10.60	10.66	23.0	399.8	100.0	499.8	130.1	529.9	4.1	
0.86	11.44	11.50	23.2	406.2	100.0	506.2	133.9	540.1	4.0	
0.77	11.61	11.68	23.2	366.3	100.1	466.4	134.1	500.4	3.7	
RESULTADOS:		Esfuerzo desviador.				q (kPa)	370.16			
		Esfuerzo principal menor de confinamiento				σ_3 (kPa)	100.00			
		Esfuerzo principal mayor				σ_1 (kPa)	470.16			
		Esfuerzo principal menor efectivo				σ_3' (kPa)	128.80			
		Esfuerzo principal mayor efectivo				σ_1' (kPa)	498.96			

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)								
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.										
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja										
Muestra: Remoldeada										
Cantón: Loja			Nro Calicata: 1							
Elaborado por: Ing. Diego Mata Laterreagui					Profundidad: 1 m					
Norma : ASTM D 4767-04				Coordenadas: 700532.211 E			9559196.544 N			
MUESTRA REMOLDEADA # 1										
1.CONTENIDO DE AGUA					PROBETA No.3					
W CÁPSULA (gr)	W CÁPSULA+SH (gr)	W CÁPSULA+SS (gr)	W %	RESULTADO	DIMENSIONES					
72.78	302.58	286.54	6.98	7.85	DIAMETRO	cm.			5.05	
64.54	322.51	302.62	7.71		ALTURA	cm.			9.99	
69.32	285.54	266.40	8.85		AREA Corr	cm.			20.07	
					VOLUMEN	cm ³ .			200.50	
					PESO	gr.			391.42	
CONTENIDO DE AGUA DE LA PROBETA					DENSIDADES					
Peso Cap+Suelo hume :		gr	550.26		NATURAL	gr/cm ³			1.95	
Peso Cap+Sueli Seco :		gr	485.26		SECA	gr/cm ³			1.63	
Peso Cap. :		gr	148.23							
w (%) :		%	19.29							
ΔQ	ΔL	ϵ_A	Ac	q	σ_3	σ_1	σ_3'	σ_1'	σ_1'/σ_3	
KN	mm	%	cm ²	KPa	KPa	KPa	KPa	KPa	0	
0.00	0.00	0.00	20.03	0.00	200.00	200.00	211.30	211.30	1.00	
0.09	0.03	0.03	20.03	44.93	200.00	244.93	209.90	254.83	1.21	
0.13	0.11	0.11	20.05	66.44	200.00	266.44	207.50	273.94	1.32	
0.17	0.18	0.18	20.06	86.63	200.10	286.73	205.20	291.83	1.42	
0.22	0.26	0.26	20.08	107.23	200.00	307.23	202.80	310.03	1.53	
0.26	0.34	0.34	20.09	127.55	200.10	327.65	200.70	328.25	1.64	
0.30	0.42	0.42	20.11	147.83	200.10	347.93	198.70	346.53	1.74	
0.34	0.50	0.50	20.13	168.04	200.10	368.14	196.90	364.94	1.85	
0.38	0.58	0.58	20.14	188.31	200.10	388.41	195.30	383.61	1.96	
0.42	0.66	0.66	20.16	207.95	200.10	408.05	194.00	401.95	2.07	
0.46	0.74	0.74	20.18	227.80	200.10	427.90	192.80	420.60	2.18	
0.50	0.82	0.82	20.19	246.93	200.00	446.93	191.70	438.63	2.29	
0.54	0.91	0.91	20.21	265.77	200.00	465.77	191.00	456.77	2.39	
0.57	0.99	0.99	20.23	284.00	200.00	484.00	190.50	474.50	2.49	
0.61	1.07	1.07	20.24	301.25	200.10	501.35	190.20	491.45	2.58	
0.64	1.15	1.15	20.26	317.72	200.00	517.72	189.90	507.62	2.67	
0.68	1.24	1.24	20.28	333.05	200.00	533.05	189.90	522.95	2.75	
0.71	1.32	1.32	20.29	347.65	200.00	547.65	190.00	537.65	2.83	
0.73	1.40	1.40	20.31	361.04	200.00	561.04	190.20	551.24	2.90	
0.76	1.48	1.48	20.33	373.68	200.00	573.68	190.50	564.18	2.96	
0.78	1.57	1.57	20.34	385.50	200.10	585.60	191.00	576.50	3.02	
0.81	1.65	1.65	20.36	396.38	200.10	596.48	191.40	587.78	3.07	
0.83	1.73	1.73	20.38	406.59	200.00	606.59	191.90	598.49	3.12	
0.85	1.82	1.82	20.40	416.20	200.00	616.20	192.50	608.70	3.16	
0.87	1.90	1.90	20.41	425.16	200.00	625.16	193.10	618.26	3.20	
0.89	1.98	1.98	20.43	433.70	200.00	633.70	193.70	627.40	3.24	
RESULTADOS:					Esfuerzo desviador.		q (kPa)	552		
					Esfuerzo principal menor de confinamiento		σ_3 (kPa)	200		
					Esfuerzo principal mayor		σ_1 (kPa)	752		
					Esfuerzo principal menor efectivo		σ_3' (kPa)	215		
					Esfuerzo principal mayor efectivo		σ_1' (kPa)	767		



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL
 LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO: TRIAXIAL (CU)

Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.

Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja

Muestra: Remoldeada

Cantón: Loja

Nro Calicata: 1

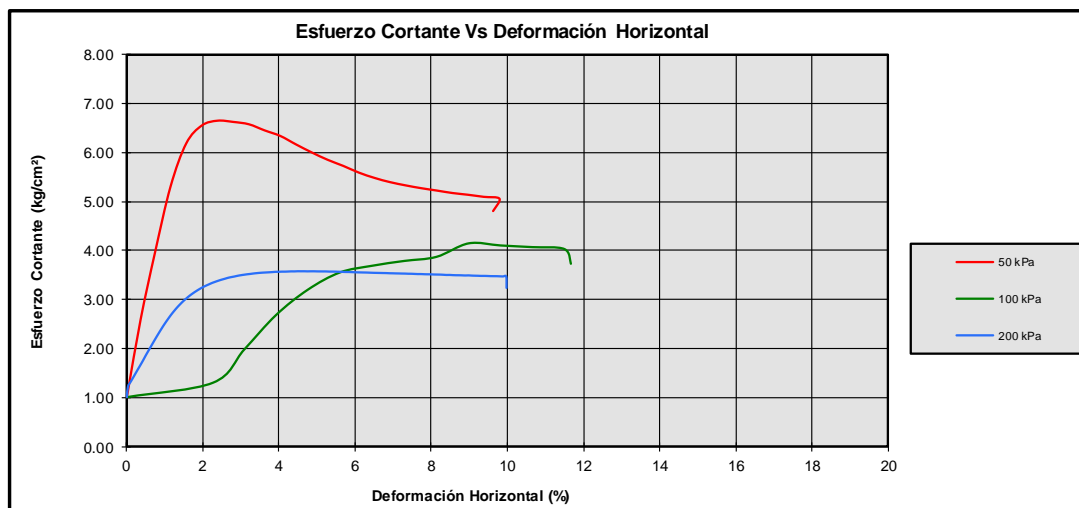
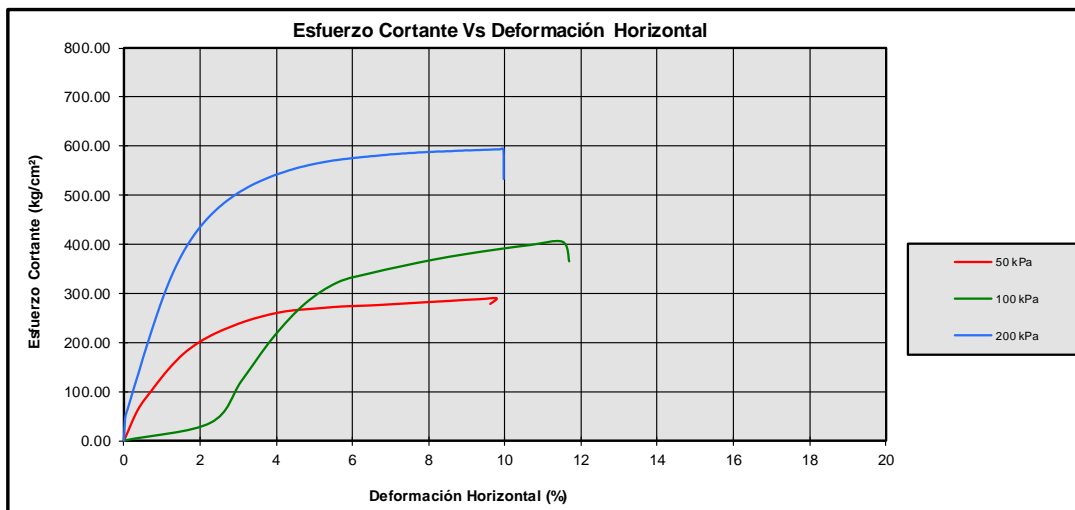
Realizado por: Ing. Diego Mata Laterreagui


