



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicación de cenizas de carbón para mejorar la estabilidad de suelos arenosos,  
Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Dorcas Quiroz Viera (ORCID: 0000-0002-6724-0784)

**ASESORA:**

Mg. Ing. Susy Giovana Ramos Gallegos (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**Lima – Perú**

**2019**

## **Dedicatoria**

*A mi hermana Maritza Castañeda V., que fue la impulsora de hacer realidad mis sueños, un abrazo hasta el cielo.*

*A mi esposo e hijos por apoyarme constantemente para lograr mis metas y no desmayar ante las adversidades.*

*Todo este avance lo dedico a mí misma porque soy merecedora de todo lo que logré en mi vida.*

### **Agradecimiento**

*A Dios, por seguir dándome la fuerza para llegar más allá de lo imposible, por darme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente y a todos los que me apoyaron y alentaron para seguir adelante.*

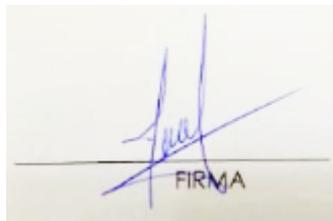
## **Página del Jurado**

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Dorcas Quiroz Viera, identificada con DNI. 18221919, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica

Así mismo declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



Dorcas Quiroz Viera

DNI. 18221919

# ÍNDICE

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
<b>I. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>II. Método</b>	<b>20</b>
2.1 Tipo y Diseño de investigación	20
2.2 Operacionalización de variables	20
2.3 Población, muestra y muestreo	22
2.4 Técnicas de instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad	22
2.5 Procedimiento	24
2.6 Método de análisis de datos	24
2.7 Ensayos de laboratorio	25
2.7 Aspectos éticos	30
<b>III. Resultados</b>	<b>31</b>
<b>IV. Discusión</b>	<b>49</b>
<b>V. Conclusiones</b>	<b>51</b>
<b>VI. Recomendaciones</b>	<b>52</b>
<b>Referencias</b>	<b>53</b>
<b>Anexos</b>	<b>58</b>

## **Resumen**

En los últimos años, ha habido un gran incremento en el estudio de las cenizas de carbón, en países desarrollados alcanza en los últimos años un gran auge debido al crecimiento registrado en la producción de energía eléctrica vía carbón.

El objetivo es determinar cómo la aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón.

En la tesis, se presentaron y analizaron efectos logrados con los ensayos de mecánica de suelos. Las muestras obtenidas por la elaboración de calicatas fueron adicionadas con ceniza de carbón en porcentajes de 7%, 14% y 21%, fallados y curados en diferentes tipos de ambiente y por 7 días.

Se llegó a comprobar los efectos para asemejar los factores que más influyen sobre la variable de respuesta en cada uno de las muestras obtenidas por cada punto señalado. Se efectuara un balance entre los resultados obtenidos por los diferentes tipos de suelo y las dosis de ceniza de carbón manejadas en el estudio, además del predominio del hidróxido de sodio como activador alcalino.

Se concluye que las cenizas de carbón mediante la aplicación de 7%, 14% y 21% en los suelos arenosos de Ancón, presentan mejor comportamiento, y aumentan con la adición del 3% de cemento.

**Palabras clave:** cenizas de carbón, suelos arenosos, calicata, estabilidad de suelos, curado.

### **Abstract**

In recent years, there has been a great increase in the study of coal ashes, in developed countries it has reached a great boom in recent years due to the growth registered in the production of electric energy via coal.

The objective is to determine how the application of coal ashes improves the stability of sandy soils in the Mz. I of the Las Gardenias Human Settlement of the Ancón district.

In the thesis, effects achieved with soil mechanics tests were presented and analyzed. The samples obtained by the elaboration of calicatas were added with coal ash in percentages of 7%, 14% and 21%, failed and cured in different types of environment and for 7 days.

The effects were checked to resemble the factors that most influence the response variable in each of the samples obtained for each point indicated. A balance will be made between the results obtained by the different types of soil and the doses of coal ash handled in the study, in addition to the predominance of sodium hydroxide as an alkaline activator.

It is concluded that coal ashes by applying 7%, 14% and 21% in the sandy soils of Ancón, have a better performance, and increase with the addition of 3% cement.

**Keywords:** coal ashes, sandy soils, calicata, soil stability, curing.

## I. Introducción

Considerando las características de algunos suelos por medio de ensayos mecánicos se puede determinar que en algunos casos incumplen o requerido para alcanzar su estabilidad en diferentes obras para viviendas, esto por tener una capacidad baja en cuanto a soporte además de deficiente calidad por razones de la naturaleza. A fin de solucionar usando diferentes opciones para estabilizar y alcanzar mejorar las propiedades de este material logrando costos mínimos del proyecto por los inmensos tamaños del espesor que tendría el pavimento a proyectarse.

En otros Estados, se utilizaron cenizas de carbón, para la estabilización. Teniendo información del desempeño óptimo en otros proyectos de investigación, en Europa, Estados Unidos, Brasil, determinando que dicho material (la ceniza volante) cumple con estabilizar el suelo por mejorar sus características mecánicas en su uso.

Emplear carbón en nuestro Perú inicia en junio, 2000 empleando una central térmica a vapor (ILO21 de Ener Sur), siendo ésta quien emplea esa fuente de energía. En el 2002 la energía que se produce alcanzó 845,9 G W h, lo cual representa un el 21,5 % que generan las centrales térmicas, así como un 3,8 % del ámbito nacional.

Con la presente investigación, se presenta una de las alternativas para la estabilización de los suelos arenosos que conforman la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias, mediante la técnica de aplicar cenizas de carbón, haciendo las pruebas en el laboratorio de suelos a fin de poder establecer su clasificación que permita el desarrollo y aplicación de la técnica descrita.



*Foto 1: Viviendas del Asentamiento Humano Las Gardenias.*



*Foto 2: Panorama del área de estudio. Asentamiento Humano Las Gardenias.*



*Foto 3: Plano de ubicación Asentamiento Humano Las Gardenias.*

**Antecedentes investigados: A nivel nacional.-** Terrones, (2018) en su investigación sobre “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de carbón para el mejoramiento de la subrasante en el sector Barraza, Trujillo, 2018”, presentada en la Universidad Privada del Norte, para optar el título profesional de ingeniero civil, tuvo como **objetivo**, determinar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en porcentajes de 5%, 10% y 15% en peso de suelo seco en la estabilización de suelos arcillosos en el sector Barraza, Trujillo, 2018. **Metodología:** diseño de investigación experimental. **Concluyendo**, que la influencia de la ceniza de carbón, mejora las propiedades mecánicas del suelo con la adición de los tres porcentajes propuestos, sin embargo con la adición del 15% se notan mejores resultados en la capacidad de soporte. Esto se vio reflejado en los tres puntos evaluados de la carretera, donde inicialmente el suelo era inadecuado, a los cuales se les adiciono el 15%, de tal manera que el CBR del Km 0+011 aumentó de 1.888% a 22.5%, del Km 1+524 aumentó

de 1.843% a 22.4% y del Km 3+529 aumentó de 1.739% a 21.9%, lo cual indica que la CBCA aumentó el CBR del suelo en más de 10 veces. Los resultados obtenidos durante esta investigación mostraron que el suelo estabilizado con ceniza de bagazo de caña de azúcar trae cambios favorables que hacen posible usar el material a nivel de subrasante, como se pudo ver se mejoró de una subrasante con CBR promedio de 1.823% (subrasante muy mala), a obtener un CBR promedio de 22.267% (subrasante muy buena). Huancoillo, (2017) en su investigación titulada para mejorar *el suelo arcilloso mediante con ceniza volante y cal usado como pavimento en el nivel de afirmado para la carretera Huancané-Chupa, Puno*”, presentada para alcanzar el título de ingeniero civil, presentada en la Universidad Nacional del Altiplano, Perú. El **objetivo** fue, Analizar del suelo estabilizado sus propiedades mecánicas con el empleo de ceniza volante que conforma la base de la carretera no pavimentada desvío Huancané, Chupa. **Metodología:** Diseño experimental, tipo aplicada y de campo, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo y cualitativo. **Concluyendo**, que “el índice de plasticidad y expansión del suelo natural son muy altas, la combinación planteada de Suelo 90%, Ceniza Volante 5% y Cal 5% la plasticidad se redujo al 4% y la expansión 0.13% lo cual es inferior al suelo natural por lo que se puede concluir que se ha podido mejorar este parámetro, Las características del suelo sin estar estabilizado SC arenas arcillosas, expansión, índice de plasticidad, CBR y densidad seca máxima resulta no adecuado para conformar el afirmado (EG 2013), en las diferentes dosificaciones Suelo-Ceniza Volante, todos los parámetros han sido mejorados”. Huancoillo en su investigación y en base a sus resultados, alcanzó su objetivo de determinar las propiedades mecánicas del suelo que se estabiliza por medio de la utilización de la ceniza volante, que conforma la parte de base en la vía no pavimentada esto es el desvío Huancané-Chupa, con los ensayos de las diferentes dosificaciones se pudo mejorar los parámetros. Duran, (2017) en la tesis sobre *Estabilizar suelos arcillosos con la aplicación de ceniza de madera de fondo, que se produce en las ladrilleras artesanales en Ayacucho*, presentada en la Universidad San Martín de Porres, Perú, para optar el título de ingeniero civil. Tuvo su **objetivo**; estimar cómo incide la ceniza de madera de fondo, que se produce en las ladrilleras artesanales, para estabilizar suelo arcilloso, Ayacucho. **Metodología:** su tipo fue no experimental, contando con nivel cualitativo debido a que se describe su realidad sin realizar ninguna alteración. **Conclusión**, al adicionar ceniza de fondo relacionado con el suelo arcilloso, se ve disminuido su Índice Plástico la prueba que determine el límite de consistencia para incrementar su gravedad que es específica en los sólidos, logrando el beneficio de las

propiedades físicas que tiene el suelo. Al respecto la combinación ceniza-arcilla conforme a la prueba de Consolidación Unidimensional con el curado a 7 días, alcanza disminuir la deformación que sufre el suelo así como incrementar su esfuerzo correspondiente a la preconsolidación, generando la mejora del asentamiento de suelo, logrando aumentarla resistencia. Dicha combinación respecto a las pruebas mecánicas de Corte Directo según NT. ASTM D-3080, curado a los 7 así como los 14 días ocasiona el incremento de las cantidades de resistencia al corte: cohesión, ángulo de fricción y el esfuerzo al corte, demostrándose de esta manera la eficiencia al usar dichos restos”. En la presente tesis, el investigador en base a sus resultados, pudo determinar para estabilizar suelos con la aplicación de ceniza de madera del fondo, disminuyendo cómo se deforma el suelo e incrementando el esfuerzo de preconsolidación, para mejorar el asentamiento correspondiente al suelo así como aumentar la resistencia. Zurita, (2017) en su investigación “Determinación de los factores que influyen en los mecanismos de fijación de carbono en suelos de alta montaña (Papallacta Ecuador)”, presentada a la Universidad de Las Américas, Ecuador, para optar el título de ingeniero ambiental en prevención y remediación. Tuvo como **objetivo**, determinar los factores que influyen en los mecanismos de fijación de carbono en suelos de alta montaña. **Metodología:** investigación cuantitativa. Llegando entre sus conclusiones que los porcentajes de carbono orgánico en el suelo, difieren entre coberturas, donde el bosque presenta más de 2% del C en relación al pajonal y humedad, diferencias que pueden ser explicadas por el pH de la solución del suelo que tuvo diferencias significativas entre coberturas. Donde a pH bajo predominan los complejos metal-humus. Adicionalmente al corresponder estos suelos a Andosol vítrico, suelo de carga variable, la variación de pH modifica los mecanismos de fijación de C. Falen y Cubas, (2016), en la investigación de sobre *Evaluar las cenizas de carbón en cuanto al estabilizar suelos por medio de la activación alcalina además de aplicarlo en carreteras que no están pavimentadas*, presentada en la Universidad Señor de Sipán, Perú, para optar el título de ingeniero civil. El **objetivo** fue, “evaluación de aplicar cenizas de carbón, en la estabilización de los suelos por medio de la activación alcalina para vía sin pavimentar. **Metodología:** tipo de investigación cualitativo, empleando la observación directa, siendo su método no experimental. Se **concluyó** que, las cenizas de carbón (CC-M2) resultan ser aquellas obtienen más reacción en cuanto al tratar suelos arcillosos y arenosos, debido al contenido alto del óxido de silicio, los cuales se encuentran relacionados con el producir cerámicos que tengan porcentajes con formas cementantes útiles para favorecer tal estabilización. Emplear

hidróxido de sodio así como cenizas de carbón en los suelos que son arcillosos tienen un efecto importante en relación al utilizar agua, debido a que observamos la existencia diferenciada respecto a la resistencia. Determinándose que al adicionar hidróxido de sodio y cenizas de carbón en los suelos con propiedades de arenas finas ocasiona reducción en cuanto a la resistencia mecánica”. Los investigadores en su tesis y en base a sus resultados para evaluar las cenizas de carbón que logran estabilizar suelos por medio de la activación alcalina, determinaron que las cenizas de carbón resultan ser las que reaccionan mejor al obtener un tratamiento de los suelos arcillosos y arenosos, en cuanto a contener alto óxido de silicio. Pérez y Collantes, (2015), investigación sobre “Estabilizar suelos arcillosos con cenizas de carbón”, presentada en la Universidad Nacional de Cajamarca, para obtener el título profesional de ingeniero civil. Su **objetivo** fue, “analizar estabilizar suelos arcillosos empleando ceniza de carbón y con ello demostrar su aplicación como subrasante mejorada. **Metodología:** investigación de tipo aplicada, de nivel descriptivo con enfoque cuantitativo. Se **concluyó** que, la combinación del suelo arcilloso con la ceniza volante tiene un comportamiento mejor que el puro suelo, usado como capa de subrasante y subbase mejorada, analizando los factores como el tiempo de compactación y tiempo de curado contenido de agua con la influencia directa sobre el comportamiento final de tal mezcla”. Pérez y Collantes, en la presente tesis y en base a sus resultados pudieron determinar que la combinación del suelo arcilloso con la ceniza volante tiene un comportamiento mejor que el puro suelo, usado como capa de subrasante y subbase mejorada, conforme su objetivo principal. **A Nivel Internacional:** Cádiz (2017), en su investigación sobre analizar *comparativamente la resistencia al corte y estabilización de suelos arcillosos combinadas con ceniza de carbón y arenosos finos*”, presentada en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, para obtener el título profesional de ingeniero civil. Su **objetivo** fue, la evaluación de los resultados obtenidos sobre resistencia al corte considerando los suelos arenosos arcillosos y finos, además del comportamiento mecánico para estabilizar suelos arenosos arcillosos y finos aplicando cenizas del carbón, y así estimar las condiciones que resulten mejor para su utilización. **Metodología:** tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, debido a que se realizó ensayos de laboratorio, pero de la misma manera observaciones en campo que ayudaron a verificar el estado de las viviendas en estudio. **Concluyó;** al adicionar cenizas de carbón resulta favorable para los suelos expansivos como se puede ver en la arcilla, que está formada por una compacta masa que aumenta su compactación (CBR) y resistir al corte. El combinar arcillas con un 25 % de cenizas de carbón, que se basa en un experimento “Estabilizar suelos aplicando

cenizas de carbón para ser usado como subrasante que esté mejorada”, Carolina Pérez C., Valor escogido como el superior de los tres porcentajes, mejorando la resistencia del suelo arcilloso desde el 9,10 % hasta el 11.20 %, pero la resistencia alcanzada no resulta ser suficiente para usarlo como material de sub-rasante. Los resultados obtenidos de las pruebas CBR en suelos arenosos finos presenta elevación del 4.6% al combinarse con 25 % de cenizas de carbón, mejorando el porcentaje de la resistencia que va desde el 15.0 % hasta el 19,60 %, indicando que se puede utilizar como una sub-rasante”. En la investigación de Cañar determina en base a sus resultados que al adicionar las cenizas de carbón favorece considerablemente en los suelos expansivos como se puede ver en la arcilla, que está formada por una compacta masa que aumenta su compactación (CBR) y resistir al corte. Morales, (2015), en la investigación sobre “*Valorar las cenizas de carbón en estabilizar suelos para usar en vías sin pavimentar*”; presentada en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, para optar el título profesional de ingeniero civil. Tuvo como **objetivo** la influencia que tienen las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante uso en vías no pavimentadas. **Metodología:** Tipo no experimental y del nivel cualitativo porque describe la realidad sin alterarla. **Concluyendo**, que “los efectos logrados con las CColteje, y cemento Portland con suelos arcillosos tamizado por malla N°200, usando en las mezclas de CColtejer hidróxido de sodio como solución activadora a 8M.” Morales en su tesis logra realizar su objetivo en base a sus resultados de los ensayos de laboratorio, esto es, determinar la influencia que tienen las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante uso en vías no pavimentadas. Del artículo científico, W. Perez y L. Behak (2015), “*La caracterización de un material formado por cal, ceniza de cáscara de arroz y suelo arenoso, exponencialmente necesario para ser usado en trabajos de pavimentación*”, Bogotá, se **concluye**: “En suelos arenosos se logra un aumento considerable de CBR de la mezcla del suelo con 20% de cenizas y 10% de cal, con 28 días de cura con respecto al suelo natural, permitiendo afirmar que el material así producido podría ser empleado como capa de sub- base de pavimentos”. En el presente artículo científico presenta un aporte significativo para determinar la caracterización de un material formado por cal, ceniza de cáscara de arroz y suelo arenoso, exponencialmente necesario para ser usado en trabajos de pavimentación.

