



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Danny Alessandro Carrasco Mejía

ASESOR:

Mg. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y Seguridad en la Construcción

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

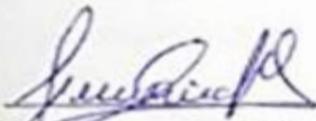
Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada "Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro - Provincia del Santa - 2017", la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil, Bach. Carrasco Mejia Danny Alessandro

Nuevo Chimbote, 21 Julio del 2017.



Dr. Rigoberto Cerna Chávez
PRESIDENTE



Mg. Jenisse Fernández Mantilla
SECRETARIO



Mg. Gonzalo Hugo Díaz García
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud
Para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Abuelita María.

Abuelita María por ser mi más grande compañía y apoyo, por orientarme y guiar mi vida de buena manera, por haber estado en decisiones importantes por el verdadero amor de madre que ejerce en mi vida

A mis padres.

Mama Gina por ser mi más grande inspiración en mi vida, por orientarme y guiar mi vida de alguna u otra manera, por haber estado en decisiones importantes en mi vida no solo profesional sino también por formar parte de mi día a día, por brindarme su incondicional apoyo y el verdadero amor durante todo este tiempo.

A mi hermano.

Carrasco Mejía Daniel por ser un gran ejemplo, aunque en la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los cuales la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos, mi presente informe va dedicado especialmente a ti por ser un gran amigo que me acompaña en las buenas y por estar siempre conmigo en los momentos difíciles, eres una excepcional hermano.

A mi Novia.

Jessica Nalu Mantilla Arias quien es la compañía perfecta con quien poder compartir los mejores momentos y enfrentar al destino con nuestros propios ideales, agradezco todo de ella por estar presente en mi vida y el gran empuje que significa

AGRADECIMIENTO

Quisiera dar las gracias a la Ing. Fernández Mantilla Jenisse
Por orientarme, por brindar
Su paciencia continua, y ante todo la enseñanza que la
Perseverancia nos lleva por un camino mejor.

A mis padres, por el amor incondicional, la
paciencia y el tiempo que me han
dedicado y mostrado todos estos años.

A mi familia por ser el pilar fundamental en todo lo
Que soy, tanto en mi educación como en mi vida diaria.

Carrasco Mejía Danny Alessandro

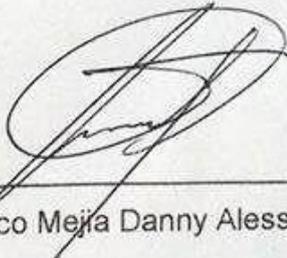
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Carrasco Mejia Danny Alessandro con DNI N° 47893839, 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 de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también 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.

Nuevo Chimbote, Junio 2017.



Carrasco Mejia Danny Alessandro

PRESENTACIÓN

Distinguidos miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca distrito de moro provincia del santa - 2017”**, con la intención de determinar la posibilidad de estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar, se inició la siguiente estructura iniciando con la Introducción que contiene la realidad problemática, trabajos previos y teorías relacionada al tema, formulación del problema, justificación del estudio, y objetivos; el Método que contiene el diseño de investigación, variables y operacionalización población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad, métodos de análisis de datos y aspectos éticos; Resultados, Discusión, Conclusión, Recomendaciones y Referencias, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El autor.

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACION.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad Problemática.....	10
1.2 Trabajos previos.....	12
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	14
1.4 Formulación del problema.....	22
1.5 justificación del estudio.....	22
1.6 Hipótesis.....	23
1.7 Objetivos.....	23
II. MÉTODOS	
2.1. Diseño de investigación	24
2.2 Variables y Operacionalización.....	25
2.3. Población y muestra	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez	28
2.5. Método de análisis de datos	35
2.5.1. Análisis Descriptivo.....	35
2.5.2. Aspectos Éticos	35
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSIONES.....	47
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES.....	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
VIII. ANEXOS.....	57