Profundidad: 1 m

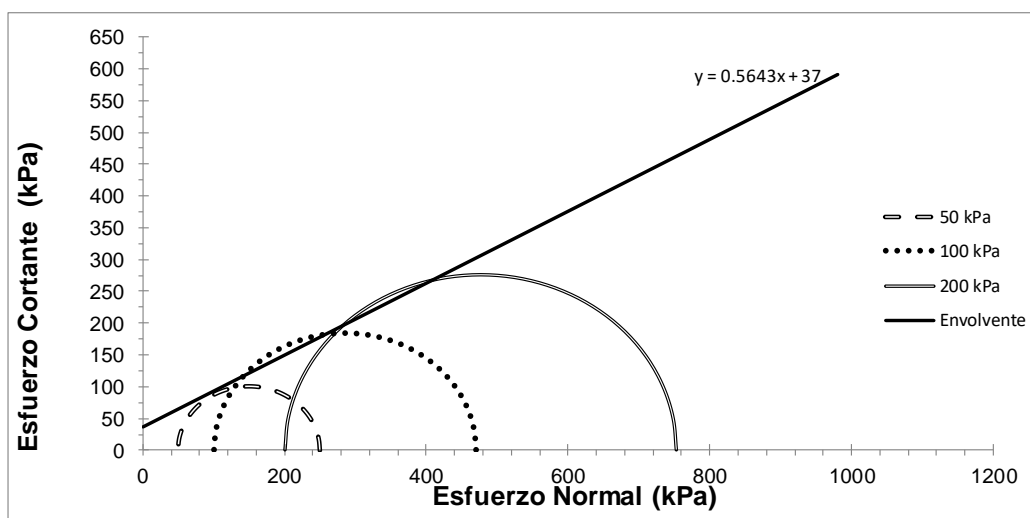
Norma: ASTM D 4767-04

Coordenadas: 700532.211 E

9559196.544 N

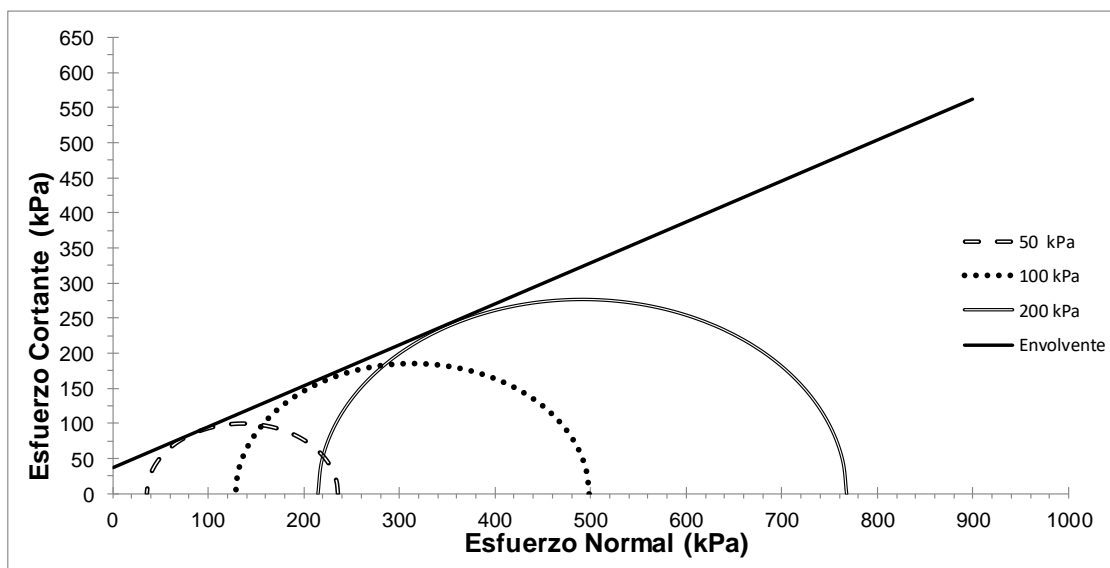


	DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS E ING. CIVIL LABORATORIO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL ENSAYO: TRIAXIAL (CU)
Proyecto: Correlación de los resultados obtenidos en los ensayos triaxial y el ensayo de corte directo, en suelos arcillosos limosos de la formación San Cayetano – Campus II de UTPL.	
Ubicación: Predios de la Universidad Técnica Particular de Loja	
Muestra: Remoldeada	
Cantón: Loja	Nro Calicata: 1
Elaborado por: Ing. Diego Mata Laterreagui	Profundidad: 1 m
Norma: ASTM D 4767-04	Coordenadas: 700532.211 E 9559196.544 N



COHESION (C)	37.00 Kpa
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	29.40 °

0.38 kg/cm ²
29.40 °



COHESION (C)	37.00 Kpa
ANGULO DE FRICCIÓN (Φ)	30.26 °

0.38 kg/cm ²
30.26 °

Ing. Diego Mata
Maestrante

MsC. Carmen Esparza
Revisado por