**Teorías: Cenizas de carbón:** “Su definición es que resultan ser parecidas a conglomerantes puzolánicos, más lo que se obtiene como resultado no favorece mucho si lo comparamos al uso del cemento, es necesario adicionar agua y tener un activante como

la cal en mínimas proporciones o en su defecto la presencia de un catalizador, están inmersos algunos tipos de cenizas en la clasificación que resultan diferentes conforme a la planta de extracción”, (Kraemer y Rocci, 2004) “La procedencia de las cenizas de materiales orgánicos es la quema de diferentes tipos tallos y trocos, comúnmente es las cenizas de cáscara de arroz, cenizas de bagazo de caña, así como las cenizas vegetales, las cuales tienen características de ser un material puzolánico, con altas proporciones alumina y sílice, así como ante la presencia de agua reaccionan de forma química obteniéndose sus propiedades de cemento”. (Pérez y Ribero, 2008). “Las cenizas vienen a representar una fracción no combustible de todo este material, que puede ser leña, carbón vegetal, carbón mineral, donde los componentes principales son la magnesia, la sílice, el trióxido férrico, la albúmina, la cal u óxido cálcico, así como proporción menor pocas concentraciones de trazas de metales pesados y azufre. Considerando la finura que tienen sus partículas, estas las cenizas resultan fácilmente transportadas y levantadas por el viento, lo cual acarrearía problemas respiratorios serios a las poblaciones que están cerca, siendo indispensable humedecer dichas cenizas para que se agrupen con las partículas de alrededor, que al obtener mayor peso resulte ser imposible que sean transportadas y levantadas por el viento. Así mismo, en caso las cenizas fueran puestas en un suelo muy permeable, la caída de lluvias encima del lugar donde están las cenizas podrían lavar una parte de elementos dañinos y se arrastren hacia el nivel freático, resultando la contaminación de aguas subterráneas, lo cual es espera evitarlo”, (Osiris de León, 2009). “Los materiales están formados por cenizas que se denominan puzolanas, siendo su origen de dos tipos, artificiales como aquellas resultantes de procesos industriales que involucren altas temperaturas y de origen natural como son las rocas sedimentarias o cenizas volcánicas, tenemos el caso de las arcillas calcinadas”, (Vargas del Río, 2005). “La ceniza está definida por ser un producto consistente además de encontrarse en su estado de división fina el cual procede de quemar carbón desecho en los viviendas de las centrales térmicas, jalado por monóxidos del proceso recuperándose mediante filtros”, norma UNE 83-415-87. (Saeed & Petermann, 2012), señala: “las ceniza del carbón para ser fraccionadas en cenizas volates, cenizas de fondo, (determinadas por ASTM) y sus combinaciones; estas cenizas volantes son restos encontrados al fondo en calderas, que tiene sus partículas diámetros superiores al 0.075 m.m. (se retiene en la malla 200) propios de carbón sin quemar, el sobrante se estudia más como material de relleno por no poseer un potencial alto puzolánico; estas cenizas de fondo vienen a ser objetos residuales atrapados dentro de filtros en las calderas con diámetros de menos de

los 0.075 m.m. (malla pasante 200), lográndose demostrar reacciones sobre las microestructuras amorfas y cristalinas desde la síntesis de aluminosilicatos alcalinos adicionando la solución que activa el silicato e hidróxido alcalino, llamándosele geopolímero que significa alcanzar tener características puzolánicas parecidas al cemento Pórtland”

**Método de uso y preparación.** “El carbón que se pulveriza por la combustión (PF) viene a ser procedimiento utilizado para el quemado del carbón que genere electricidad. Su método para preparar el carbón, molienda al tamaño especificado, secado así como el alimentar el combustible por medio del transporte neumático hacia los quemadores, totalmente complementado con la caldera, este aire transportado por el carbón resulta ser una mínima porción del total de aire en la combustión. Lo demás sobrante es suministrado independientemente así como la mezcla con este combustible dentro de la cámara de combustión. Los cubiertos de esta cámara de combustión se encuentran refrigeradas por el vapor. La esquematización de la cámara de combustión debe proveer tiempo suficiente de residencia que garantice la adecuada combustión que enfríe las cenizas volantes muy debajo de la temperatura para reblandecimiento que evite acumular sobre intercambiadores del calor. Dicho carbón es pulverizado, inyectado con aire a la caldera y molido. Para el caso del carbón pulverizado cuenta con significativa área en su superficie, facilitando la combustión en sus quemadores. Al generarse calor sirve para usarse en la producción de vapores en presiones altas así como temperaturas que activen las turbinas generando energía eléctrica. Actualmente, la energía eléctrica generada en el planeta en las plantas térmicas a carbón se produce empleando sistemas pulverizadores de carbón. La emisión en la combustión de carbón pulverizado se puede reducir por medio de tecnologías usadas para la limpieza. Estos filtros de manga y precipitadores electrostáticos pueden trasladar superiores cantidades de 99 % en el caso de la ceniza volante para los gases que combustionan. Las técnicas para desulfurización de los gases de la combustión trasladan entre el 90 y el 97 % de óxidos de azufre que tienen los gases para su conversión al yeso que se use en procesos constructivos”.

**Pasos a seguir:** “Moles el carbón en menores tamaños a ~100  $\mu\text{m}$  (menos al grosor de un cabello), introduciéndose a la caldera que acompaña al aire que estará quemándolo; de la misma manera el aire arrastrará dirigido a la salida, en donde encontramos intercambiadores de calor, al inicio, seguidos de sistemas para limpiar gases, representando un diseño de una clásica caldera, y recorrer los gases. Este formato de las

calderas están dependiendo del tipo de carbón que se quemará, no siendo necesariamente intercambiables. Nos referimos a instalaciones enormes (hasta 80 m. interiormente de su altura), así como paradas con mucho espacio durante el tiempo (entre dos años) y relativas altas eficientemente globales (~35% en su potencia térmica ingresada para convertir en energía eléctrica, pero los formatos recientes, cuentan con circuitos de vapor con alta presión y elevada temperatura, llegando alcanzar cerca al 45 %)".

**Estabilidad de suelos arenosos:** “La procedencia de las cenizas volantes es la combustión en centrales termoeléctricas. Compuestas cada una clase de ceniza y encontrando porcentaje de carbón en aquellas, dependiendo este proceso en la realización de toda plantas termoeléctrica. Los residuos vienen a ser granos finos que se componen generalmente por aluminios, silicatos, algunos óxidos, cal libre permitiendo la reacción puzolánica con suelo arcilloso así como otras de las sustancias que reducen este índice de expansión. Las cenizas encontradas en el suelo concentradas en un 25% resultan con mucho beneficio, que afectan su característica granulométrica, modificando las cantidad porcentuales de la arcilla que tienen el suelo alcanzando reducir tanto el índice plástico como el límite líquido que tiene el suelo. Estas reacciones puzolánicas incrementan su capacidad de soporte en la capa sub rasante alcanzando mejoramiento sus estructuras viales. Varios que se dedican a la investigación estudiaron el componente para contribuir en el paso de la estabilización de los suelos manejados con las cenizas volantes. Para (Acosta t al, 2003) aparecen tres componentes principalmente que contribuyen en su estabilizar. Para el primer caso la resistencia del suelo se ve aumentado debido a lo que resulta al producirse cementación desde la hidratación del aluminato tricálcico presente para cenizas volantes. La otra alternativa es que el cal que esté libre (CaO) dentro de cenizas volantes reaccionaría agregando minerales de arcilla, que causen compresión para la capa que corresponde a la absorción para reducir la plasticidad. Por último, la cal libre sin que reaccione ante minerales de arcilla estaría encontrándose con disponibilidad en su etapa de adicional cementación por medio de reacciones puzolánicas adicionando de alúmina y el sílice”.

(Cokca, 2001): “Para la estabilización de suelos que son tratados con las cenizas volantes viene a resultad de intercambiar catión entre las partículas de aluminio y arcilla (A 13+), hierro y calcio en las cenizas volantes. Descrito como el proceso de estabilizar indicando que las cenizas volantes proporcionan una adecuada matriz de cationes divalentes y trivalentes en condiciones ionizadas origina la floculación de dispersión de las partículas

de arcilla. Al mezclarse las cenizas volantes con suelo arcilloso, sus propiedades de compactación (óptimo contenido de humedad y densidad) cambian en los suelo. Este proceso de hidratación es producido en momento del contacto entre el suelo, el agua y la ceniza haciendo que se unan y la cementación resulte con elevados valores de la densidad. En conclusión, los procedimientos de estabilización se relacionan con el proceso o un cambio químico.

**Formulación del problema: Problema General:** ¿De qué manera la aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019? **Problema específico 1:** ¿De qué manera la textura del suelo con cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019? **Problema específico 2:** ¿De qué manera los niveles de humedad mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019? **Problema específico 3:** ¿De qué manera la resistencia mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019?

**Justificación práctica:** (Borja Suárez, 2012) Este tipo de investigación surge cuando el motivo de la investigación es producir una reflexión y un debate escolar sobre el aprendizaje existente. Fomenta el desarrollo de la ciencia, la hipótesis del diseño estructural y, en este sentido, extiende las metodologías hipotéticas a partir de análisis contextuales. **Justificación metodológica:** (Borja Suárez, 2012) La investigación ayudará a hacer otro aparato de composición de información. La extensión metodológica establece la base del desarrollo. Permite ejecutar un procedimiento que puede ser conectado por diferentes encuentros y, por lo tanto, aprobarlo, por lo que establece una instancia de utilización en el campo del diseño estructural. **Justificación social:** (Borja Suárez, 2012) La investigación tendrá una calidad sorprendente para el público y habrá una ventaja para ella. El tema de estudio es significativo a la luz del hecho de que permitirá a más personas explotar los lugares de estacionamiento. **Justificación teórica:** (Borja Suárez, 2012) Este tipo de investigación surge cuando el motivo de la investigación es producir una reflexión y un debate escolar sobre el aprendizaje existente. Fomenta el desarrollo de la ciencia, la hipótesis del diseño estructural y, en este sentido, extiende las metodologías hipotéticas a partir de análisis contextuales. **Justificación económica:** La justificación económica, en este caso, considerando los estudios

realizados por Pérez (2014) “...las arcillas en combinación con cenizas volantes y cemento en un 3%, da buenos resultados mejorando la resistencia del suelo arcilloso desde 7.7% hasta 51% de CBR al 100% de la MDS del Próctor Modificado y obteniéndose menores costos en su construcción”, lo cual justifica económicamente la realización de la presente investigación en el asentamiento humano Las Gardenias.

**Objetivo General:** Determinar cómo la aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Objetivo Específico 1:** Determinar cómo la textura del suelo mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Objetivo Específico 2:** Determinar cómo los niveles de humedad mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Objetivo Específico 3:** Determinar cómo la resistencia mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Hipótesis General:** La aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Hipótesis específica 1:** La textura del suelo mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Hipótesis específica 2:** Los niveles de humedad influye en mejorar la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. **Hipótesis específica 3:** La resistencia mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Según el alcance de la investigación, el estado de los problemas y los objetivos que se definieron en el trabajo exploratorio adjunto es de tipo descriptivo. Castellanos (2009) afirma que: Como lo indicó Carlos Méndez: "Un informe gráfico reconoce los atributos del universo de investigación, demuestra los tipos de conducta y los comportamientos del universo examinado, comprende las prácticas, encuentra y confirma la relación entre los factores de investigación. Se utilizan sistemas explícitos en la recopilación de datos. , por ejemplo, percepción, reuniones y encuestas. (p.21)

Artículo: aplicado y según Valderrama (2013, p.165) especifica: "Busca mejorar la circunstancia actual de personas o reuniones de personas, y para eso necesita interceder. La investigación conectada impulsada por el alma de la investigación central se ha centrado en el cuidado de los problemas en lugar de definir hipótesis [...] Alude a los resultados inmediatos y está interesado en la mejora de las personas asociadas con el procedimiento de investigación".

**Diseño:** Cuasi Experimental. "Se llama diseño cuasi experimental, debido a la manipulación deliberadamente de variables independientes, que puedan ser observables las consecuencias con la dependiente".

### 2.2 Operacionalización de variables

Tabla 1:

*Cuadro de operacionalización de las variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Cenizas de carbón</b>	<p>“Estas cenizas se parecen a los conglomerantes puzolánicos, para el caso lo que resulta es menos favorable al compararlo con el uso utilización del cal y cemento, por ser necesario adicionar agua y contar con un catalizador en escasas proporciones, encontrándose para dicha clasificación ciertos tipos de cenizas diferencias conforme a la la planta de extracción”. (Kraemer y Pardillo,2016,p.232).</p>	<p>Las cenizas de carbón serán evaluadas por sus propiedades físicas, propiedades mecánicas y propiedades químicas; con sus indicadores, finura, tamaño, peso; plasticidad, dureza, ductilidad; contenido de humedad, reacción en agua y pérdida por ignición. Medibles con las fichas técnicas los ensayos de laboratorio.</p>	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finura</li> <li>- Tamaño</li> <li>- Peso</li> </ul>	Fichas técnicas
			Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plasticidad</li> <li>- Dureza</li> <li>- Ductilidad</li> </ul>	Fichas técnicas
			Propiedades químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de humedad</li> <li>- Reacción en agua</li> <li>- Pérdida por ignición</li> </ul>	Fichas técnicas
<b>Suelos arenosos</b>	<p>“Son producidos por la erosión de rocas, así como de minas, que se depositan al interior de la tierra con colores rosa, azul y gris, en el caso de arenas que provienen de la playa necesitan el tratamiento especial para la investigación”, (Ruano, 2015, p. 42)</p>	<p>Los suelos arenosos serán evaluados mediante la textura del suelo, niveles de humedad y la resistencia; con sus indicadores fina, gruesa; saturación, capacidad de campo, punto de marchitez; cargas estáticas, cargas dinámicas. La medición se realizará con fichas de recopilación de datos y los ensayos de laboratorio.</p>	Textura del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fina</li> <li>Gruesa</li> </ul>	Ensayos de suelos
			Niveles de humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saturación</li> <li>Capacidad de campo</li> <li>Punto de marchitez</li> </ul>	Ensayos de humedad
			Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cargas estáticas</li> <li>Proctor CBR</li> <li>Cargas dinámicas</li> </ul>	Ensayos de resistencia

*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.3 Población, muestra y muestreo

Para Gutiérrez (2005, p. 79), certifica que "la población es la disposición de estimaciones que se pueden realizar en una normal típica para una reunión de elementos o artículos". "La población es la disposición de un número considerable de casos que concuerdan con una progresión de detalles, que debe establecerse inequívocamente en torno a sus atributos de sustancia y tiempo local". Esta población estará dada por las viviendas del asentamiento humano Las Gardenias, Ancón.

Para Arias (2012, p.82) hace referencia a que un subconjunto particular y restringido que está aislado de la población se caracteriza con un ejemplo. La medida de ejemplo para los casos de resumen fue hecha por 03 viviendas de a Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias. Este tipo de prueba se describe como una prueba de evaluación. "La prueba es la médula de un subgrupo de la población" (Hernández et al., 2010, página 38).

Según Arias (2012, p. 82), alude a un examen no probabilístico deliberado en el que: para esta situación, los componentes se seleccionan en función de los criterios o decisiones precompiladas por el especialista. El sistema de prueba utilizado fue útil teniendo en cuenta el hecho de que los sujetos de la población fueron elegidos directa y deliberadamente, según los criterios del científico. Muestreo: Probabilístico. Elegí la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias con una Inspección visual por los suelos que presenta.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para Arias (2012, p.67) hace referencia a que el procedimiento es un método que sirve para adquirir datos de la empresa para examinar; sirve a la estrategia lógica como su complemento que está conectado de manera general. Para recopilar la información, contaremos con las siguientes técnicas: **a. Fuentes esenciales:** La percepción. Comprendió el uso eficiente de nuestras facultades en la búsqueda de la información requerida para atender el problema de la investigación. De la misma manera, la percepción organizada se utilizará para probar las especulaciones y, de esta manera, se producirán instrumentos de estimación para recopilar información. **b. Fuentes secundarias:** Los registros bibliográficos se utilizaron para registrar la información alusiva a los libros y proposiciones que se utilizaron durante el procedimiento de investigación. Transcripción textual, interpretada en declaraciones, en realidad, incluso con errores que el analista consideró de importancia imperativa, es decir, lo

que tendrá calidad lógica y triunfos. Los pensamientos individuales comentados en fichas. Fue el más significativo que los anteriores. Dado que a medida que se exploraba la investigación, surgieron nuevas consultas, preguntas, etc., que se registraron en el documento de comparación. Se utilizaron tesis que fueron directamente identificadas con el objeto de estudio. Estas postulaciones comprenden los precursores que nos ayudaron a comprender nuestra preocupación que se examina a través de sus especulaciones y fines que se consideraron al hablar de los resultados. Las revistas físicas y virtuales se utilizaron para descubrir los puntos para construir el corpus de la estructura hipotética.

**Instrumentos de recolección de datos:** Para Arias (2012, p. 68), “menciona que un recurso que favorece para recolectar datos ya sea un formato en papel o digital y que sirve para almacenar información se denomina instrumentos”. Esta investigación cuenta con los siguientes instrumentos: Ficha de Observación. Ensayos de laboratorio.

**Validez:** “La legitimidad caracteriza el estudio de la introducción de sustancias. El encuentro de los marcadores con las consultas que miden los factores. Del mismo modo, garantiza que los efectos posteriores de la investigación no estén viciados ni contaminados”. (Hernández [et al.], 2010, p.174). Se sacó a través del Juicio de expertos, que eran 3 maestros educadores en técnica y tema. El instrumento (sondeo), la tabla de factores operacionales y el tipo de aprobación del instrumento fueron transmitidos a cada maestro.

**Tabla 2:**

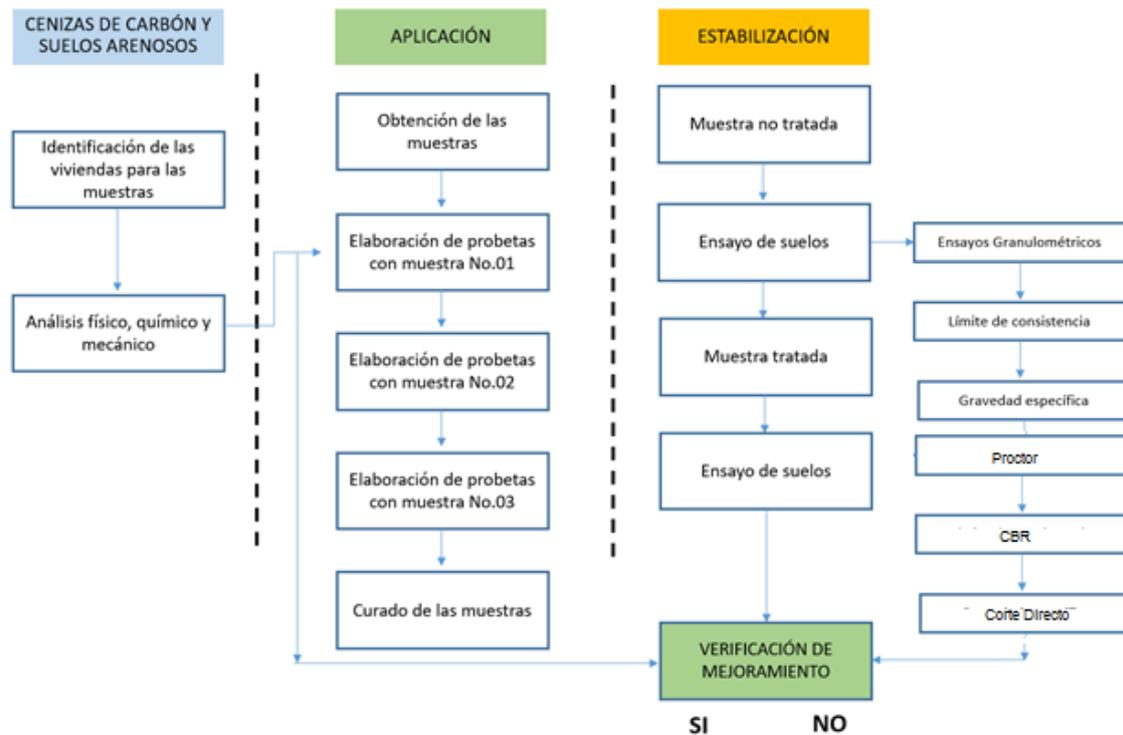
**Validez por Juicio de Expertos**

No.	Apellidos y Nombres	DNI/CIP	Especialidad	Opinión
1	Aybar Arriola, Gustavo	08185308	Ingeniero Civil	Aplicable
2	Ramos Gallegos, Susy	56823	Ingeniero Civil	Aplicable
3	Vargas Chacaltana, Luis	194542	Ingeniero Civil	Aplicable

**Confiabilidad:** “La calidad fiable se refleja aplicando un instrumento similar varias veces a un sujeto u objeto similar de la investigación y obteniendo resultados equivalentes o comparables dentro del rango sensible, es decir, sin contorsiones que puedan atribuirse al propio instrumento”. (Hernández [et al.], 2010, p.200). El instrumento para estimar los factores de la presente investigación para decidir el

coeficiente alfa de Cronbach a la luz del hecho de que el instrumento tiene una escala Likert, se utilizó la adaptación de programación 25 del SPSS.

## 2.5 Procedimiento



## 2.6 Método de análisis de datos

Se explicó la base de datos de los dos factores. Allí, las cualidades obtenidas se guardaron mediante el uso de los instrumentos de estimación, que luego se utilizarán en la investigación gráfica e inferencial a través de la variante de programa SPSS 25 y Excel. Para la introducción de los efectos secundarios de la investigación, se explicaron las tablas de recurrencia para disminuir los datos de ambos factores de examen y, a través de ellos, se realizaron cifras objetivas para lograr una investigación visual ágil en la que ofrece los mejores datos. Las proporciones de inclinación focal no se utilizaron, a la luz del hecho de que el examen fáctico no ha sido paramétrico. Es decir, la información obtenida proviene de los controles de rango o recurrencia (Wayne, 2011, página 376). Además, para completar la prueba teórica, se realizó con la medición de Rho de Spearman ya que se trabajó con escalas ordinales y Guillen (2013, p.91) afirma este sustento y hace referencia a “es una prueba objetiva”, eso permite medir la conexión o relación de dos factores y es relevante cuando las

estimaciones se realizan en una escala ordinal, explotando la disposición por extensión”.