RESUMEN

Esta tesis que lleva como título Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa 2017, donde las teorías relacionadas al tema nos habla del origen de los suelos, la clasificación de los suelos, lo que es estabilización mecánica, física, química, como también enmarcar los ensayos que delimita la investigación como el análisis granulométrico, límite de Atterberg, proctor modificado, CBR. El método a utilizar es la manipulación de la variable independiente donde el tipo de investigación es no experimental de tipo correlacional. La población y la muestra es el área del terreno a tratar en nuestra zona que es de 20,496m². Los instrumentos que son protocolos estandarizados para recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos: MTC E 107- 200(granulometría) ASTM D 422, MTC E1090 - 200 (límite plástico e índice de plasticidad) ASTM D 4318, MTC E115 – 2000 (proctor modificado) ASTM D 1557, MTC E 132- 2000 (CBR) ASTM D 1883. Concluyendo que si es posible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar ya que mediante los ensayos realizados en gabinete con las muestras del suelo del tramo de moro a Virahuanca podemos concluir que si se ve mejorado la estabilización de una manera precisa obteniendo buenos resultados.

PALABRAS CLAVES: Cenizas de caña de azúcar, Suelo Natural, Suelo Estabilizado.

ABSTRACT

This thesis is titled Stabilization of clay soils by adding sugarcane ash in the Moro to Virahuanca section in the Moro - Provincia del Santa 2017 district, where the theories related to the subject tell us the origin of soils, Classification of soils, which is mechanical, physical, chemical stabilization, as well as frame the trials delimiting research such as particle size analysis, Atterberg limit, modified proctor, CBR. The method to be used is the manipulation of the independent variable where the type of research is non-experimental of a correlational type. The population and the sample is the area of the land to be treated in our area which is 20.496m². Instruments that are standardized protocols to collect the results directly and reliably from the following tests: MTC E 107-200 (ASTM D 422, MTC E1090-200 (plastic bound and plasticity index) ASTM D 4318, MTC E115 - 2000 (modified proctor) ASTMD 1557, MTC E 132-2000 (CBR) ASTM D 1883. Concluding that if possible the stabilization of the clayey soils by adding sugarcane ash, as in the tests carried out in cabinet with the samples from the soil of the Moorish to Virahuanca section we can conclude that if the stabilization is seen in a precise way obtaining good results.

KEYWORDS: Sugarcane ash, Natural Soil, Stabilized Soil.

I) INTRODUCCIÓN

La realidad problemática se origina desde los primeros hombres pues tenían ideas constructivas en terrenos distintos y pasando el tiempo fueron familiarizándose con sus características, originando nuevas vías de transporte, siendo esto un problema general porque algunos suelos son defectuosos y sin garantías.

Se origina por el descuido del sistema administrativo al no hacer un estudio respectivo del suelo, sabiendo que la arcilla tiene muchas formas de tener solución y ello se mejora con presencia de compromiso de las autoridades.

La construcción de dichas vías de comunicación representa grandes movimientos de tierra y generan la explotación de numerosas canteras donde se encuentren materiales de préstamo con características favorables y propiedades mecánicas deseables, si el terreno de fundación es malo, inestable y con baja capacidad de soporte.

El suelo natural al estabilizarse con materiales de préstamo hace que se vaya agotando, la explotación de canteras ya que es un producto que se va terminando con el tiempo.

Los estratos del suelo arcilloso puede generar muchas complicaciones durante el procedimiento al ejecutar alguna obra civil porque es vulnerable a tener flexibilidad de hundimiento o ladeo de las carrocerías por su mismo peso.

En Perú, las carreteras o vías de acceso son inmediatas, es común en zonas como la costa, zonas rurales y la selva, hacer vías de acceso sin saber en qué tipo de suelo se construyen, la autoconstrucción ha demostrado ser la respuesta apropiada y mediante ello la gente sin distinción mantenga una buena comercialización accesible.

El nivel más alto de tratamiento es aquel que se respalda con pruebas de laboratorio, diseño y técnicas de construcción adecuadas, en este caso no

cuentan con una estabilización permanente de los suelos haciéndose aptos para soportar cualquier tipo de carga.

Uno de los motivos es el alto costo que se destina para hacer un estudio de suelos.

El distrito de Moro está ubicado a 30 minutos de la costa del pacifico siendo esto muy vulnerable a eventos sísmicos y uno de los puntos que afecta a las vías de acceso (carretera).

Las carreteras en el distrito de moro están construidas sin haber hecho un análisis de suelos o estudio alguno siendo esto vulnerables a fallas.

Esto se debe que el distrito de moro está en una zona altamente arcillosa, donde al tramo de Virahuanca se hace defectuoso el paso por la deformación de la carretera el cual no permite el servicio de transporte fluente, siendo esto una de las causas de que la producción agrícola baje sus precios a la hora de venderlos, acceso limitado, pérdida de tiempo, Al ser un suelo arcilloso un gran factor determinante es las maquinarias de transporte pesadas que pasan con la producción de caña de azúcar, siendo estas carrocerías los que deforman la carreteras pocos vulnerables por el amplio peso que ejerce sobre la rasante arcillosa.

Habiendo realizado las investigaciones se ha encontrado las siguientes investigaciones a nivel internacional se encontró que.

La investigación de Thenoux Carrillo en Chile en el 2008 en su título de tesis La utilización de la ceniza de cáscara de arroz para estabilizar la sub rasante en los suelos arcillosos el cual tiene como objetivo aprovechar los residuos agrícolas para obtener beneficios en la estabilización de los suelos arcillosos, teniendo como conclusión, que los materiales agrícolas bajo su reacción puzolánica obtiene un buen elemento en la ceniza de cáscara de arroz y son potencialmente utilizables para la utilización en estabilización en adición de la sub rasante por su buena condición que arroja el CBR al 14.32%, con aciertos beneficios económicos y ambientales.

Leonardo Behak en Uruguay en el 2007, en su tesis que lleva como nombre la Estabilización de una arena con ceniza de cáscara de arroz y cal donde el objetivo principal de esta investigación es determinar si la estabilización son adecuados para las capas de sub rasante teniendo como conclusión que la influencia del tiempo de curado, los niveles de la Ceniza de Cascara de Arroz y los tipos de Ceniza de Cascara de Arroz en los parámetros de Puzolanización producido a temperaturas entre 650 ° C y 800° C mostró una mayor actividad debido a su estructura amorfa. Se obtuvieron los valores máximos de módulo de deformación y resistencia a la compresión de CBR al 16.21% de su densidad requerida para las mezclas con a una temperatura controlada. Mezclas. Suelo – ceniza de arroz que demuestra la aparición de reacciones puzolánicas.

Roció Pérez Callantes en el Perú en el 2012, en su tesis de investigación, Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos planteando como objetivo el uso de cenizas para estabilizar los suelos arcillosos para mejorar la transitabilidad y el uso sostenible de la localidad el cual arrojaron en su conclusión que las cenizas de la ramas sobrantes de la tala de árboles sometidos a una Puzolanización se obtuvo el sílice adecuado para estabilizar suelos arcillosos donde los resultados obtenidos indican que la adición de ceniza en el suelo arcilloso aumento del 4% del cbr natural al 10.17 % del CBR con adición de cenizas.

Nelson Sánchez Pérez en el Perú en el 2014, en su investigación Estabilización de suelos arcillosos para fines de construcción de pavimentos en el tramo de Socosani a Yura en el departamento de Arequipa utilizando ceniza de panca de maíz Teniendo como objetivo encontrar la dosificación adecuada del para obtener mejores resultados con la mezcla de la ceniza de panca de maíz con y suelo arcilloso, donde se concluye que se reportan buenos resultados en cuanto a la mejora de C.B.R. dando un 11.32% como resultado, también muestra mayor resistencia en el ensayo de compresión

en penetración , pero recomienda que el estabilizante incorporado no es menor del 15% ni mayor al 45% del peso del suelo según la norma peruana.

En el ámbito local se encontró que la investigación de Cesar Bocanegra López en Chimbote el 2015, en su investigación titulada Eestabilización de suelos arcillosos de la ciudad de Yamos - Huánuco mediante la adición el 5% de cenizas cáscaras de arroz. Tiene como objetivo Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionado y sin adicionar mediante el ensayo de Proctor modificado y Determinar la resistencia y capacidad de carga del suelo arcilloso adicionado y sin adicionar mediante el ensayo del CBR. Teniendo como resultados satisfactorios donde el trabajo permiten concluir que es posible utilizar los desechos de cascaras de arroz benefician al sector de la construcción aportando en sus propiedades tanto en PROCTOR como CBR un resultado estimado en 12.98%, También se puede recurrir a mejores resultados si se puede variar según sus adiciones de desechos de cascara de arroz que se le puede aplicar en las posteriores investigaciones.