## **2.7 Ensayos realizados**

### **2.7.1. Ensayo para determinar la granulometría del agregado**

#### **Objetivo:**

- Determinar la granulometría de la muestra, con una progresión de coladores en partes de tamaño decreciente.
- Determinar la circulación del tamaño de la molécula de la muestra.
- Dibujar la curva de tamaño de grano
- Clasificar la muestra mediante la técnica SUCS y AASHTO.

Con la investigación de granulometría, se puede resolver muy bien que la muestra de la tierra es un suelo de grano grueso hecho de un toque de roca de tierra limosa, lo que demuestra que es una muestra de bajo límite de obstrucción.

#### **Indicadores que aplican: ASTM D-422**

Esta técnica de prueba cubre la garantía cuantitativa de la apropiación de la medida de la molécula en los suelos. El transporte de estimación de moléculas de más de 75 micrómetros (mantenido en el tamiz No. 200) se controla por tamizado, mientras que la estimación de moléculas de más de 75 micrómetros se determina mediante un procedimiento de sedimentación mediante métodos para un hidrómetro. Se indican las paridades, el montaje mecánico desestabilizador, los hidrómetros, las cámaras de sedimentación, el termómetro, los tamices, la ducha de agua o la habitación a una temperatura constante, el recipiente y el dispositivo de planificación utilizado en la estrategia. El examen por tamizado, la investigación del hidrómetro y el examen de la humedad ligroscópica se realizan en la muestra del ejemplo.

#### **Instrumentos y equipos**

- Juego de tamices de ensayo (3, 2 ½, 1 ½, 1, ¾, ½, 3/8, 4, 10, 20).
- Balanza 0.1 gr de precisión.
- Horno cap. 110°C ± 5°C.

## **Procedimiento**

- Separar la tierra hasta obtener una prueba de delegado como lo indica el rock TM.
- Secar en la parrilla a  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$  de 16 a 24 horas.
- Una vez enfriado el indicador de muestra y lavar por el tamiz n. ° 200.
- Secar el material de 16 a 24 horas a  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Tamiz por los tamices individuales.
- Obtención de información y estimaciones individuales.

Siguiendo una guía similar, el sistema se realiza mediante el cual el material se aísla por las celosías, el retenido se incluirá de forma gruesa que se encuentra en el trabajo No. 4 y la multa será la que pase ese tamiz.

El ejemplo, antes de ser cribado, se lavó y se secó en la estufa durante 24 horas y una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .

Cuando el material está seco y libre de degradaciones, se vierte el conjunto de colador y se inicia el procedimiento con movimientos suaves y girando el conjunto hasta que se obtiene un peso constante en cada tamiz.

Cualquier suma adquirida fue calibrada, tal como la que quedó en la base, todo el material debe ser pesado hasta ahora, para luego contrastarlo y la suma obtenida en los retenidos de las celosías, cuya distinción no debe superar el 0,3%.

## **7.2. Puntos de confinamiento de Atterberg.**

Son pruebas de centros de investigación institucionalizados que permiten adquirir los puntos de ruptura de la adherencia dentro de la cual la muestra se

mantiene en un estado plástico. Con ellos, es posible ordenar la muestra en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

Para adquirir estos puntos de corte, es necesario remoldear (controlar) el ejemplo de muestra que aplasta su estructura única y, en consecuencia, es que una representación de la muestra en sus condiciones características es completamente fundamental e integral.

Para hacer que los puntos de ruptura de Atterberg trabaje con todo el material más pequeño que el trabajo # 40 (0.42 mm). Esto implica que no solo se trabaja la pieza fina de la muestra (<trabajo # 200), sino que además se incorpora la parte de arena fina.

### **Objetivo**

Una vez que se ha realizado la investigación granulométrica, nos permite contemplar el tamaño de estas partículas y medir la importancia que tendrán según la porción de suelo a la que hablan (grueso, roca, arena, residuos y lodos). A pesar del hecho de que un examen granulométrico es adecuado para rocas y arenas, con respecto al lodo y los residuos, la turba y la marga, la investigación debe terminarse con pruebas que caracterizan la versatilidad del material.

Unos pocos suelos cambian su consistencia dependiendo del contenido de humedad. Cuatro estados se caracterizan en el terreno: fuerte, semi-fuerte, plástico y fluido. El punto más lejano entre estos estados se llama límites de consistencia y son: límite de contracción (LC,  $W_s$ ), límite de plástico (LP,  $W_p$ ) y límite de líquido (LL,  $W_l$ ). Simplemente decidiremos el L. plástico y el fluido L., debido a que L. constriction, es una prueba cada vez más complicada y puede ser venenosa debido a que incluye mercurio.

### **Materiales de**

- Máquina de Casagrande (referencia: norma ASTM N ° D-4318-95a)
- Cordaje (misma referencia)

- Escala de sensibilidad 0,1 g.
- Espátula de acero flexible.
- Casos de porcelana.
- Plato de vidrio
- Asador a 110 ° personalizable.
- Agua destilada

### **Procedimiento**

Solo se utiliza la pieza del piso que experimenta el trabajo # 40 (0,42 mm). Continúe incluyendo o evacue el agua como sea esencial y mezcle el ejemplo para adquirir un pegamento semifluido homogéneo hasta la humedad.

Para los residuos y los suelos arenosos con poco contenido de lodo, la prueba se puede completar después de incluir el agua. Para los suelos de tierra será importante mantener el pegamento durante aproximadamente 4 horas en un soporte asegurado. Para las muestras, este tiempo debe ampliarse a por lo menos 15 horas para garantizar una humedad uniforme del ejemplo.

Las pruebas se completan en el centro de investigación y miden la fijación de la muestra y su contenido de humedad, para lo cual se forman pequeñas cámaras de espesor con la muestra. Siguiendo estos métodos, se caracterizan 3 Límites Atterberg:

1. Punto de ruptura del fluido: cuando la muestra pasa de un estado plástico a un estado fluido. Para decidir este punto de confinamiento, se utiliza la cuchara Casagrande.
2. Punto de confinamiento de plástico: cuando la muestra pasa de un estado semi-fuerte a un estado de plástico.

3. Punto de confinamiento de extracción o constricción: cuando la muestra pasa de un estado semi-fuerte a un estado fuerte y se contrae cuando se pierde humedad.

### **2.7.3 Límite de consistencia**

#### **Objetivo:**

- Determinar la sustancia húmeda de una muestra para evaluar su consistencia.
- Determinar el contenido de humedad en el límite plástico
- Analizar la medida del contenido de humedad en el límite de fluido.
- Estudiar la conexión entre lo más lejos posible y lo más lejos posible es el efecto secundario del archivo de flexibilidad.

**Normas que aplican:** ASTM D-4318

#### **Procedimiento**

Dos métodos se adaptan a la disposición de los ejemplos para las pruebas y dos sistemas para afectar en la medida de lo posible:

- Prueba multipunto utilizando un sistema de disposición húmeda.
- Prueba multipunto utilizando una estrategia de preparación en seco.
- Prueba de un punto utilizando un método de planificación húmeda.
- Probar un punto utilizando un método de planificación en seco.

### **2.7.4 Punto más lejano del líquido**

En el punto en que la muestra pasa de un estado semifluido a un estado plástico y se puede conformar. Para decidir este punto de ruptura, se utiliza la cuchara Casagrande.

En este punto máximo, el contenido de humedad (PW) en la película de agua resulta ser espeso hasta el punto de que el acoplamiento disminuye y la masa de

corrientes de suelo por la actividad de la gravedad. Este procedimiento se realiza en la olla y se hace un pegamento de suelo: agua.

- Se filtran 5000 g de suelo (seco al aire), por el trabajo No. 40 al que se realizó el acuartelamiento para tomar una prueba de delegado de 500 gr. en ese punto se dejó sumergir durante 24 horas con el objetivo de que el agua consumiera todos los espacios sin rellenar en la tierra. Cuando la tierra esté empapada, continuar.

- La copa de Casagrande está alineada, verificando que la altura de la máquina en la medida de lo posible sea de 1 cm de altura. Un gr de tierra sumergida en el soporte de porcelana, incluya una cantidad limitada de agua, y mezcle cuidadosamente la muestra para obtener una prueba de sombreado pálido y uniforme ya que estos atributos son marcadores de que el ejemplo se encuentra en un estado razonable para la prueba

- Coloque un ejemplo del pegamento en la taza de Casagrande con la espátula para que tengamos una superficie de 10 mm de espesor.

- Luego se hizo el surco y se giró la llave al registrar la cantidad de golpes importantes para cerrar en una longitud inexacta de 10 mm.

- Se toma un ejemplo para medir la humedad de la descomposición de la muestra en un surco, asegurándose de que se relaciona con la zona donde se cerró la sección y el resto del pegamento se devolvió a la placa de disipación para la siguiente redundancia.

- La sucesión se repite para tres pruebas adicionales con varios hits en algún lugar del rango de 25 y 30, en algún lugar del rango de 20 y 25 y en algún lugar del rango de 15 y 20 individualmente.

### **2.7.5. Límite Plástico**

Eso demuestra la intensidad de la humedad en que la muestra tiene una consistencia plástica, y la lista de liquidez, que demuestra la proximidad del suelo común en la medida de lo posible, son atributos del suelo particularmente valiosos.

- De la pasta dispuesta para la prueba anterior, se tomaron pequeños segmentos formando círculos (alrededor de 6) que se colocaron en la placa de vidrio para comenzar la prueba lo más posible una vez que se terminó la prueba.
- Se tomaron dos círculos y se movieron sobre la placa de vidrio aplicando suficiente tensión para dar forma a una barra en forma de tubo, cuando la distancia a través de la cámara del piso alcanzó 3 mm y aún no se rompió en pequeñas piezas, se forma nuevamente un camino similar hasta el descanso pasa En el caso de que la cámara caiga a una distancia de más de 3 mm, esta condición se puede caracterizar en la medida de lo posible.
- La sustancia húmeda se resuelve en el ejemplo que ha sufrido rotura. El valor adquirido será alcanzado en el punto medio con el que se obtuvo en diferentes reiteraciones.

**Objetivo:**

- Caracterizar la conducción de suelos finos.
- Medir la protección contra la desfiguración de un suelo de grano fino (lodos y residuos), comunicado en su nivel de unión y adhesión.

**2.8 Aspectos éticos**

Debido a problemas morales, no se hizo referencia a los nombres de los propietarios que han comprendido las unidades de investigación de la investigación. Esta información es de la seguridad del analista, además, fue importante exponer los archivos de los educados de acuerdo con cada individuo estudiado, donde aprueban su conocimiento sobre el trabajo analítico como: los objetivos del examen, la utilización que se hará de la información que recopilan. Dar, la estructura en la que se dispersarán los resultados y las cualidades fundamentales para que ellos participen y se establecerán en decisiones educadas cuando estén de acuerdo o no a interesarse en la investigación y se declaren inequívocamente como una copia impresa de su acuerdo de participar, donde no se obtuvo ninguna reacción y se reconoció la realización de revisiones a dichos propietarios. Del mismo modo, antes de supervisar la prueba, se consideró que podían modificar su perspectiva para afirmar que el barrido no coordina sus intereses e inclinaciones y se retira deliberadamente. Del mismo modo, se hizo referencia a los encuestados que, hacia el final del procedimiento de examen, serán educados sobre los efectos posteriores de la investigación.

### III. Resultados

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

El distrito de Ancón, ubicado a 43 Km al norte de Lima, fue creado como un pueblo de pescadores hace 40 siglos por la civilización indígena Ancón -Supe, una de las más antiguas de la costa peruana. El distrito fue creado el 29 de octubre del año 1874. Ubigeo: 150102. Altitud geográfica: 10.m.s.n.m.

*Figura 1. Plano de ubicación Asentamiento Humano Las Gardenias.*



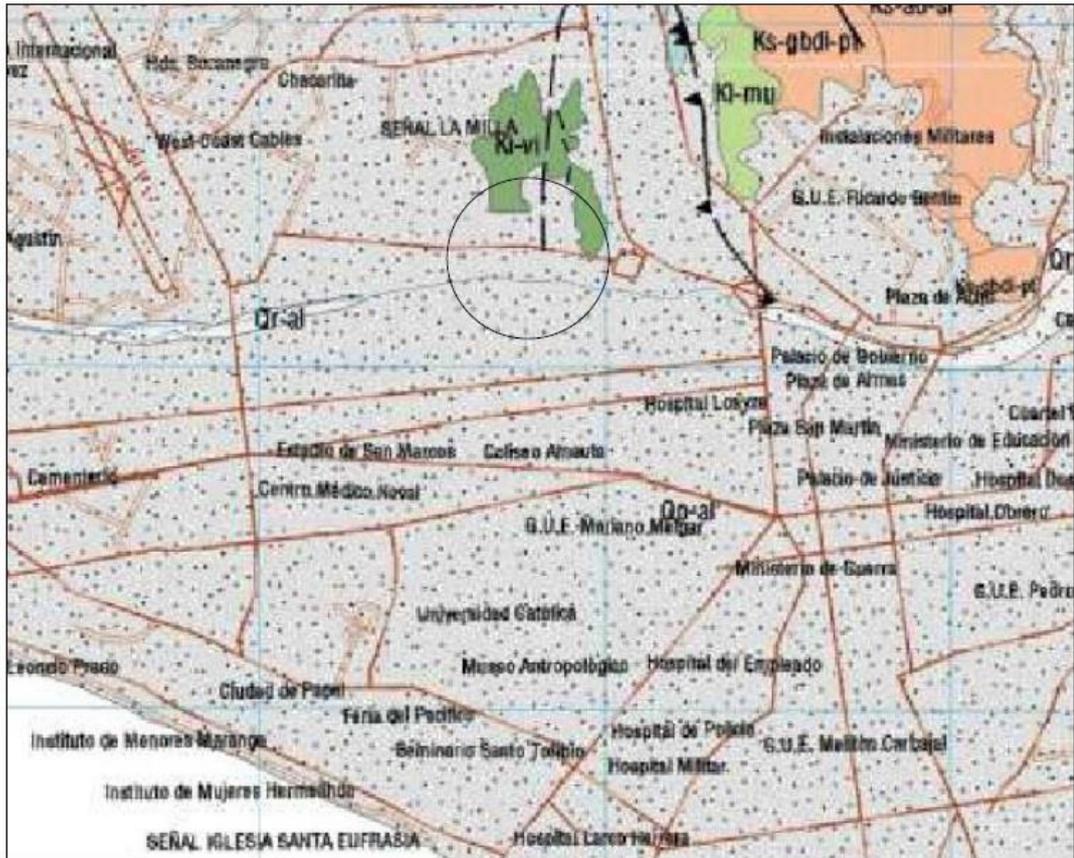
#### 3.2 Condiciones climáticas

El clima de la zona es el típico de la zona costera central, registrándose en Lima las características de templado y húmedo, con lloviznas en los meses de invierno.

#### 3.3 Geología del área de estudio

En el reconocimiento del área de estudio, se ha comprobado que la zona se caracteriza por la conformación de sedimentos de diferente granulometría, suelos finos y arenosos. Tal como indica la zonificación del mapa geológico (25-i, Lima), que comprende esta zona en el abanico fluvio aluvional de Lima, indicando la litoestratigrafía la presencia de materiales de depósitos aluviales pleistocénicos (Qp-al) constituidos por formación del cuaternario.

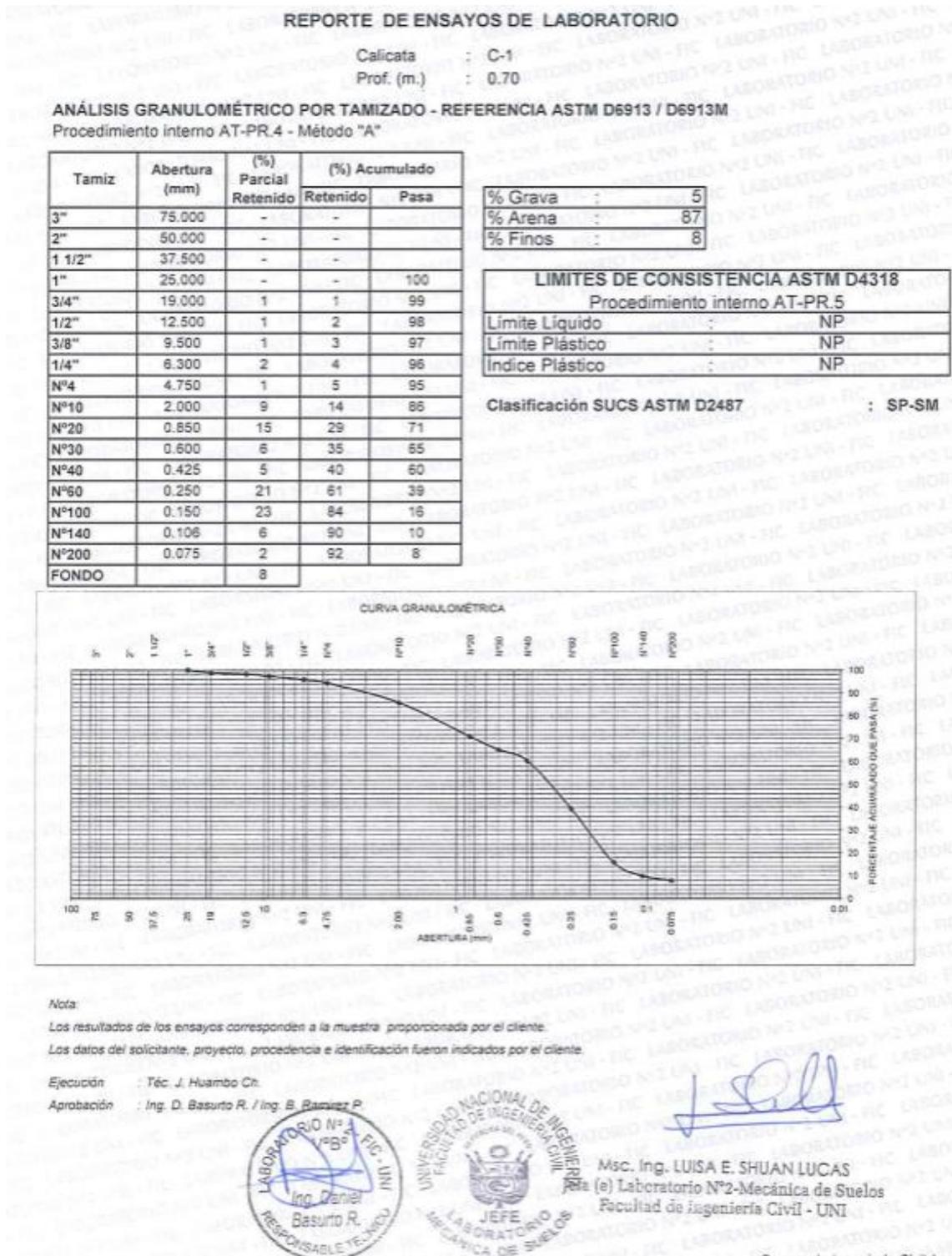
Figura 2: Geología y leyenda de la zona según cuadrángulo 25-i, Lima (INGEMENT)



CRONOESTRATIGRAFIA			LITOESTRATIGRAFIA					
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS			
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos	éolicos	Qr-e	Tiataya Tonalita Granodiorita Tonalita Diorita Granodiorita Granito Santa Rosa Tonalita granodiorita Tonalita diorita Atocongo Adarrelita Jecuján Tonalita Granodiorita Diorita Patap Diorita Xenolítica Diorita Gabrodiorita Andesita	Ks-tgd-t	
				aluviales	Qr-al			Ks-tdi-t
				marinos	Qr-m			
		PLEISTOCENO	Depósitos	éolicos	Qp-e		Ks-tgd-sr	
	aluviales			Qp-al	Ks-tdi-sr			
	marinos			Qp-m				Ks-a-al
TERCIARIO	SUPERIOR	Fm. Huachichilí	Ts-hu	Ks-tgd-d-i				
	INFERIOR	Gpo. Rimac	Ti-ri		Ks-dx-pt			
MESOZOICO	CRETACEO			Volc. Quilmaná			Kms-q	Ks-gbdi-pt
				Gpo. Casma	Ki-ch		Ks-a	
				Fm. Chilca				
				Fm. Atocongo	Ki-at			
				Fm. Pamplona	Ki-pa			
				Grupo Morro Solar	Ki-m			
						Fm. Maravilla		
				Fm. Herradura	Ki-h			
Grupo Puente Piedra	Ki-pl							
		Fm. Puente Inga						