En el aspecto en ingeniería de todas las ramas especificando la ingeniería civil él suelo es el agregado en estratos que se encuentra en la parte terrestre con todas sus composiciones físicas y mecánicas y químicas siendo estas solidas conjuntamente con el gas que se encuentran en los espacios vacíos (M. Das, 1999, p.1).

El suelo es una variedad en conjunto de partículas con definición en sus propiedades que varían de acuerdo a su tipología (Juárez y Rico, 2010, p.34).

El suelo se organiza con todo los componentes que existe en la parte terrosa siendo este un aglomerado de desechos, hasta las moléculas que están bien compactadas internamente, donde la tierra pueden estar duras o suaves. Como también se conforman de gravas, rocas madres, ígneas, etc. Cuando las moléculas de estos materiales están bien unidas por su naturaleza al ser expuestas se obtienen deformaciones de esponjamiento o rajaduras en su

composición externa como también interna de su cuerpo, siendo el líquido o el agua el componentes más reactivo que puede transformar, mejorar, destruir, sus propiedades del material terroso, arenoso, arcilloso, etc. Y esto es fácil de distinguirlo (Juárez y Rico, 2010, p.34).

El suelo se produce por el ambiente de la intemperie, donde existen tipos de rozamientos y quiebres de rocas madres que originan gravas en distintas proporciones en tamaños que varían sin modelaje el cual va tener algunas complicaciones en mejora o en debilidad de sus propiedades como las química y física, los suelos prácticamente de cantera son los que se originan en un lugar exacto el cual va conformar material de un solo detalle para ello es posible tener que observar las variedades de terrenos en donde existen un solo tipo de suelo y que se van modificando pasando los años aumentando su volumen (M. Das, 1999, p.2).

Los suelos en su origen tiene un sinfín de ilustraciones como material predominante en el territorio que abarca se ha buscado un objetivo general para ver el desarrollo de la evolución de las composiciones de la tierra siendo esto detallado en los márgenes de la ciencia, el cual fueron evaluando la variedad de suelos existentes con su variedad que lo caracteriza, la geología a resuelto un gran elemento en nuevos conocimientos a la distribución y nombramiento a cada tipo de suelo y promover en su desarrollo sus características, el hombre solo puede manipular el suelo mas no puede generarla, donde el hombre solo puede hacer mejoras en sus modificaciones (Juárez y Rico, 2010, p.35).

Las arcillas en general son un tipo de suelo que es el más sensible a los demás y para ello está la existencia de la arcilla inorgánica y el orgánico, con una variación en los símbolos que están clasificados según el sucs SC y estas pueden variar correspondiente al índice de grupo que pueda obtener el estudio e cada suelo arcilloso, el cual puede tener una clasificación adecuada del terreno que se quiera estudiar (Crespo, 2004, p.93).

Las arcillas es el suelo con los elementos más finos que tienen un diámetro que varía desde los 0.005mm, y es más conocido popularmente por ser de alta plasticidad al ser adicionado agua, normalmente en su composición química las arcillas mantienen aluminato como también sodio y potasio el cual atrapa el hidrógeno con el oxígeno y es muy propenso a captar agua en sus polos positivos, también de poseer silicato mantiene su estructura en forma mientras no se adhiera agua ya que el magnesio lo mantiene unido en su composición interna de los estratos moleculares (Crespo, 2004, p.22).

Las arcillas por ser de los elementos más finos del suelo que existe tiene la tendencia a retener la humedad en todo el área de la materia y que se puede calcular el agua por la unidad de volumen que este puede adquirir ya que todo tipo de suelo puede tener esta propiedad es por esto que su volumen varía de acuerdo a la expansión que se ejerce sobre las arcillas ya que tienden a tener reacciones horizontales (Crespo, 2004, p.39).