### 3.4 Ensayos realizados

#### Análisis granulométrico por tamizado

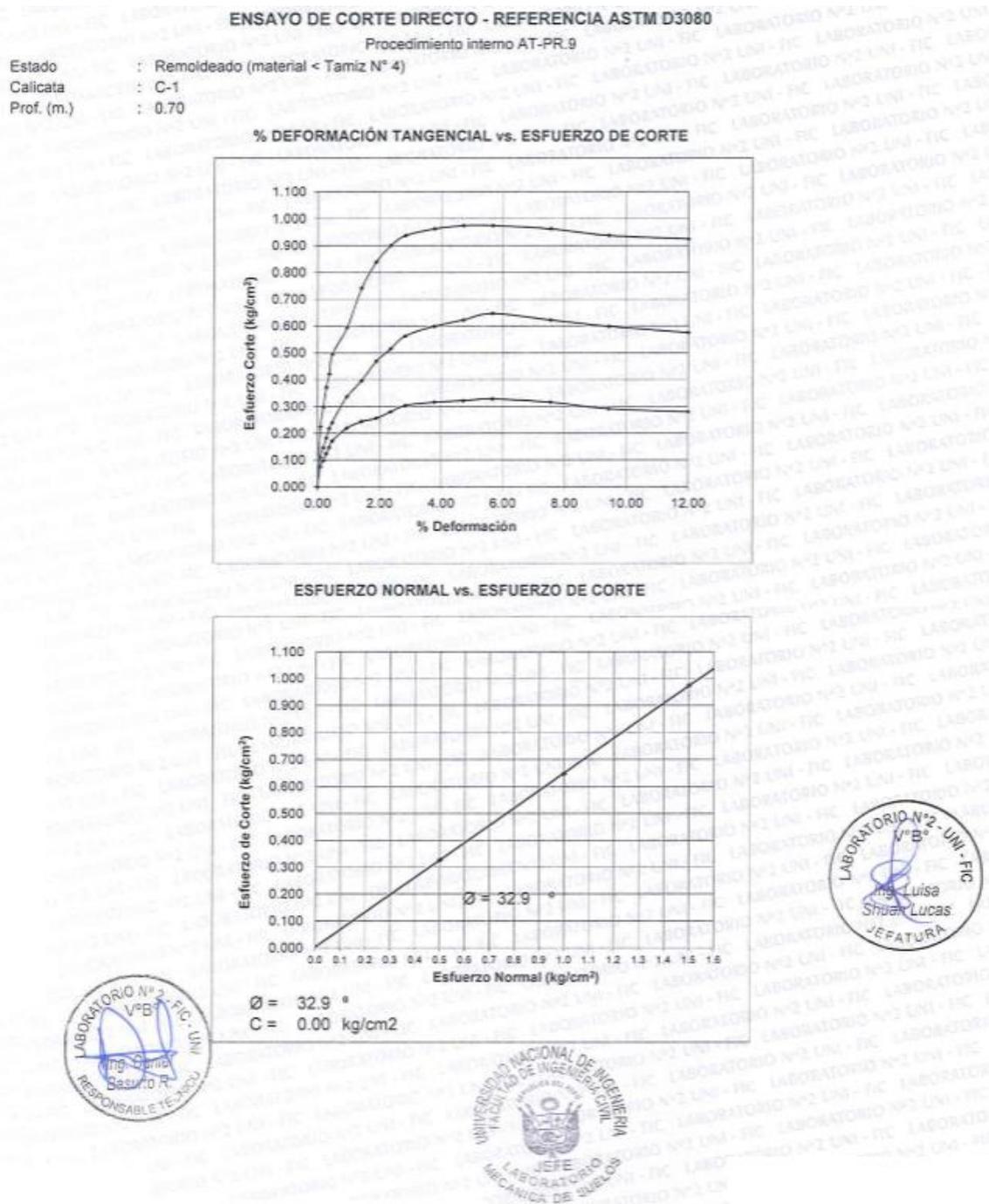


#### Interpretación:

Según los resultados de análisis granulométrico por tamizado ASTM D6913 de la calicata C-1, con Prof. 0.70 m., se logró determinar su clasificación SUCS ASTM D2487 como

SP-SM que es un tipo de suelos denominado “Arena pobremente graduado–Arena limosa”, el cual tiene 5% de grava, 87% de arena, 8% de finos. Tiene como límites de consistencia ASTM D4318, 0% límite líquido, 0% límite plástico y un índice plástico del 0%.

### Ensayo de Corte Directo



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
 Calicata : C-1  
 Prof. (m.) : 0.70

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de la muestra (cm)	2.41	2.41	2.41
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.729	1.729	1.729
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.668	1.668	1.668
Cont. de humedad inicial (%)	3.6	3.6	3.6
<hr/>			
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.34	2.32	2.29
<hr/>			
Altura final de la muestra (cm)	2.33	2.30	2.27
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )	2.041	2.060	2.075
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )	1.719	1.748	1.771
Cont. de humedad final (%)	18.7	17.9	17.2
<hr/>			
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.328	0.647	0.974

Angulo de fricción interna : **32.9 °**  
 Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>) : **0.00**

**Nota:**

Los especímenes se remoldearon con la densidad seca promedio de las densidades máxima - mínima y la humedad natural de la muestra.

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra que fueron proporcionadas por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.  
 Aprobación : Ing. D. Basurto R. / Ing. B. Ramirez P.



*[Handwritten Signature]*  
 Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada

### Interpretación:

Según el ensayo de corte directo, y de acuerdo con los parámetros de Ángulo de fricción 32.9% y Cohesión 0.00 Kg/cm<sup>2</sup> se calculó la capacidad portante del suelo en el área de estudio, determinándose que presenta un suelo bueno, y de acuerdo a la normatividad un suelo es bueno cuando es mayor a 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

## Ensayo de Densidad Máxima y Mínima

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
Prof. (m.) : 0.70

#### MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

#### DENSIDAD MAXIMA NLT-205

Densidad máxima (g/cm<sup>3</sup>) : 1.928

#### DENSIDAD MINIMA NLT-204

Densidad mínima (g/cm<sup>3</sup>) : 1.408

#### Nota:

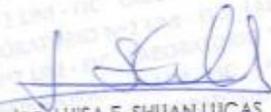
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.

Aprobación : Ing. D. Basurto R. / Ing. B. Ramirez P.



  
Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

### Interpretación:

Según el ensayo para reducir los vacíos del suelo en estado seco o de incipiente humedad, se obtuvo como densidad máxima NLT-205, 1.928 g/cm<sup>2</sup> y densidad mínima NLT-204, 1.408 g/cm<sup>2</sup>, en consecuencia la compacidad relativa según la tabla de denominación de suelos pertenece al rango de 0 a 15, *muy suelta* ya que el contenido de humedad es bajo.

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

SOLICITANTE : Dorcas Quiroz Viera  
 PROYECTO : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
 UBICACIÓN : Distrito de Ancón  
 FECHA : Noviembre de 2019  
 Sondaje : C-01  
 Muestra : M-1  
 Profundidad ( m ) : 0.70  
 Clasificación (S.U.C.S.) : SP-SM  
 Estado : Remoldeado  
 Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.97	2.00	1.96	2.00	1.95	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g <sub>a</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.70	1.67	1.70	1.67	1.72	
Humedad (w)	(%)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		4.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.03	0.03	0.05	0.13	0.07	0.05	0.25	0.06
0.10	0.07	0.07	0.10	0.18	0.09	0.10	0.30	0.08
0.20	0.12	0.12	0.20	0.28	0.14	0.20	0.43	0.11
0.35	0.20	0.20	0.35	0.40	0.20	0.35	0.61	0.15
0.50	0.26	0.26	0.50	0.48	0.24	0.50	0.78	0.20
0.75	0.31	0.31	0.75	0.56	0.28	0.75	0.99	0.25
1.00	0.36	0.36	1.00	0.66	0.33	1.00	1.14	0.29
1.25	0.40	0.40	1.25	0.73	0.37	1.25	1.28	0.32
1.50	0.44	0.44	1.50	0.79	0.40	1.50	1.39	0.35
1.75	0.46	0.46	1.75	0.83	0.42	1.75	1.52	0.38
2.00	0.49	0.49	2.00	0.89	0.45	2.00	1.60	0.40
2.50	0.51	0.51	2.50	0.96	0.48	2.50	1.76	0.44
3.00	0.53	0.53	3.00	1.04	0.52	3.00	1.90	0.48
3.50	0.55	0.55	3.50	1.12	0.56	3.50	2.08	0.52
4.00	0.56	0.56	4.00	1.19	0.60	4.00	2.25	0.56
4.50	0.58	0.58	4.50	1.22	0.61	4.50	2.30	0.58
5.00	0.59	0.59	5.00	1.25	0.63	5.00	2.41	0.60
6.00	0.60	0.60	6.00	1.27	0.64	6.00	2.51	0.63
7.00	0.61	0.61	7.00	1.30	0.65	7.00	2.60	0.65
8.00	0.60	0.60	8.00	1.31	0.66	8.00	2.68	0.67
9.00	0.60	0.60	9.00	1.32	0.66	9.00	2.73	0.68
10.00	0.60	0.60	10.00	1.32	0.66	10.00	2.74	0.69
11.00	0.59	0.59	11.00	1.31	0.66	11.00	2.73	0.68
12.00	0.59	0.59	12.00	1.31	0.66	12.00	2.73	0.68

#### OBSERVACIONES:

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

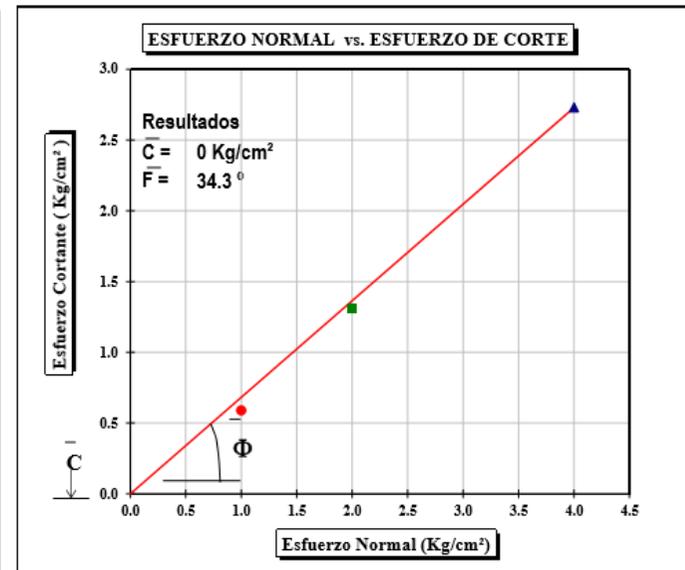
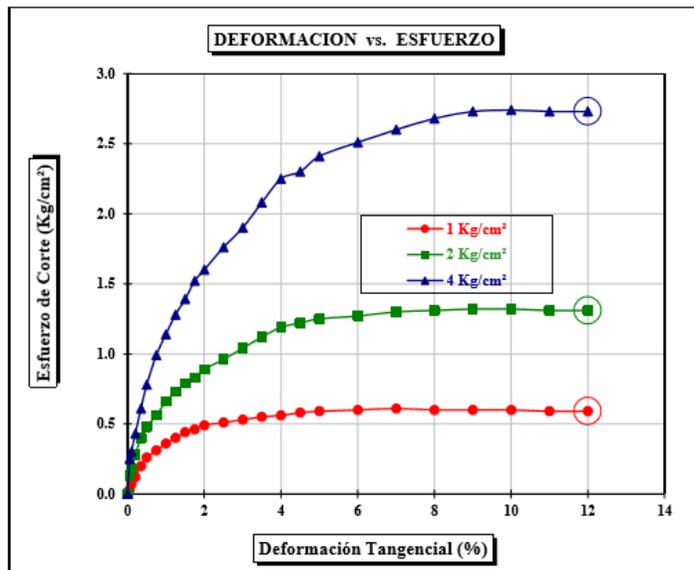
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

SOLICITANTE : Dorcas Quiroz Viera  
 PROYECTO : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
 UBICACIÓN : Distrito de Ancón  
 FECHA : Noviembre de 2019

Sondaje : C-01  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : 0.70  
 Clasificación (SUCS) : SP-SM  
 Estado : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad ( m )** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.94	2.00	1.91	2.00	1.86	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.72	1.67	1.75	1.67	1.80	
Humedad (w)	(%)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		4.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.07	0.05	0.10	0.05	0.05	0.40	0.10
0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.07	0.10	0.48	0.12
0.20	0.17	0.17	0.20	0.17	0.09	0.20	0.63	0.16
0.35	0.23	0.23	0.35	0.26	0.13	0.35	0.81	0.20
0.50	0.26	0.26	0.50	0.33	0.17	0.50	0.89	0.22
0.75	0.36	0.36	0.75	0.46	0.23	0.75	1.09	0.27
1.00	0.40	0.40	1.00	0.60	0.30	1.00	1.22	0.31
1.25	0.46	0.46	1.25	0.73	0.37	1.25	1.36	0.34
1.50	0.50	0.50	1.50	0.83	0.42	1.50	1.55	0.39
1.75	0.53	0.53	1.75	0.93	0.47	1.75	1.72	0.43
2.00	0.56	0.56	2.00	0.98	0.49	2.00	1.85	0.46
2.50	0.60	0.60	2.50	1.09	0.55	2.50	2.08	0.52
3.00	0.65	0.65	3.00	1.19	0.60	3.00	2.28	0.57
3.50	0.68	0.68	3.50	1.26	0.63	3.50	2.45	0.61
4.00	0.68	0.68	4.00	1.30	0.65	4.00	2.51	0.63
4.50	0.69	0.69	4.50	1.34	0.67	4.50	2.58	0.65
5.00	0.69	0.69	5.00	1.36	0.68	5.00	2.65	0.66
6.00	0.68	0.68	6.00	1.37	0.69	6.00	2.71	0.68
7.00	0.67	0.67	7.00	1.37	0.69	7.00	2.78	0.70
8.00	0.66	0.66	8.00	1.36	0.68	8.00	2.83	0.71
9.00	0.66	0.66	9.00	1.36	0.68	9.00	2.84	0.71
10.00	0.65	0.65	10.00	1.35	0.68	10.00	2.85	0.71
11.00	0.65	0.65	11.00	1.35	0.68	11.00	2.84	0.71
12.00	0.65	0.65	12.00	1.35	0.68	12.00	2.83	0.71

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

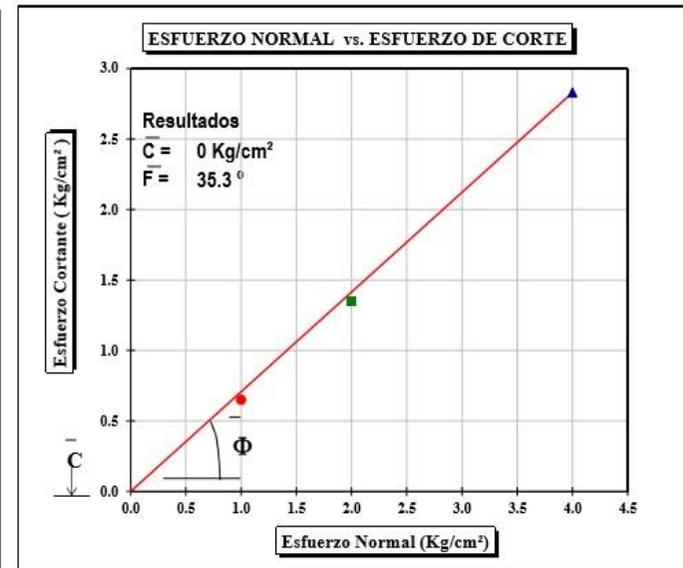
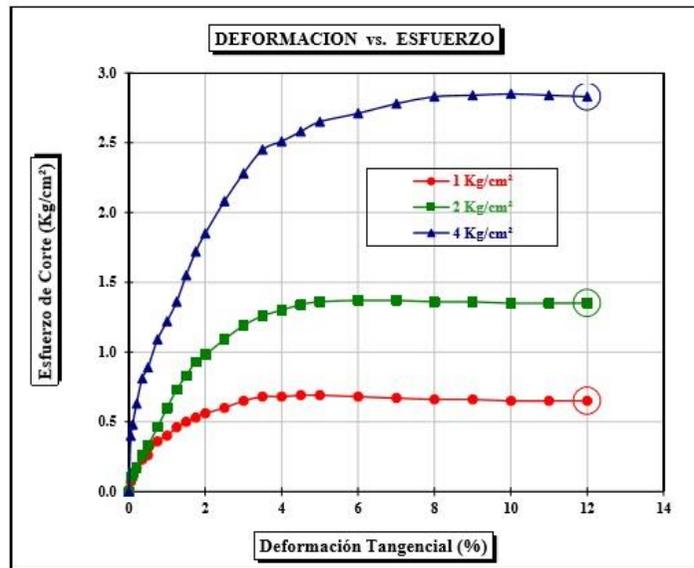
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica + 3% de cemento

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio  
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica + 3% de cemento

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

SOLICITANTE : Dorcas Quiroz Viera  
 PROYECTO : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
 UBICACIÓN : Distrito de Ancón  
 FECHA : Noviembre de 2019  
 Sondaje : C-01  
 Muestra : M-1  
 Profundidad ( m ) : 0.70  
 Clasificación (S.U.C.S.) : SP-SM  
 Estado : Remoldeado  
 Veloc. de ensayo (mm/min) : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2,00	1,93	2,00	1,91	2,00	1,82	
Diámetro (f)	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Densidad Seca (g <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,73	1,67	1,75	1,67	1,84	
Humedad (w)	(%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,07	0,04	0,05	0,48	0,12
0,10	0,08	0,08	0,10	0,20	0,10	0,10	0,73	0,18
0,20	0,14	0,14	0,20	0,32	0,16	0,20	0,84	0,21
0,35	0,18	0,18	0,35	0,44	0,22	0,35	0,99	0,25
0,50	0,22	0,22	0,50	0,54	0,27	0,50	1,07	0,27
0,75	0,27	0,27	0,75	0,64	0,32	0,75	1,19	0,30
1,00	0,32	0,32	1,00	0,70	0,35	1,00	1,34	0,33
1,25	0,33	0,33	1,25	0,77	0,38	1,25	1,47	0,37
1,50	0,35	0,35	1,50	0,81	0,40	1,50	1,53	0,38
1,75	0,37	0,37	1,75	0,88	0,44	1,75	1,61	0,40
2,00	0,39	0,39	2,00	0,91	0,45	2,00	1,69	0,42
2,50	0,42	0,42	2,50	1,03	0,52	2,50	1,86	0,46
3,00	0,45	0,45	3,00	1,08	0,54	3,00	1,99	0,50
3,50	0,48	0,48	3,50	1,14	0,57	3,50	2,10	0,53
4,00	0,50	0,50	4,00	1,18	0,59	4,00	2,21	0,55
4,50	0,54	0,54	4,50	1,21	0,61	4,50	2,30	0,58
5,00	0,56	0,56	5,00	1,23	0,62	5,00	2,45	0,61
6,00	0,58	0,58	6,00	1,24	0,62	6,00	2,56	0,64
7,00	0,59	0,59	7,00	1,28	0,64	7,00	2,71	0,68
8,00	0,59	0,59	8,00	1,29	0,64	8,00	2,77	0,69
9,00	0,59	0,59	9,00	1,29	0,64	9,00	2,79	0,70
10,00	0,59	0,59	10,00	1,29	0,64	10,00	2,81	0,70
11,00	0,58	0,58	11,00	1,28	0,64	11,00	2,80	0,70
12,00	0,58	0,58	12,00	1,28	0,64	12,00	2,80	0,70