La arcilla tiene una característica principal el cual es la fluidificación para tener una cuantificación el cual se puede realizar a simple vista, observando cómo reacción con la cantidad de agua y electrolito que se sumerge en la arcilla, y comparando a detalle el comportamiento de otros materiales (Morales, 2005, p.113).

El pH de las arcillas no es idóneo pues no se encuentran en el rango de 9 – 10 que son las ideales de todo suelo, donde la plasticidad es natural del mismo suelo arcilloso por su originalidad, teniendo en cuenta que la Refractoriedad de las arcillas es muy complejo por el gran contenido químico (Morales, 2005, p.120).

Las gravas en general son todas aquellas proporciones de material duro que tienen una dimensión de más de 2 mm ya sean redondas o sin forma porque no importa su forma, así haya pasado por un suceso natural de ebullición.

Esto también se puede encontrar en los cantos rodados como en los ríos el cual sufren un proceso de rodadura y pérdidas en su tamaño, y en muchos lugares donde las piedras o gravas han sido transportadas y se tiene que tener muy en cuenta que los tamaños son los que los distingue es por ello que se tiene en cuenta lo siguiente que las arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían son menores (Crespo, 2004, p.22).

La arena son los granos finos que llegan desde la disminución de las rocas o de su trituración natural o manipulada y cuyas componentes varían entre 2milímetros y 0.05milímetros de diámetro en su cuerpo, también se sabe que su procedencia viene en conjunto con el origen de las gravas pues ambas se depositan en el mismo territorio, es decir que se encuentran en el mismo lugar en el que se da origen. Son muy distintas a otros tipos de suelos pues las arenas son una dimensión más grande que los limos y las arcillas y esto también no obtiene plasticidad al adherir agua y es más compacto en su estructura (Crespo, 2004, p.22).

La parte de la resistencia en el suelos estamos hablando en general a la resistencia al esfuerzo cortante, donde los suelos deben distinguirse por sus propiedades, en la parte de fricción y el completo que genera la unión al estar bien comprimido en conjunto, el deslizamiento es lo que más afecta a los suelos que obtienen baja resistencia pues en sus propiedades son muy débiles y requieren de mejora (Rico, 2005, p.64).

Las cargas eléctricas de los suelos las cargas tienen que ver mucho en la función en las propiedades de los elementos del suelo pues ello varían químicamente en su composición y es por ello que las cargas positivas hacen que los aniones y los cationes funciones en repelencia y esto hacer que las cargas tiendan a expandirse o a contraerse o por ultimo a rechazar contraerse y hacer más fuerte la unión de ambos elementos , pero como se sabe si las cargas son positivas y negativas tienen a tener más unión y mejor funcionamiento de las cargas eléctricas en acorde (Garnica, 2002, p.15).

El peso volumétrico aparente es el proceso donde el volumen de los poros vacíos de un material va formando parte del suelo y para ella es posible determinar el peso en el volumen seco y suelto de un suelo en común y se coloca el material que ha sido escogido y secado dentro de un recipiente de volumen prácticamente conocido, el cual es pesado, y restando el peso del recipiente nos dará el dato de peso volumétrico seco y suelto del suelo (Crespo Villalaz, 2004, p.41).

En la absorción es estudio del material para ver el grado de humedad que tiene el material a usarse que en común son los tipos de suelos, es por ello que el material en 24 horas de proceso de secado se descifra con pesos húmedo y seco la diferencia para obtener el grado de absorción en porcentajes de acuerdo al peso que se realizó al estar en el estado natural o húmedo (Crespo Villalaz, 2004, p.45).

Los investigadores llegaron a tener ideas distintas acerca de las propiedades del suelo ya que cada uno de ellos cuentan con características distintas y para eso diferenciaban cada punto del tema en grados y separándolo por complejidad del tema (Aguilar, 2012, p.13).

El análisis granulométrico es la selección de un proceso de los granos de un estrato de suelo previsto en tamaños en milímetros el cual serán procesadas en por una escala granulométrica este determinara la granulometría por una serie de huecos enmallados de distintos diámetros que actúen como separadores aislantes de los granos el cual tiene como nombre el tamizado (Pozo, 2010, p.119).