#### OBSERVACIONES:

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

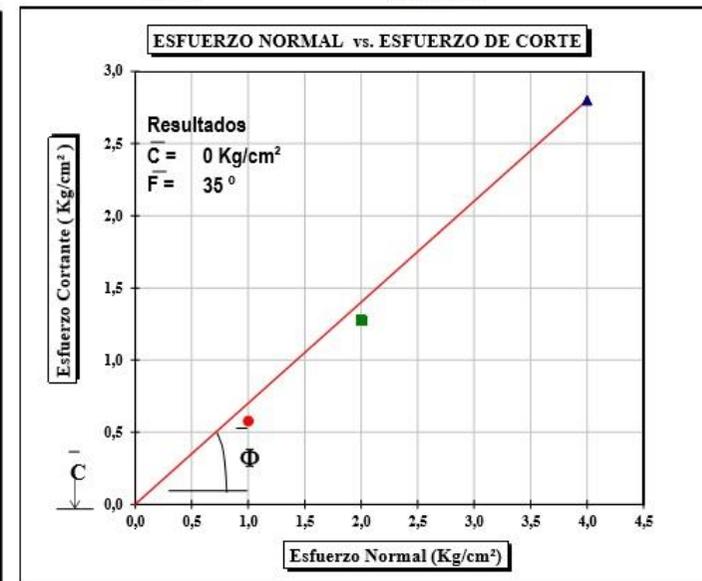
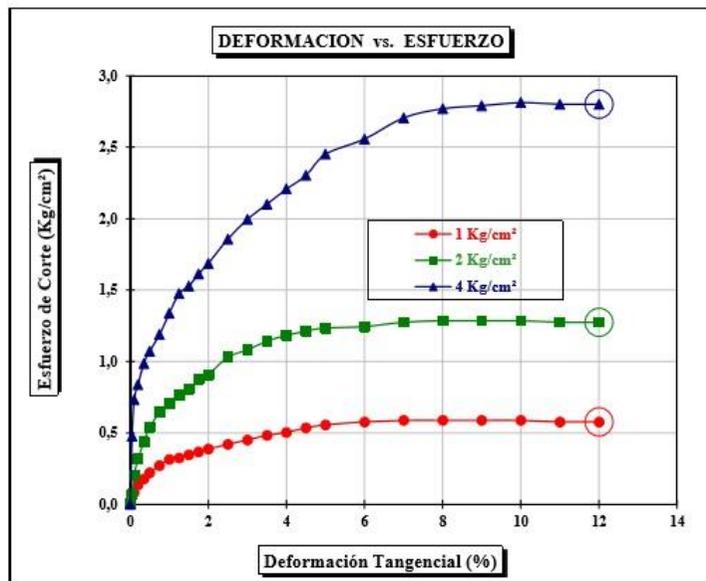
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad ( m )** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2,00	1,96	2,00	1,93	2,00	1,93	
Diámetro (f)	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Densidad Seca (g <sub>s</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,70	1,67	1,74	1,67	1,73	
Humedad (w)	(%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,20	0,10	0,05	0,29	0,07
0,10	0,12	0,12	0,10	0,26	0,13	0,10	0,42	0,10
0,20	0,18	0,18	0,20	0,35	0,18	0,20	0,54	0,14
0,35	0,23	0,23	0,35	0,51	0,26	0,35	0,70	0,18
0,50	0,28	0,28	0,50	0,61	0,31	0,50	0,81	0,20
0,75	0,35	0,35	0,75	0,79	0,40	0,75	1,05	0,26
1,00	0,38	0,38	1,00	0,93	0,47	1,00	1,24	0,31
1,25	0,43	0,43	1,25	1,01	0,51	1,25	1,44	0,36
1,50	0,46	0,46	1,50	1,12	0,56	1,50	1,63	0,41
1,75	0,50	0,50	1,75	1,22	0,61	1,75	1,77	0,44
2,00	0,53	0,53	2,00	1,36	0,68	2,00	2,09	0,52
2,50	0,56	0,56	2,50	1,54	0,77	2,50	2,27	0,57
3,00	0,60	0,60	3,00	1,63	0,82	3,00	2,40	0,60
3,50	0,62	0,62	3,50	1,66	0,83	3,50	2,53	0,63
4,00	0,64	0,64	4,00	1,70	0,85	4,00	2,63	0,66
4,50	0,66	0,66	4,50	1,68	0,84	4,50	2,70	0,68
5,00	0,68	0,68	5,00	1,66	0,83	5,00	2,79	0,70
6,00	0,69	0,69	6,00	1,64	0,82	6,00	2,89	0,72
7,00	0,72	0,72	7,00	1,61	0,81	7,00	2,93	0,73
8,00	0,73	0,73	8,00	1,59	0,80	8,00	2,95	0,74
9,00	0,74	0,74	9,00	1,57	0,79	9,00	2,95	0,74
10,00	0,74	0,74	10,00	1,55	0,78	10,00	2,96	0,74
11,00	0,74	0,74	11,00	1,54	0,77	11,00	2,97	0,74
12,00	0,74	0,74	12,00	1,53	0,77	12,00	2,98	0,74

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

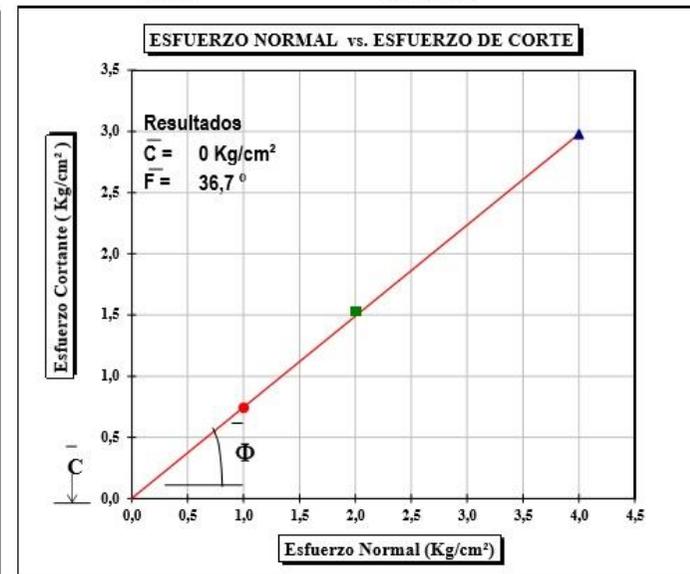
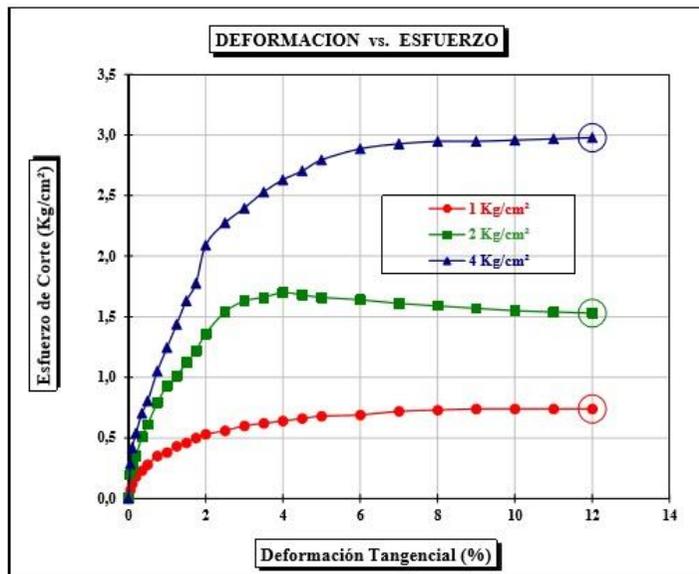
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica + 3% de cemento

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica + 3% de cemento

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CARDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad ( m )** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2,00	1,96	2,00	1,91	2,00	1,88	
Diámetro (f)	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Densidad Seca (g <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,71	1,67	1,75	1,67	1,78	
Humedad (W)	(%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,27	0,13	0,05	0,30	0,08
0,10	0,10	0,10	0,10	0,31	0,15	0,10	0,33	0,08
0,20	0,14	0,14	0,20	0,41	0,20	0,20	0,46	0,12
0,35	0,20	0,20	0,35	0,54	0,27	0,35	0,60	0,15
0,50	0,23	0,23	0,50	0,62	0,31	0,50	0,68	0,17
0,75	0,30	0,30	0,75	0,74	0,37	0,75	0,83	0,21
1,00	0,36	0,36	1,00	0,85	0,42	1,00	1,03	0,26
1,25	0,42	0,42	1,25	0,95	0,47	1,25	1,19	0,30
1,50	0,46	0,46	1,50	0,99	0,49	1,50	1,32	0,33
1,75	0,50	0,50	1,75	1,05	0,53	1,75	1,46	0,37
2,00	0,53	0,53	2,00	1,11	0,56	2,00	1,57	0,39
2,50	0,59	0,59	2,50	1,18	0,59	2,50	1,79	0,45
3,00	0,63	0,63	3,00	1,23	0,62	3,00	1,95	0,49
3,50	0,66	0,66	3,50	1,26	0,63	3,50	2,15	0,54
4,00	0,68	0,68	4,00	1,30	0,65	4,00	2,35	0,59
4,50	0,69	0,69	4,50	1,32	0,66	4,50	2,48	0,62
5,00	0,69	0,69	5,00	1,33	0,66	5,00	2,58	0,65
6,00	0,69	0,69	6,00	1,35	0,67	6,00	2,71	0,68
7,00	0,68	0,68	7,00	1,35	0,67	7,00	2,84	0,71
8,00	0,68	0,68	8,00	1,34	0,67	8,00	2,97	0,74
9,00	0,67	0,67	9,00	1,34	0,67	9,00	2,98	0,75
10,00	0,66	0,66	10,00	1,33	0,66	10,00	2,98	0,75
11,00	0,66	0,66	11,00	1,33	0,66	11,00	2,97	0,74
12,00	0,66	0,66	12,00	1,33	0,66	12,00	2,97	0,74

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

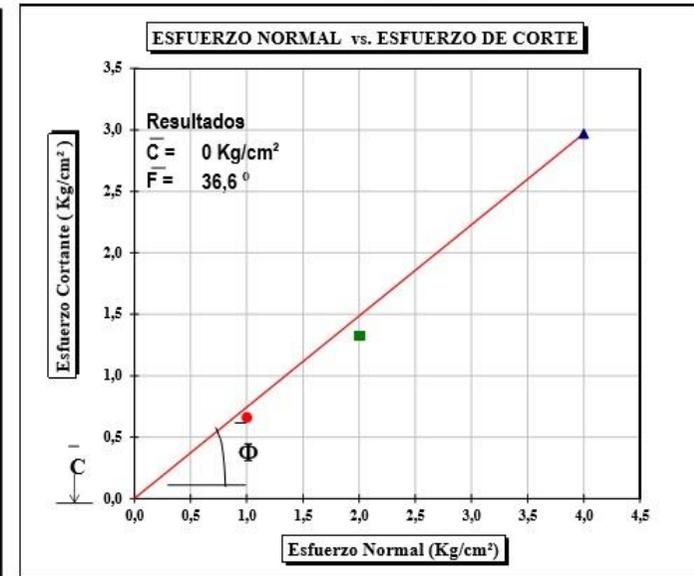
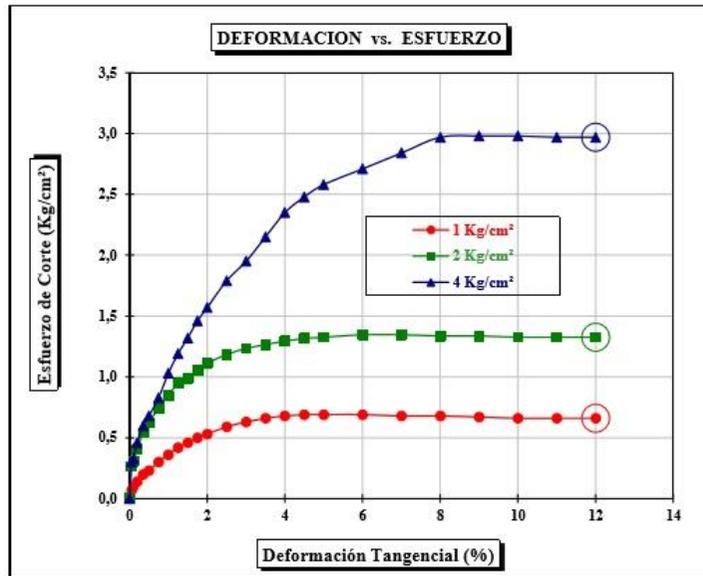
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio  
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica

*Américo Tomás Guerrero Cardenas*  
AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CARDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03			
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
Altura (h) (cm)	2,00	1,97	2,00	1,93	2,00	1,91		
Diámetro (f) (cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		
Densidad Seca (g <sub>d</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,70	1,67	1,74	1,67	1,75		
Humedad (w) (%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60		
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00			
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,40	0,20	0,05	0,81	0,20
0,10	0,08	0,08	0,10	0,54	0,27	0,10	1,07	0,27
0,20	0,14	0,14	0,20	0,66	0,33	0,20	1,34	0,33
0,35	0,21	0,21	0,35	0,77	0,38	0,35	1,61	0,40
0,50	0,27	0,27	0,50	0,87	0,44	0,50	1,86	0,47
0,75	0,35	0,35	0,75	1,01	0,50	0,75	1,98	0,50
1,00	0,41	0,41	1,00	1,09	0,55	1,00	2,15	0,54
1,25	0,45	0,45	1,25	1,18	0,59	1,25	2,23	0,56
1,50	0,48	0,48	1,50	1,23	0,61	1,50	2,28	0,57
1,75	0,51	0,51	1,75	1,28	0,64	1,75	2,36	0,59
2,00	0,54	0,54	2,00	1,35	0,68	2,00	2,39	0,60
2,50	0,55	0,55	2,50	1,45	0,72	2,50	2,52	0,63
3,00	0,56	0,56	3,00	1,54	0,77	3,00	2,68	0,67
3,50	0,57	0,57	3,50	1,62	0,81	3,50	2,86	0,72
4,00	0,58	0,58	4,00	1,67	0,83	4,00	2,97	0,74
4,50	0,59	0,59	4,50	1,65	0,82	4,50	3,06	0,77
5,00	0,60	0,60	5,00	1,64	0,82	5,00	3,08	0,77
6,00	0,61	0,61	6,00	1,63	0,81	6,00	3,14	0,79
7,00	0,62	0,62	7,00	1,61	0,80	7,00	3,21	0,80
8,00	0,63	0,63	8,00	1,60	0,80	8,00	3,21	0,80
9,00	0,63	0,63	9,00	1,60	0,80	9,00	3,20	0,80
10,00	0,63	0,63	10,00	1,59	0,79	10,00	3,18	0,80
11,00	0,64	0,64	11,00	1,59	0,79	11,00	3,18	0,80
12,00	0,64	0,64	12,00	1,59	0,79	12,00	3,18	0,80

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

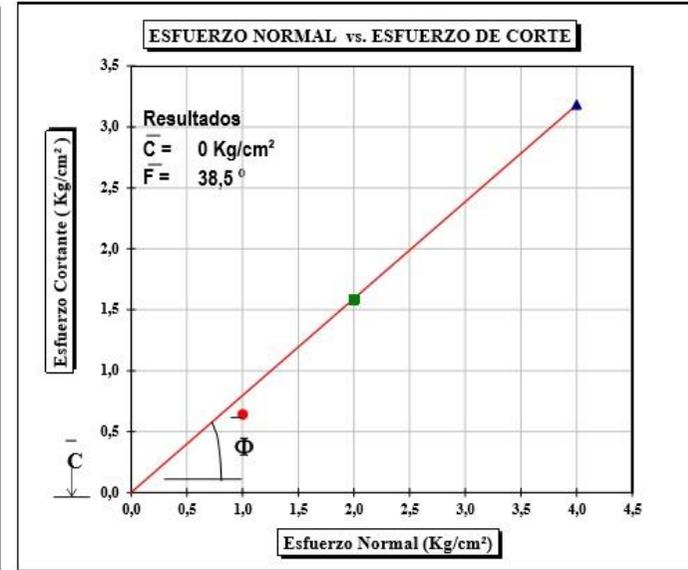
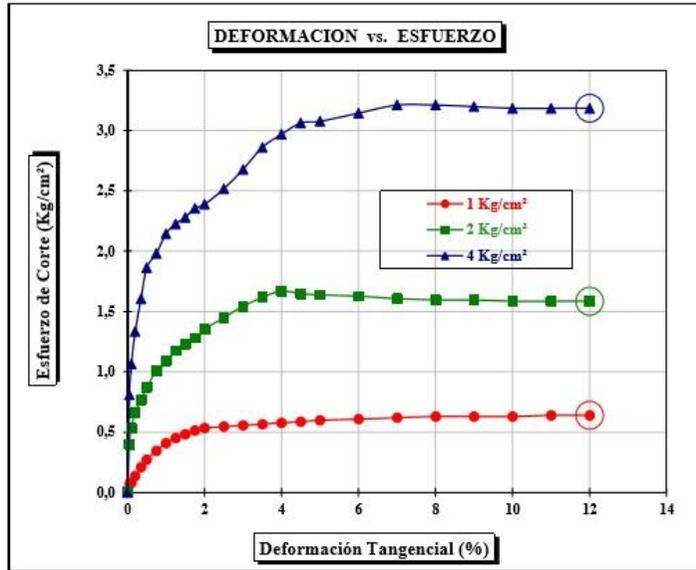
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica + 3% de cemento

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica + 3% de cemento

*Américo Tomás Guerrero Cardenas*  
AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CARDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

**Interpretación:**

Conforme se aprecia de los ensayos de laboratorio realizados en tres especímenes al suelo natural, adicionando 7%, 14% y 21% de cenizas de carbón tuvieron mejor su comportamiento, asimismo al adicionar 3% de cemento aumentó su comportamiento.

#### **IV. Discusión**

En la presente investigación, al realizar los ensayos de laboratorio se obtuvo como resultado, que estos suelos tienen su clasificación SUCS ASTM D2487 como SP-SM, Arena pobremente graduado–Arena limosa, y conforme el ensayo de corte directo se presenta como un suelo bueno, en consecuencia al adicionarle cenizas de carbón en diferentes porcentajes 7%, 14% y 21% mejoró su comportamiento y aumentó más adicionando cemento (3%). Debemos considerar además lo que indica la teoría “Las cenizas encontradas en el suelo concentradas en un 25% resultan con mucho beneficio, que afectan su característica granulométrica, modificando las cantidad porcentuales de la arcilla que tienen el suelo alcanzando reducir tanto el índice plástico como el límite líquido que tiene el suelo, para la estabilidad de suelos arenosos”.

Con estos resultados obtenidos puedo establecer la coincidencia con los resultados obtenidos en la investigación de Huancoillo (2017) quien señala en su trabajo de investigación sobre “mejorar el suelo arcilloso con ceniza volante y cal usando como pavimento en el nivel de afirmado para la carretera Huancané-Chupa, Puno”, quien pudo determinar las propiedades mecánicas del suelo que se estabiliza por medio de la utilización de la ceniza volante, que conforma la parte de base en la vía no pavimentada esto es el desvío Huancané-Chupa, con los ensayos de las diferentes dosificaciones se pudo mejorar los parámetros.

Asimismo, guarda coincidencia con el trabajo de investigación de Falen y Cubas, (2016), sobre “evaluación de aplicar cenizas de carbón, en la estabilización de los suelos arcillosos y arenosos por medio de la activación alcalina para vía sin pavimentar”, determinaron en base a sus resultados para evaluar las cenizas de carbón que lograr estabilizar suelos por medio de la activación alcalina, determinaron que las cenizas de carbón resultan ser las que reaccionan mejor al obtener un tratamiento de los suelos arcillosos y arenosos, en cuanto a contener alto óxido de silicio. Podemos encontrar coincidencia con el artículo científico por parte de W. Perez y L. Behak (2015), “la caracterización de un material formado por cal, ceniza de cáscara de arroz y suelo arenoso, exponencialmente necesario para ser usado en trabajos de pavimentación”, alcanzaron un aporte significativo para determinar la caracterización de un material formado por cal, ceniza de cáscara de arroz y suelo arenoso, exponencialmente necesario para ser usado en trabajos de pavimentación. Es el caso, además con la investigación de Duran, (2017) sobre “*Estabilizar suelos arcillosos con la aplicación de ceniza de madera*”

*de fondo*”, llegó a concluir que al adicionar ceniza de fondo relacionado con el suelo arcilloso, se ve disminuido su índice plástico la prueba que determine el límite de consistencia para incrementar su gravedad que es específica en los sólidos, logrando el beneficio de las propiedades físicas que tiene el suelo.

Asimismo, se pudo obtener como resultados dentro de la investigación, con las pruebas de laboratorio que el suelo del área de estudio presenta 5% de grava, 87% de arena, 8% de finos, con límites de consistencia, 0% límite líquido, 0% límite plástico y un índice plástico del 0%, en cuanto al ensayo para reducir los vacíos del suelo en estado seco o de incipiente humedad, se obtuvo como densidad máxima NLT-205, 1.928 g/cm<sup>2</sup> y densidad mínima NLT-204, 1.408 g/cm<sup>2</sup>, en consecuencia la compacidad relativa según la tabla de denominación de suelos pertenece al rango de 0 a 15, *muy suelta* ya que el contenido de humedad es bajo y finalmente en cuanto a la resistencia, se llegó al resultado con los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, ensayo de corte directo para tres especímenes, de diferentes adiciones 7%, 14% y 21%, con lo cuales se puede obtener en los suelos mejor resistencia de los suelos del área de estudio. Tenemos cierta coincidencia con la investigación realizada por Falen y Cubas (2016), sobre “evaluación de aplicar cenizas de carbón, en la estabilización de los suelos arcillosos y arenosos por medio de la activación alcalina para vía sin pavimentar”, llegaron a la conclusión que las cenizas de carbón resultan ser aquellas obtienen más reacción en cuanto al tratar suelos arcillosos y arenosos, debido al contenido alto del óxido de silicio, los cuales se encuentran relacionados con el producir cerámicos que tengan porcentajes con formas cementantes útiles para favorecer tal estabilización. Estos resultados presentan coincidencia con Duran, (2017) en su investigación “*Estabilizar suelos arcillosos con la aplicación de ceniza de madera de fondo*”, concluye que de la combinación ceniza-arcilla conforme a la prueba de consolidación unidimensional con el curado a 7 días, alcanza disminuir la deformación que sufre el suelo así como incrementar su esfuerzo correspondiente a la preconsolidación, generando la mejora del asentamiento de suelo, logrando aumentarla resistencia.

## V. Conclusiones

Teniendo como referencia los resultados obtenidos se puede concluir que:

Primero.- En las dosis de aplicar cenizas de carbón 7%, 14% y 21% a los suelos arenosos en Ancón, se puede concluir se mejora la estabilidad de estos suelos, más aun adicionando cemento en un 3%.

Segundo.- Al practicar el análisis granulométrico de la calicata C-1 con Prof. 070 m, se determinó que su clasificación de suelo es SP-SM “arena pobremente graduado-arena limosa”, con 5% de grava, 87% de arena y 8% de finos.

Tercero.- Mediante el ensayo de densidad máxima y mínima, se pudo determinar que los suelos arenosos de Ancón tienen una densidad máxima  $1.928 \text{ g/cm}^3$  y densidad mínima  $1.408 \text{ g/cm}^3$ , perteneciendo al rango de 0 a 15, *muy suelta* ya que el contenido de humedad es bajo.

Cuarto.- Asimismo se concluye que los suelos arenoso en Ancón, al aplicarles cenizas de carbón en cantidades de 7%,14% y 21%, presentan mejor comportamiento, aumentando dicha característica al adicionar 3% de cemento.

## **VI. Recomendaciones**

- En base a lo desarrollado en la presente investigación debo recomendar que en la realización de pruebas de laboratorio estas deben cumplir los estándares internacionales como ASTM y AASHTO, a fin de obtener resultados fiables y óptimos.
- Asimismo, se conveniente que se lleve a cabo hasta 3 veces la realización de la misma prueba de laboratorio a fin de que se obtenga más resultados que puedan compararse.
- Es recomendable que las muestras que se extraigan del suelo en las pruebas de laboratorio, dicha muestra estén totalmente secas.
- Se recomienda el uso de cementos antisalitre por su alto contenido de álcalis y de aluminatos (C3A), previo al relleno con carbón.
- Es recomendable tratar al menos siete días el curado en temperaturas de 20 a 30 grados, a fin de obtener la resistencia como en la presente investigación.

## Referencias

- Chen, R., Wu, L., Zhu, B., & Kong, D. (2019). Numerical modelling of pipe-soil interaction for marine pipelines in sandy seabed subjected to wave loadings. *Applied Ocean Research*, 88, 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2019.04.021>
- Rosales Lecca, J. G. (2019). Resistencia a la deformación de una mezcla asfáltica en caliente con adición de un 10% por cenizas de carbón mineral.
- Hu, X., He, C., Peng, Z., & Yang, W. (2019). Analysis of ground settlement induced by Earth pressure balance shield tunneling in sandy soils with different water contents. *Sustainable Cities and Society*, 45, 296–306. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.038>
- Vargas, G., Verdejo, J., Rivera, A., Suarez, D., Youlton, C., Celis-Diez, J. L., ... Neaman, A. (2019). The effect of four calcium-based amendments on soil aggregate stability of two sandy topsoils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, (2), 159. <https://doi.org/10.1002/jpln.201700562>
- Chen, Y., Withanage, K. R., Uchimura, T., Mao, W., & Nie, W. (2019). Shear deformation and failure of unsaturated sandy soils in surface layers of slopes during rainwater infiltration. *Measurement*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107001>
- Dai, H., Chen, Y., Liu, K., Li, Z., Qian, X., Zang, H., ... Sui, P. (2019). Water-stable aggregates and carbon accumulation in barren sandy soil depend on organic amendment method: A three-year field study. *Journal of Cleaner Production*, 212, 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.013>
- Terrones Cruz, A. T. (2019). Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo–2018.
- Colín-Urieta, S., Carrillo-Parra, A., Rutiaga-Quiñones, J. G., López-Albarran, P., Gabriel-Parra, R., & Corral-Rivas, J. J. (2019). Assessing the Natural Durability of Different Tropical Timbers in Soil-Bed Tests. *Maderas: Ciencia y Tecnología*, 21(2), 231–238. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2019005000210>

- Hu, J., Jia, L., Wang, W., Wei, H., & Du, J. (2018). Engineering Characteristics and Reinforcement Approaches of Organic Sandy Soil. *Advances in Civil Engineering*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/7203907>
- Ercoli, M., Di Matteo, L., Pauselli, C., Mancinelli, P., Frapiccini, S., Talegalli, L., & Cannata, A. (2018). Integrated GPR and laboratory water content measures of sandy soils: From laboratory to field scale. *Construction and Building Materials*, 159, 734–744. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.082>
- Pituello, C., Dal Ferro, N., Francioso, O., Simonetti, G., Berti, A., Piccoli, I., ... Morari, F. (2018). Effects of biochar on the dynamics of aggregate stability in clay and sandy loam soils. *European Journal of Soil Science*, (5), 827. <https://doi.org/10.1111/ejss.12676>
- Shaheen, A., & Turaib Ali Bukhari, S. (2018). Potential of sawdust and corn cobs derived biochar to improve soil aggregate stability, water retention, and crop yield of degraded sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*, (20), 2673. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=vdc.100075640879.0x000001&lang=es&site=eds-live>
- Junfu Lu, Di Li, Xiaoqiang Xue, & Shenlin Ling. (2018). Macro-Micromechanical Properties of Sandy Pebble Soil of Different Coarse-Grained Content. *Earth Sciences Research Journal*, 22(1), 65–71. <https://doi.org/10.15446/esrj.v22n1.66105>
- Cámara Peruana de la Construcción (2018). Informe Económico de la Construcción – Marzo 2018. (Editora Perú, 2018)
- Hu, J., Chen, Q., & Liu, H. (2018). Relationship between earthquake-induced uplift of rectangular underground structures and the excess pore water pressure ratio in saturated sandy soils. *Tunnelling and Underground Space Technology Incorporating Trenchless Technology Research*, 79, 35–51. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.04.039>
- Rojas, A. S., Andrade, H. J., Segura, M., & Milena, A. (2018). SOILS IN HIGH-LAND LANDSCAPES OF SANTA ISABEL (TOLIMA, COLOMBIA), ARE THEY A CARBON SINK?. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 51-59.
- Editora Perú (2018). Producción nacional creció 4.29% en el primer semestre del 2018. Recuperado de: <https://andina.pe/agencia/noticia-produccion-nacionalcrecio-429-primer-semestre-2018-721026.aspx>.

- Mamani Barriga, L. E., & Yataco Quispe, A. J. (2017). Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho.
- Macholdt, J., & Honermeier, B. (2017). Impact of highly varying seeding densities on grain yield and yield stability of winter rye cultivars under the influence of delayed sowing under sandy soil conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, (14), 1977. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=vdc.100049249041.0x000001&lang=es&site=eds-live>
- Almajmaie, A., Hardie, M., Doyle, R., Birch, C., & Acuna, T. (2017). Influence of soil properties on the aggregate stability of cultivated sandy clay loams. *JOURNAL OF SOILS AND SEDIMENTS*, (3), 800. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=RN382807776&lang=es&site=eds-live>
- Bernatek-Jakiel, A., Vannoppen, W., & Poesen, J. (2017). Assessment of grass root effects on soil piping in sandy soils using the pinhole test. *Geomorphology*, 295, 563–571. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.08.027>
- Zurita Flores, D. J. (2017). *Determinación de los factores que influyen en los mecanismos de fijación de carbono en suelos de alta montaña (Papallacta Ecuador)* (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017).
- Llamoga, L. (2017). Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Norabuena, F. (2017). Resistencia de un suelo arcilloso sustituido al 6% por ceniza de bagazo de caña de azúcar en Huanroc – Macate. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.
- Huancoillo Pilamunga, C. L. (2017). Tesis “*Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno*”, Universidad Nacional del Altiplano.
- Bai, Y., Xu, W., Ruan, W., & Tang, J. (2017). On-bottom stability of subsea lightweight pipeline (LWP) on sand soil surface. *Ships & Offshore Structures*, 12(7), 954–962. <https://doi.org/10.1080/17445302.2014.962249>

- Duran, P., (2017). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*, Universidad San Martín de Porres.
- Cañar, Z., (2017). Tesis “*Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*”. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Schulze, M., Mumme, J., Funke, A., & Kern, J. (2016). Effects of selected process conditions on the stability of hydrochar in low-carbon sandy soil. *GEODERMA*, 137. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbl&AN=RN374557109&lang=es&site=eds-live>
- Cubas Reyes A. & Falen Vinicio, C. (2016). Tesis “*Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas*”, Universidad Señor de Sipán.
- Dunn, M. (2016). *Contaminated Soils : Sources, Properties and Impacts*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1356711&lang=es&site=eds-live>
- Castán, E., Satti, P., González-Polo, M., Iglesias, M. C., & Mazzarino, M. J. (2016). Managing the value of composts as organic amendments and fertilizers in sandy soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 224, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.016>
- Caamaño, I. (2016). Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente. (Tesis para obtener el título de Especialista en Pavimentos). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Pérez, P. & Collantes Ortega, M. (2015). Tesis, “*Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub-rasante mejorada y/o sub base de pavimentos*”, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Morales, M., (2015). Tesis *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante uso en vías no pavimentadas*”, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

- L. Behak y W. Pérez (2015), Artículo científico “*Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación*”, Bogotá.
- Muñoz, J., (2014) tesis “*Caracterización y acondicionamiento de cenizas para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas*”, Universidad Central del Ecuador
- Pérez, A., (2014). Tesis “*Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o subbase de pavimentos*”, Universidad Nacional de Ingeniería.
- D. Méndez y J. Camacho y O. Reyes y C. Mayorga, (2014) Artículo científico “*Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas*”, Bogotá.
- ASTM D4767-11. (2011). ASTM International. Recuperado el 27 de 12 de 2016, de Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils: <http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D4767-11>

## **ANEXOS**

### Anexo N° 01: Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Cenizas de carbón</b>	“Las cenizas de carbón son similares a conglomerantes puzolánicos, pero con resultados muy poco favorables en comparación a la utilización del cemento y cal, se necesita la adición de agua y presencia de un catalizador o activante como la cal en proporciones mínimas, en esta clasificación se encuentran algunos tipos de cenizas que se diferencian de acuerdo a la planta de extracción”. (Kraemer y Pardillo, 2016, p. 232)	Las cenizas de carbón serán evaluadas por sus propiedades físicas, propiedades mecánicas y propiedades químicas; con sus indicadores, finura, tamaño, peso; plasticidad, dureza, ductilidad; contenido de humedad, reacción en agua y pérdida por ignición. Medibles con las fichas técnicas los ensayos de laboratorio.	Propiedades físicas	- Finura - Tamaño - Peso	Fichas técnicas
			Propiedades mecánicas	- Plasticidad - Dureza - Ductilidad	Fichas técnicas
			Propiedades químicas	- Contenido de humedad - Reacción en agua - Pérdida por ignición	Fichas técnicas
<b>Suelos arenosos</b>	“Los suelos arenosos provienen de la erosión de rocas, de minas, depositados en el interior de la tierra de color azul, gris y rosa, las arenas provenientes de la playa requieren un tratamiento especial para su estudio ya que poseen proporciones de sales y materia orgánica, existen también suelos arenosos de origen volcánico se los puede encontrar en zonas aledañas a los volcanes su color es negro”, (Ruano, 2015, p. 42)	Los suelos arenosos serán evaluados mediante la textura del suelo, niveles de humedad y la resistencia; con sus indicadores fina, gruesa; saturación, capacidad de campo, punto de marchitez; cargas estáticas, cargas dinámicas. La medición se realizará con fichas de recopilación de datos y los ensayos de laboratorio.	Textura del suelo	Fina Gruesa	Ensayos de suelos
			Niveles de humedad	Saturación Capacidad de campo Punto de marchitez	Ensayos de humedad
			Resistencia	Cargas estáticas Cargas dinámicas	Ensayos de resistencia

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 02: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿De qué manera la aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019?	Determinar cómo la aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019.	La aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019.	<b>Cenizas de carbón</b>	Propiedades físicas	- Finura - Tamaño - Peso	Fichas técnicas
				Propiedades mecánicas	- Plasticidad - Dureza - Ductilidad	Fichas técnicas
				Propiedades químicas	- Contenido de humedad - Reacción en agua - Pérdida por ignición	Fichas técnicas
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICADORES
- ¿De qué manera la textura del suelo con cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019? - ¿De qué manera los niveles de humedad mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019? - ¿De qué manera la resistencia mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019?	- Determinar cómo la textura del suelo mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. - Determinar cómo los niveles de humedad mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. - Determinar cómo la resistencia mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019.	- La textura del suelo mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. - Los niveles de humedad influye en mejorar la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019. - La resistencia mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón, 2019.	<b>Suelos arenosos</b>	Textura del suelo	Fina Gruesa	Ensayos de Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
				Niveles de humedad	Saturación % de humedad	Ensayos de contenido de humedad ASTMD-2216
				Resistencia mecánica	Contenido de humedad de Tipo de suelo	Ensayos de compresión ASTM C39

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 03:**  
**VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS**

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Análisis de validez y confiabilidad

Proyecto: Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019

Autora: Dorcas Quiroz Viera

Validación de los instrumentos de medición	Validez -Rango					Validez perfecta 1
	Validez Nula < 0.53	Validez Baja 0.54-0.59	Válida 0.60-0.65	Muy válida 0.66-0.71	Excelente válida 0.72-0.99	

V1: Cenizas de carbón						
D1: Propiedades físicas	Finura					0.95
	Tamaño					0.55
	Peso					0.95
D2: Propiedades mecánicas	Plasticidad					0.95
	Dureza					0.55
	Ductilidad					0.55
D3: Propiedades químicas	Contenido de humedad					0.95
	Reacción de agua					0.55
	Pérdida de ignición					0.55

V2: Suelos arenosos						
D1: Textura del suelo	Fina					
	Gruesa					
D2: Niveles de humedad	Saturación					
	% de humedad					
D3: Resistencia mecánica	Contenido de humedad					
	Tipo de suelo					
TOTAL						

Lugar y fecha:

APELLIDOS Y NOMBRES: VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO

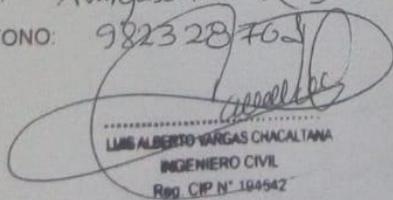
DIRECCIÓN:

DNI/REGISTRO CIP: 194542

EMAIL: lvargaschacal@gmail.com

TELÉFONO: 982328762

LEYENDA	0	NO VÁLIDO
	1	VÁLIDO

  
 LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 194542

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Análisis de validez y confiabilidad

Proyecto: Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019

Autora: Dorcas Quiroz Viera

Validación de los instrumentos de medición	Validez -Rango					
	Validez Nula	Validez Baja	Válida	Muy válida	Excelente válida	Validez perfecta
	< 0.53	0.54-0.59	0.60-0.65	0.66-0.71	0.72-0.99	1

V1: Cenizas de carbón						
D1: Propiedades físicas	Finura				0.95	1
	Tamaño				0.95	1
	Peso				0.95	1
D2: Propiedades mecánicas	Plasticidad				0.98	1
	Dureza				0.98	1
	Ductilidad				0.98	1
D3: Propiedades químicas	Contenido de humedad					1
	Reacción de agua					1
	Pérdida de ignición					1

V2: Suelos arenosos						
D1: Textura del suelo	Fina					
	Gruesa					
D2: Niveles de humedad	Saturación					
	% de humedad					
D3: Resistencia mecánica	Contenido de humedad					
	Tipo de suelo					
TOTAL						

Lugar y fecha: 05/06/2019

APELLIDOS Y NOMBRES: Ramos Callejos, Susy Grovane

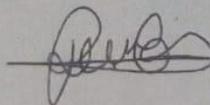
DIRECCIÓN:

DNI/REGISTRO CIP: 56823

EMAIL: Susyramosg28@gmail.com

TELÉFONO: 945621361

LEYENDA	0	NO VÁLIDO
		1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Análisis de validez y confiabilidad

Proyecto: Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019

Autora: Dorcas Quiroz Viera

Validación de los instrumentos de medición	Validez -Rango					Validez perfecta
	Validez Nula	Validez Baja	Válida	Muy válida	Excelente válida	
	< 0.53	0.54-0.59	0.60-0.65	0.66-0.71	0.72-0.99	
						1

V1: Cenizas de carbón								
V1:	D1: Propiedades físicas	Finura				0.95	}	
		Tamaño				0.95		
		Peso				0.95		
	D2: Propiedades mecánicas	Plasticidad				0.98		
		Dureza				0.98		
		Ductilidad				0.98		
	D3: Propiedades químicas	Contenido de humedad						1
		Reacción de agua						1
Pérdida de ignición						1		
V2: Suelos arenosos								
V2:	D1: Textura del suelo	Fina					}	
		Gruesa						
	D2: Niveles de humedad	Saturación						
		% de humedad						
	D3: Resistencia mecánica	Contenido de humedad						
		Tipo de suelo						
	TOTAL							

Lugar y fecha: 05/10/2019

APELLIDOS Y NOMBRES: AYBAR ARRIOLA Gustavo Adolfo

DIRECCIÓN: AV BELEN A - 403 SAN ISIDRO - LIMA

DNI/REGISTRO CIP: 08185308 / CIP 47898

EMAIL: gaybar@hotmail.com

TELÉFONO: 442-0783 - 995220086

LEYENDA	0	NO VÁLIDO
		1

*[Firma]*  
GUSTAVO ADOLFO  
AYBAR ARRIOLA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 47898

**ANEXO 04:**  
**COMPROBANTE DE PAGO DE ENSAYOS DE LABORATORIO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA UNI**  
 Oficina Central de Economía y Finanzas  
**UNIDAD DE TESORERÍA**  
 DOMICILIO FISCAL:  
 Av. Túpac Amaru N° 210 - Rimac - Lima - Lima  
 TELF: 482-5072

R.U.C.: 20169004359

**BOLETA DE VENTA  
 ELECTRÓNICA**

N° B004 - 00124415

SEÑOR(ES) : DORCAS QUIROZ VIERA	FECHA EMISIÓN : 2019-10-16
DNI : 07640543	TIPO MONEDA : SOLES
PRESUPUESTO : SS. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	MEDIO PAGO : Tarjeta
DEPENDENCIA : FIC LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	

ITEM	CANT.	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDA MEDIDA	PRECIO UNITARIO	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA
1	1.00	13392302	ANALISIS LABORATORIO - FACULTAD	UNI	580.01	491.53	491.53

OP. GRAVADAS	OP. INAFECTAS	OP. EXONERADAS	ANTICIPOS	I.G.V. 18%	TOTAL A PAGAR
491.53	0.00	0.00	0.00	66.47	580.00

SON: QUINIENTOS OCHENTA CON 00/100 SOLES

Incorporado al Régimen de Agentes de Retención de IGV (R.S.135-2002) a partir del 01/11/2002

NOTA:



INFORMACIÓN ADICIONAL

Representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica  
 Podrá ser consultado en <http://www.ocaf.uni.edu.pe/webComprobantes>  
 Autorizado mediante Resolución de Intendencia N° 0320050000852/SUNAT

ELABORADO POR: rchavez

**ANEXO 05:**  
**RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO**



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME Nº S19 - 1021-1

SOLICITANTE : DORCAS QUIROZ VIERA
PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE SUELOS ARENOSOS MZ I LAS GARDENIAS ANCÓN, 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCÓN
FECHA : 24 DE OCTUBRE 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1
Prof. (m.) : 0.70

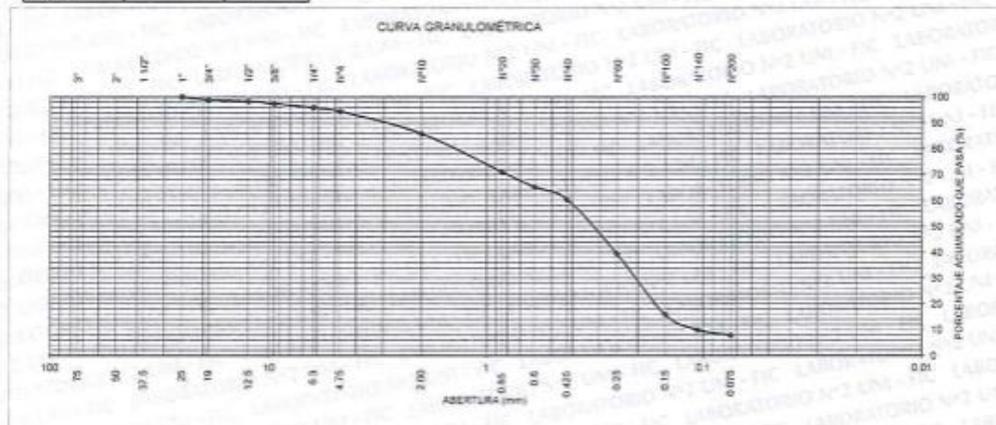
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M
Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "A"

Table with 5 columns: Tamiz, Abertura (mm), (%) Parcial Retenido, (%) Acumulado Retenido, Pasa. Rows include various sieve sizes from 3" down to FONDO.

Summary table: % Grava : 5, % Arena : 87, % Finos : 8

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318
Procedimiento interno AT-PR.5
Límite Líquido : NP
Límite Plástico : NP
Índice Plástico : NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SP-SM



Nota: Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente. Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huamán Cn.
Aprobación : Ing. D. Basurto R. / Ing. B. Ramírez P.



Handwritten signature of Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
(e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI





Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 1021-1

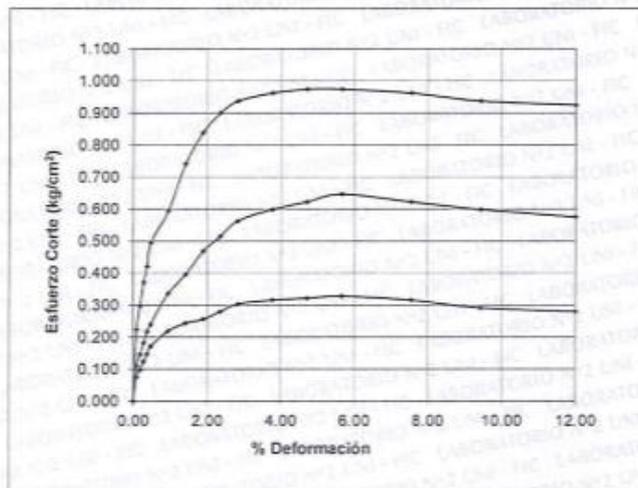
SOLICITANTE : DORCAS QUIROZ VIERA
PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE SUELOS ARENOSOS MZ I LAS GARDENIAS ANCÓN, 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCÓN
FECHA : 24 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

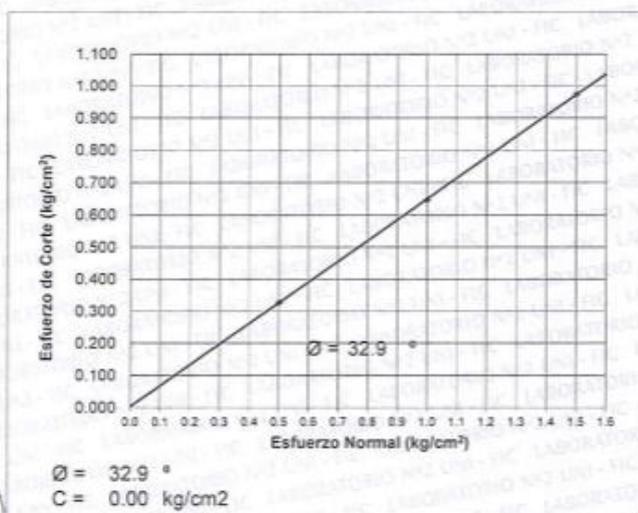
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 0.70

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE





## Facultad de Ingeniería Civil

## Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

## INFORME N° S19 - 1021-1

SOLICITANTE : DORCAS QUIROZ VIERA  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE SUELOS ARENOSOS MZ I LAS GARDENIAS ANCÓN, 2019  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCÓN  
 FECHA : 24 DE OCTUBRE 2019

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
 Calicata : C-1  
 Prof. (m.) : 0.70

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de la muestra (cm)	2.41	2.41	2.41
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.729	1.729	1.729
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.668	1.668	1.668
Cont. de humedad inicial (%)	3.6	3.6	3.6
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.34	2.32	2.29
Altura final de la muestra (cm)	2.33	2.30	2.27
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )	2.041	2.060	2.075
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )	1.719	1.748	1.771
Cont. de humedad final (%)	18.7	17.9	17.2
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.328	0.647	0.974

Angulo de fricción interna : **32.9 °**  
 Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>) : **0.00**

## Nota:

Los especímenes se remoldearon con la densidad seca promedio de las densidades máxima - mínima y la humedad natural de la muestra.

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra que fueron proporcionadas por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.  
 Aprobación : Ing. D. Basurto R. / Ing. B. Ramirez P.



  
 Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Nº 010186

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 1021-2

SOLICITANTE : DORCAS QUIROZ VIERA  
PROYECTO : APLICACIÓN DE CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD  
DE SUELOS ARENOSOS MZ I LAS GARDENIAS ANCÓN, 2019  
UBICACIÓN : DISTRITO DE ANCÓN  
FECHA : 24 DE OCTUBRE 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
Prof. (m.) : 0.70

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

DENSIDAD MAXIMA NLT-205  
Densidad máxima (g/cm<sup>3</sup>) : 1.928

DENSIDAD MINIMA NLT-204  
Densidad mínima (g/cm<sup>3</sup>) : 1.408

Nota:

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.  
Aprobación : Ing. D. Basurto R. / Ing. B. Ramirez P.



  
Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

SOLICITANTE : Dorcas Quiroz Viera  
 PROYECTO : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
 UBICACIÓN : Distrito de Ancón  
 FECHA : Noviembre de 2019  
 Sondaje : C-01  
 Muestra : M-1  
 Profundidad ( m ) : 0.70  
 Clasificación (S.U.C.S.) : SP-SM  
 Estado : Remoldeado  
 Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.97	2.00	1.96	2.00	1.95	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca (g <sub>a</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.70	1.67	1.70	1.67	1.72	
Humedad (w)	(%)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		4.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.03	0.03	0.05	0.13	0.07	0.05	0.25	0.06
0.10	0.07	0.07	0.10	0.18	0.09	0.10	0.30	0.08
0.20	0.12	0.12	0.20	0.28	0.14	0.20	0.43	0.11
0.35	0.20	0.20	0.35	0.40	0.20	0.35	0.61	0.15
0.50	0.26	0.26	0.50	0.48	0.24	0.50	0.78	0.20
0.75	0.31	0.31	0.75	0.56	0.28	0.75	0.99	0.25
1.00	0.36	0.36	1.00	0.66	0.33	1.00	1.14	0.29
1.25	0.40	0.40	1.25	0.73	0.37	1.25	1.28	0.32
1.50	0.44	0.44	1.50	0.79	0.40	1.50	1.39	0.35
1.75	0.46	0.46	1.75	0.83	0.42	1.75	1.52	0.38
2.00	0.49	0.49	2.00	0.89	0.45	2.00	1.60	0.40
2.50	0.51	0.51	2.50	0.96	0.48	2.50	1.76	0.44
3.00	0.53	0.53	3.00	1.04	0.52	3.00	1.90	0.48
3.50	0.55	0.55	3.50	1.12	0.56	3.50	2.08	0.52
4.00	0.56	0.56	4.00	1.19	0.60	4.00	2.25	0.56
4.50	0.58	0.58	4.50	1.22	0.61	4.50	2.30	0.58
5.00	0.59	0.59	5.00	1.25	0.63	5.00	2.41	0.60
6.00	0.60	0.60	6.00	1.27	0.64	6.00	2.51	0.63
7.00	0.61	0.61	7.00	1.30	0.65	7.00	2.60	0.65
8.00	0.60	0.60	8.00	1.31	0.66	8.00	2.68	0.67
9.00	0.60	0.60	9.00	1.32	0.66	9.00	2.73	0.68
10.00	0.60	0.60	10.00	1.32	0.66	10.00	2.74	0.69
11.00	0.59	0.59	11.00	1.31	0.66	11.00	2.73	0.68
12.00	0.59	0.59	12.00	1.31	0.66	12.00	2.73	0.68

#### OBSERVACIONES:

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

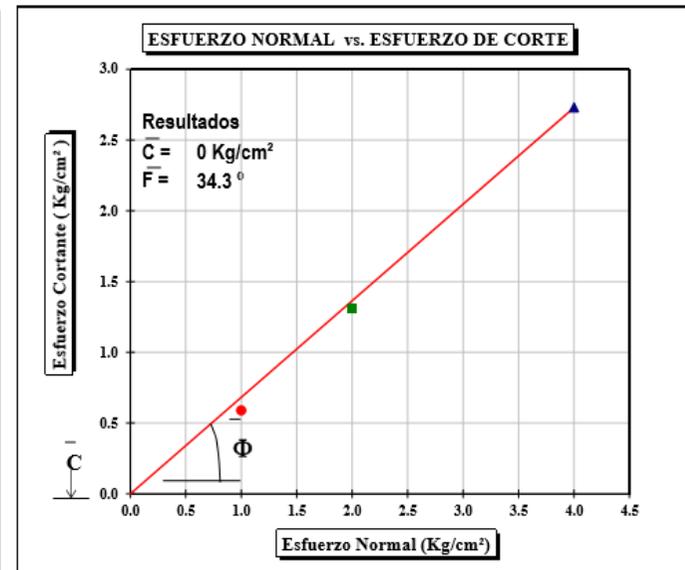
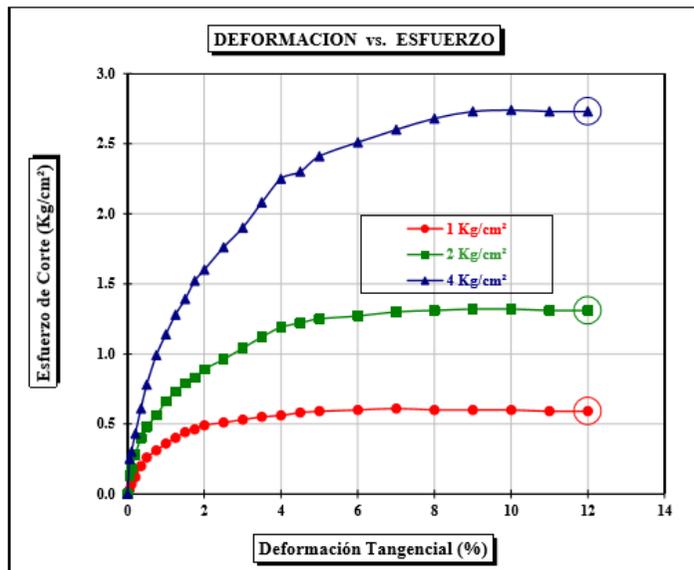
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

SOLICITANTE : Dorcas Quiroz Viera  
 PROYECTO : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
 UBICACIÓN : Distrito de Ancón  
 FECHA : Noviembre de 2019

Sondaje : C-01  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : 0.70  
 Clasificación (SUCS) : SP-SM  
 Estado : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

*Américo Tomás Guerrero Cardenas*  
 AMÉRICO TOMÁS  
 GUERRERO CARDENAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2.00	1.94	2.00	1.91	2.00	1.86	
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Densidad Seca ( $\rho_d$ )	(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.72	1.67	1.75	1.67	1.80	
Humedad (w)	(%)	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00		2.00		4.00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.07	0.05	0.10	0.05	0.05	0.40	0.10
0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.07	0.10	0.48	0.12
0.20	0.17	0.17	0.20	0.17	0.09	0.20	0.63	0.16
0.35	0.23	0.23	0.35	0.26	0.13	0.35	0.81	0.20
0.50	0.26	0.26	0.50	0.33	0.17	0.50	0.89	0.22
0.75	0.36	0.36	0.75	0.46	0.23	0.75	1.09	0.27
1.00	0.40	0.40	1.00	0.60	0.30	1.00	1.22	0.31
1.25	0.46	0.46	1.25	0.73	0.37	1.25	1.36	0.34
1.50	0.50	0.50	1.50	0.83	0.42	1.50	1.55	0.39
1.75	0.53	0.53	1.75	0.93	0.47	1.75	1.72	0.43
2.00	0.56	0.56	2.00	0.98	0.49	2.00	1.85	0.46
2.50	0.60	0.60	2.50	1.09	0.55	2.50	2.08	0.52
3.00	0.65	0.65	3.00	1.19	0.60	3.00	2.28	0.57
3.50	0.68	0.68	3.50	1.26	0.63	3.50	2.45	0.61
4.00	0.68	0.68	4.00	1.30	0.65	4.00	2.51	0.63
4.50	0.69	0.69	4.50	1.34	0.67	4.50	2.58	0.65
5.00	0.69	0.69	5.00	1.36	0.68	5.00	2.65	0.66
6.00	0.68	0.68	6.00	1.37	0.69	6.00	2.71	0.68
7.00	0.67	0.67	7.00	1.37	0.69	7.00	2.78	0.70
8.00	0.66	0.66	8.00	1.36	0.68	8.00	2.83	0.71
9.00	0.66	0.66	9.00	1.36	0.68	9.00	2.84	0.71
10.00	0.65	0.65	10.00	1.35	0.68	10.00	2.85	0.71
11.00	0.65	0.65	11.00	1.35	0.68	11.00	2.84	0.71
12.00	0.65	0.65	12.00	1.35	0.68	12.00	2.83	0.71

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

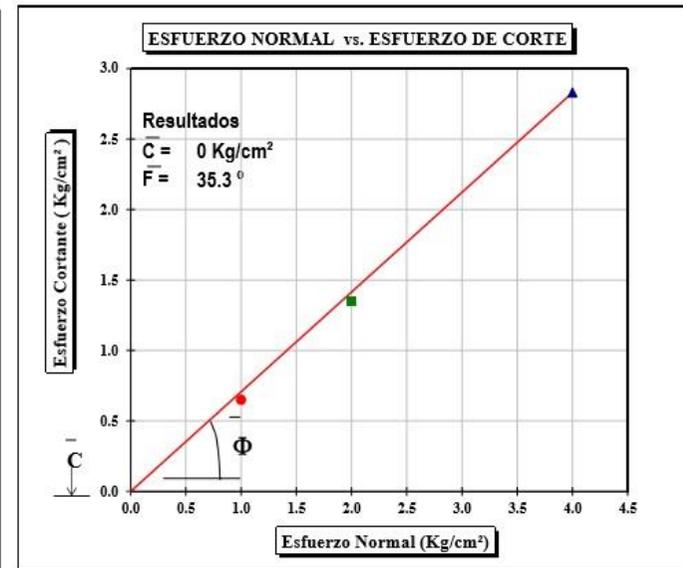
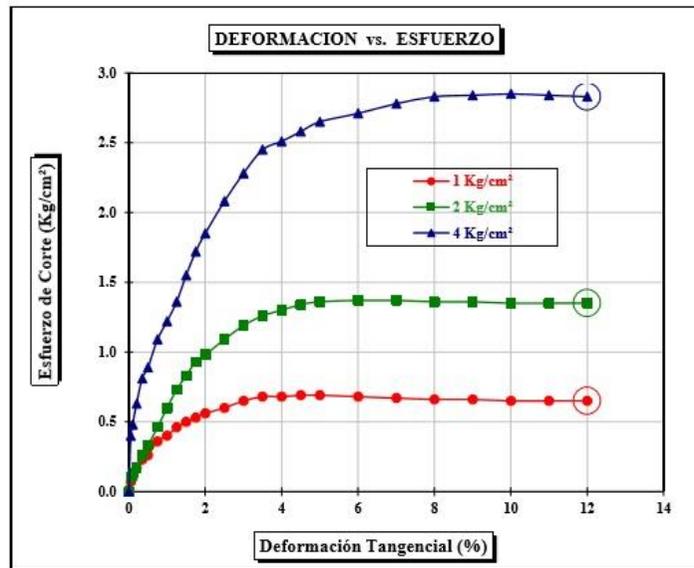
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica + 3% de cemento

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio  
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 7% de ceniza volcánica + 3% de cemento

*Américo Tomás Guerrero Cárdenas*  
AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

SOLICITANTE : Dorcas Quiroz Viera  
 PROYECTO : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
 UBICACIÓN : Distrito de Ancón  
 FECHA : Noviembre de 2019  
 Sondaje : C-01  
 Muestra : M-1  
 Profundidad ( m ) : 0.70  
 Clasificación (S.U.C.S.) : SP-SM  
 Estado : Remoldeado  
 Veloc. de ensayo (mm/min) : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2,00	1,93	2,00	1,91	2,00	1,82	
Diámetro (f)	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Densidad Seca (g <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,73	1,67	1,75	1,67	1,84	
Humedad (w)	(%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,07	0,04	0,05	0,48	0,12
0,10	0,08	0,08	0,10	0,20	0,10	0,10	0,73	0,18
0,20	0,14	0,14	0,20	0,32	0,16	0,20	0,84	0,21
0,35	0,18	0,18	0,35	0,44	0,22	0,35	0,99	0,25
0,50	0,22	0,22	0,50	0,54	0,27	0,50	1,07	0,27
0,75	0,27	0,27	0,75	0,64	0,32	0,75	1,19	0,30
1,00	0,32	0,32	1,00	0,70	0,35	1,00	1,34	0,33
1,25	0,33	0,33	1,25	0,77	0,38	1,25	1,47	0,37
1,50	0,35	0,35	1,50	0,81	0,40	1,50	1,53	0,38
1,75	0,37	0,37	1,75	0,88	0,44	1,75	1,61	0,40
2,00	0,39	0,39	2,00	0,91	0,45	2,00	1,69	0,42
2,50	0,42	0,42	2,50	1,03	0,52	2,50	1,86	0,46
3,00	0,45	0,45	3,00	1,08	0,54	3,00	1,99	0,50
3,50	0,48	0,48	3,50	1,14	0,57	3,50	2,10	0,53
4,00	0,50	0,50	4,00	1,18	0,59	4,00	2,21	0,55
4,50	0,54	0,54	4,50	1,21	0,61	4,50	2,30	0,58
5,00	0,56	0,56	5,00	1,23	0,62	5,00	2,45	0,61
6,00	0,58	0,58	6,00	1,24	0,62	6,00	2,56	0,64
7,00	0,59	0,59	7,00	1,28	0,64	7,00	2,71	0,68
8,00	0,59	0,59	8,00	1,29	0,64	8,00	2,77	0,69
9,00	0,59	0,59	9,00	1,29	0,64	9,00	2,79	0,70
10,00	0,59	0,59	10,00	1,29	0,64	10,00	2,81	0,70
11,00	0,58	0,58	11,00	1,28	0,64	11,00	2,80	0,70
12,00	0,58	0,58	12,00	1,28	0,64	12,00	2,80	0,70

#### OBSERVACIONES:

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

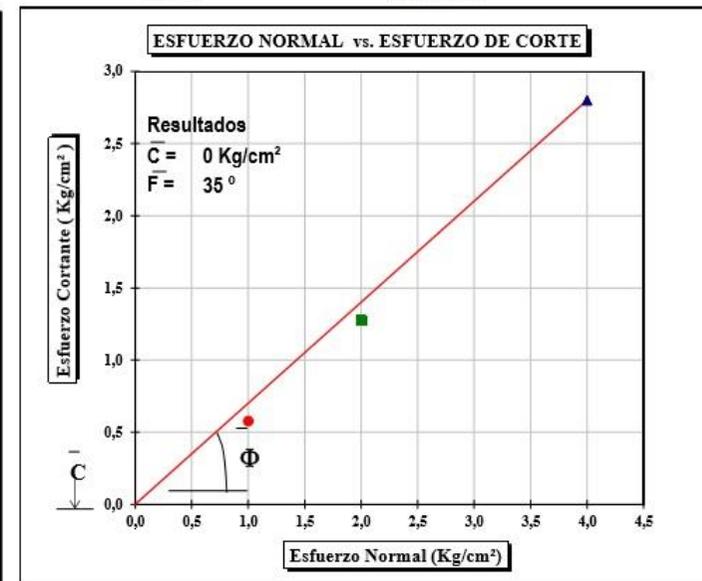
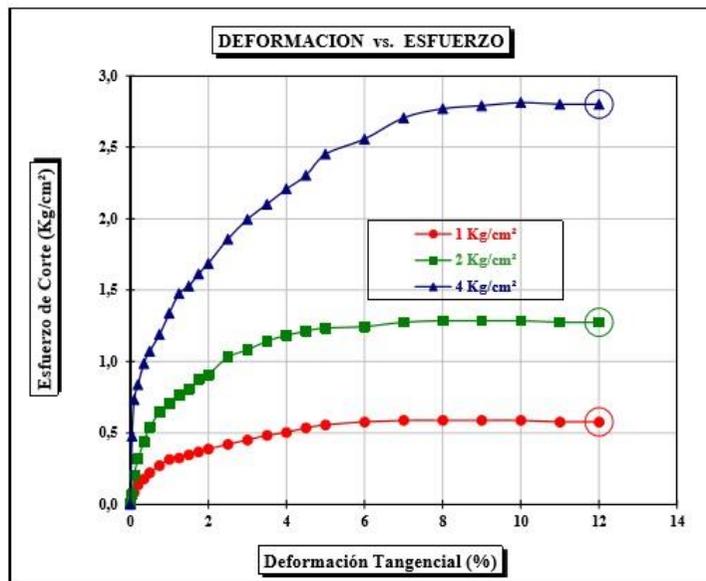
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio  
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad ( m )** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2,00	1,96	2,00	1,93	2,00	1,93	
Diámetro (f)	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Densidad Seca (g <sub>s</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,70	1,67	1,74	1,67	1,73	
Humedad (w)	(%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,20	0,10	0,05	0,29	0,07
0,10	0,12	0,12	0,10	0,26	0,13	0,10	0,42	0,10
0,20	0,18	0,18	0,20	0,35	0,18	0,20	0,54	0,14
0,35	0,23	0,23	0,35	0,51	0,26	0,35	0,70	0,18
0,50	0,28	0,28	0,50	0,61	0,31	0,50	0,81	0,20
0,75	0,35	0,35	0,75	0,79	0,40	0,75	1,05	0,26
1,00	0,38	0,38	1,00	0,93	0,47	1,00	1,24	0,31
1,25	0,43	0,43	1,25	1,01	0,51	1,25	1,44	0,36
1,50	0,46	0,46	1,50	1,12	0,56	1,50	1,63	0,41
1,75	0,50	0,50	1,75	1,22	0,61	1,75	1,77	0,44
2,00	0,53	0,53	2,00	1,36	0,68	2,00	2,09	0,52
2,50	0,56	0,56	2,50	1,54	0,77	2,50	2,27	0,57
3,00	0,60	0,60	3,00	1,63	0,82	3,00	2,40	0,60
3,50	0,62	0,62	3,50	1,66	0,83	3,50	2,53	0,63
4,00	0,64	0,64	4,00	1,70	0,85	4,00	2,63	0,66
4,50	0,66	0,66	4,50	1,68	0,84	4,50	2,70	0,68
5,00	0,68	0,68	5,00	1,66	0,83	5,00	2,79	0,70
6,00	0,69	0,69	6,00	1,64	0,82	6,00	2,89	0,72
7,00	0,72	0,72	7,00	1,61	0,81	7,00	2,93	0,73
8,00	0,73	0,73	8,00	1,59	0,80	8,00	2,95	0,74
9,00	0,74	0,74	9,00	1,57	0,79	9,00	2,95	0,74
10,00	0,74	0,74	10,00	1,55	0,78	10,00	2,96	0,74
11,00	0,74	0,74	11,00	1,54	0,77	11,00	2,97	0,74
12,00	0,74	0,74	12,00	1,53	0,77	12,00	2,98	0,74

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

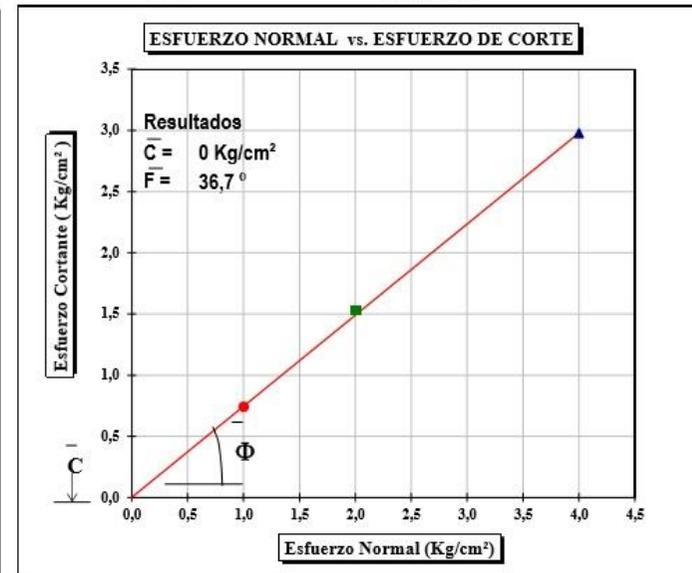
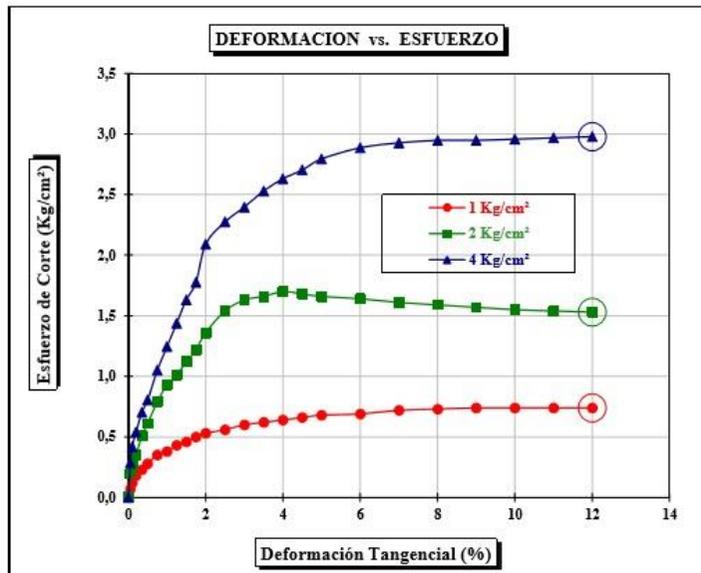
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica + 3% de cemento

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 14% de ceniza volcánica + 3% de cemento

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CARDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad ( m )** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura (h)	(cm)	2,00	1,96	2,00	1,91	2,00	1,88	
Diámetro (f)	(cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	
Densidad Seca (g <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,71	1,67	1,75	1,67	1,78	
Humedad (W)	(%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00		
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,27	0,13	0,05	0,30	0,08
0,10	0,10	0,10	0,10	0,31	0,15	0,10	0,33	0,08
0,20	0,14	0,14	0,20	0,41	0,20	0,20	0,46	0,12
0,35	0,20	0,20	0,35	0,54	0,27	0,35	0,60	0,15
0,50	0,23	0,23	0,50	0,62	0,31	0,50	0,68	0,17
0,75	0,30	0,30	0,75	0,74	0,37	0,75	0,83	0,21
1,00	0,36	0,36	1,00	0,85	0,42	1,00	1,03	0,26
1,25	0,42	0,42	1,25	0,95	0,47	1,25	1,19	0,30
1,50	0,46	0,46	1,50	0,99	0,49	1,50	1,32	0,33
1,75	0,50	0,50	1,75	1,05	0,53	1,75	1,46	0,37
2,00	0,53	0,53	2,00	1,11	0,56	2,00	1,57	0,39
2,50	0,59	0,59	2,50	1,18	0,59	2,50	1,79	0,45
3,00	0,63	0,63	3,00	1,23	0,62	3,00	1,95	0,49
3,50	0,66	0,66	3,50	1,26	0,63	3,50	2,15	0,54
4,00	0,68	0,68	4,00	1,30	0,65	4,00	2,35	0,59
4,50	0,69	0,69	4,50	1,32	0,66	4,50	2,48	0,62
5,00	0,69	0,69	5,00	1,33	0,66	5,00	2,58	0,65
6,00	0,69	0,69	6,00	1,35	0,67	6,00	2,71	0,68
7,00	0,68	0,68	7,00	1,35	0,67	7,00	2,84	0,71
8,00	0,68	0,68	8,00	1,34	0,67	8,00	2,97	0,74
9,00	0,67	0,67	9,00	1,34	0,67	9,00	2,98	0,75
10,00	0,66	0,66	10,00	1,33	0,66	10,00	2,98	0,75
11,00	0,66	0,66	11,00	1,33	0,66	11,00	2,97	0,74
12,00	0,66	0,66	12,00	1,33	0,66	12,00	2,97	0,74

**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

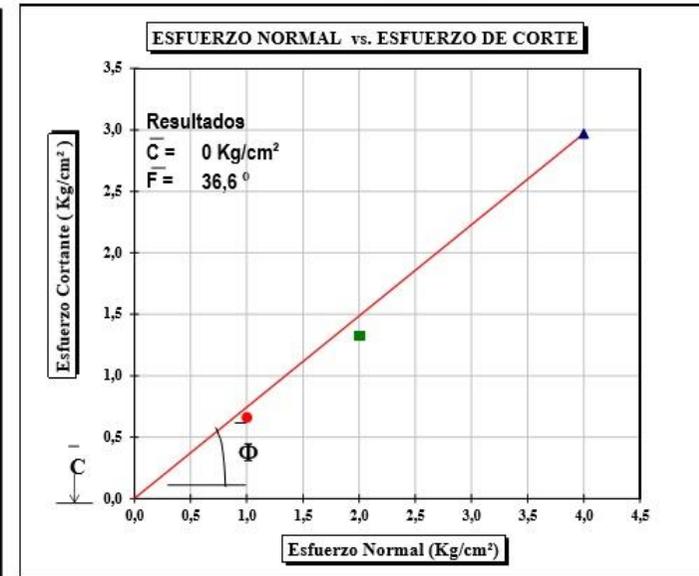
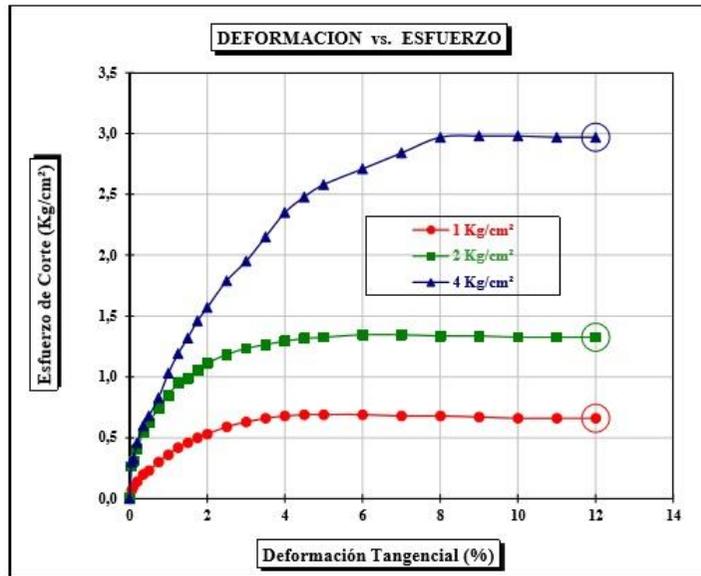
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio  
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019  
**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (S.U.C.S.)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado  
**Veloc. de Ensayo (mm/min)** : 0.50

AMÉRICO TOMÁS  
GUERRERO CARDENAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

DATOS DEL ESPECIMEN	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03			
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
Altura (h) (cm)	2,00	1,97	2,00	1,93	2,00	1,91		
Diámetro (f) (cm)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		
Densidad Seca (g <sub>d</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,70	1,67	1,74	1,67	1,75		
Humedad (w) (%)	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60		
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00		2,00		4,00			
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,07	0,07	0,05	0,40	0,20	0,05	0,81	0,20
0,10	0,08	0,08	0,10	0,54	0,27	0,10	1,07	0,27
0,20	0,14	0,14	0,20	0,66	0,33	0,20	1,34	0,33
0,35	0,21	0,21	0,35	0,77	0,38	0,35	1,61	0,40
0,50	0,27	0,27	0,50	0,87	0,44	0,50	1,86	0,47
0,75	0,35	0,35	0,75	1,01	0,50	0,75	1,98	0,50
1,00	0,41	0,41	1,00	1,09	0,55	1,00	2,15	0,54
1,25	0,45	0,45	1,25	1,18	0,59	1,25	2,23	0,56
1,50	0,48	0,48	1,50	1,23	0,61	1,50	2,28	0,57
1,75	0,51	0,51	1,75	1,28	0,64	1,75	2,36	0,59
2,00	0,54	0,54	2,00	1,35	0,68	2,00	2,39	0,60
2,50	0,55	0,55	2,50	1,45	0,72	2,50	2,52	0,63
3,00	0,56	0,56	3,00	1,54	0,77	3,00	2,68	0,67
3,50	0,57	0,57	3,50	1,62	0,81	3,50	2,86	0,72
4,00	0,58	0,58	4,00	1,67	0,83	4,00	2,97	0,74
4,50	0,59	0,59	4,50	1,65	0,82	4,50	3,06	0,77
5,00	0,60	0,60	5,00	1,64	0,82	5,00	3,08	0,77
6,00	0,61	0,61	6,00	1,63	0,81	6,00	3,14	0,79
7,00	0,62	0,62	7,00	1,61	0,80	7,00	3,21	0,80
8,00	0,63	0,63	8,00	1,60	0,80	8,00	3,21	0,80
9,00	0,63	0,63	9,00	1,60	0,80	9,00	3,20	0,80
10,00	0,63	0,63	10,00	1,59	0,79	10,00	3,18	0,80
11,00	0,64	0,64	11,00	1,59	0,79	11,00	3,18	0,80
12,00	0,64	0,64	12,00	1,59	0,79	12,00	3,18	0,80

#### OBSERVACIONES:

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

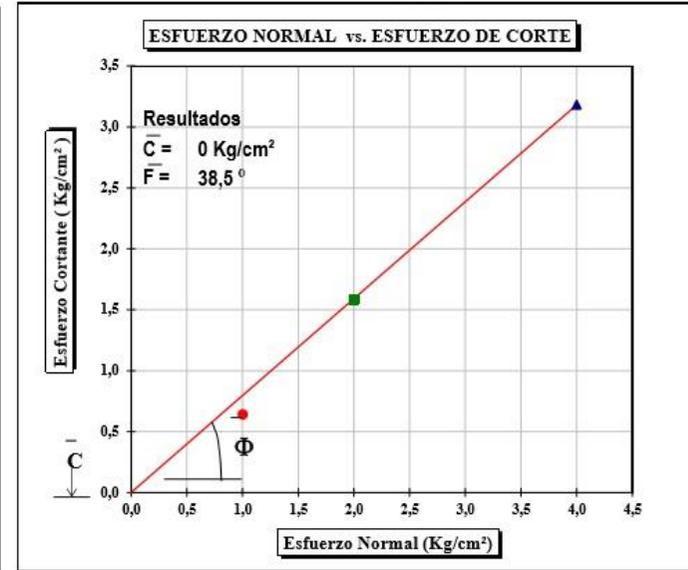
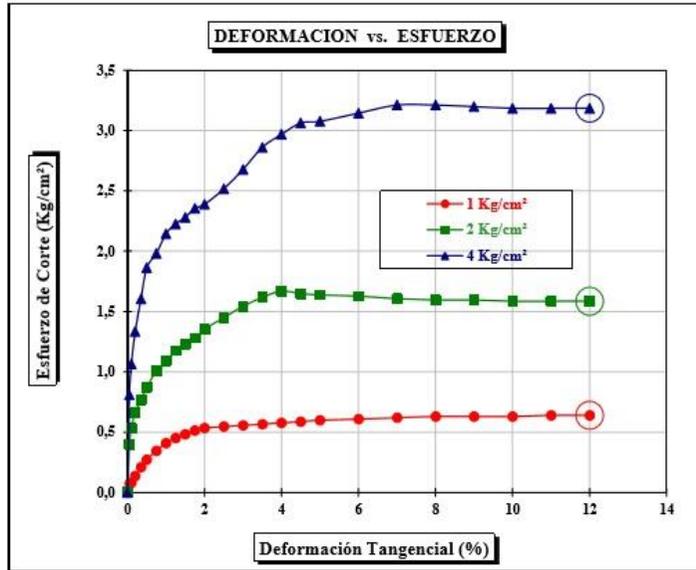
\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica + 3% de cemento

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITANTE** : Dorcas Quiroz Viera  
**PROYECTO** : Aplicación de Cenizas de Carbón para mejorar la Estabilidad de Suelos Arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019  
**UBICACIÓN** : Distrito de Ancón  
**FECHA** : Noviembre de 2019

**Sondaje** : C-01  
**Muestra** : M-1  
**Profundidad (m)** : 0.70  
**Clasificación (SUCS)** : SP-SM  
**Estado** : Remoldeado



**OBSERVACIONES:**

\*Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio

\*Ensayo efectuado al suelo natural + 21% de ceniza volcánica + 3% de cemento

*AMÉRICO TOMÁS GUERRERO CARDENAS*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 143476

## Fotos de Laboratorio