El límite de Atterberg es un ensayo mediante el cual encontramos la plasticidad de un tipo de suelo, y para ello vemos el grado de humedad con el cual reacciona el suelo en su comportamiento líquido y plástico, dentro de ello se realizara un proceso de diferencias entre el estado líquido y el estado plástico para ver el índice de plasticidad el cual va determinar si la plasticidad es la adecuada o es inestable (Sanz, 1975, p.36).

El Próctor modificado es un ensayo mediante el cual se puede encontrar la humedad requerida con el grado de humedad y ver la compactación ideal del suelo a través del peso volumétrico que se encuentra dentro de un molde a esto se le llama densidad relativa por volumen bajo una humedad requerida, y para ellos se hace un proceso el cual consta de una variedad de golpes que varían en 5 capas y que tienen que ver con las herramientas que se utilizan para encontrar dicha densidad (Valero, 1978, p.50).

Gracias al ensayo PROCTOR que hemos estudiado anteriormente, se puede definir una humedad y una compactación standard para un suelo determinado. Partiendo de las condiciones así definidas se puede estudiar y medir la resistencia mecánica de un suelo; esta es la finalidad del ensayo CBR (california Bearing Ratio) puesto a punto por los ingenieros americanos. Se utiliza el mismo molde que el del PROCTO modificado, y se mete dentro la muestra del terreno que se desea estudiar, humificando hasta la humedad optima PROCTOR. Y se sumerge en el agua durante 4 días de forma que las condiciones sean lo más desfavorables posible (Sanz, 1975, p.52).

La estabilización del suelo es la manipulación intencionada para mejorar sus propiedades tanto físicas, químicas, mecánicas para tener una mejor utilización del suelo (Valle, 2010, p.13).

La estabilización mecánica, en esta parte de lo referido trata del mejoramiento de un elemento bajo carga de maquinarias en proceso de manipulación in situ y es por ello que a veces va requerir de la parte química y física del elemento ya que es un aporte para poder mejorar y es muy útil en lo que es estabilización. Teniendo en cuenta que la estabilización física es tener que mejorar el suelo bajo rangos requeridos en su proceso el cual se puede someter a sustitución del material y tener modificaciones en su aspecto físico intercambiando sus propiedades y características en general. La estabilización química es el proceso mediante el cual se puede mejorar el

suelo con productos químicos o sustancias que ayuden a elevar el rango de resistencia del suelo en adición de los estratos generales (Valle, 2010, p.16).

La Puzolanización es el proceso mediante el cual las cenizas de un desecho orgánico van a generar un producto químico llamado silicato de calcio el cual se obtendrá bajo un cargo de requerimiento el cual es estar sometido a una temperatura que fluctúe de 700 a 800 grados centígrados durante un tiempo de 2 horas en combustión para poder obtener un grado de silicato de calcio óptimo (Labahn y Kohlhaas, 1985, p.191).

El agua y las arcillas estas interactúan de acuerdo a la composición química de las arcillas al ser el elemento principal para su plasticidad ya que los componentes químicos como sodio y potasio predominante en las arcillas hacen que ejerza una gran compatibilidad en absorción y retención de líquidos en el cuerpo de esta materia (Das, 1999, p.6)

Sub rasante de carreteras con cenizas es utilizado como adición en los suelos para modificar el contenido químico de este, en ello la reacción es positiva y reduce los grados de humedad y mejor compactación obteniendo garantías en su resistencia para el uso de transitabilidad (Ríos, 1995, p. 289).

Suelos licuables esta normado que pueden sufrir serios daños bajo cargas sísmicas producidas en un rango de 25 km a la redonda de un epicentro el cual puede generar daños en los suelos el cual tiene que ser de una escala de sismo mayo a 5 de magnitud (Matamorros, 1994, p. 47).

Suelos Blandos en varios suelos normalmente es necesario contraer una falla catastrófica de suelos que suele atenuar su resistencia al esfuerzo cortante por el gran intenso remoldeo que acompaña a un colapso estructural (Rico, 1995, p. 131).

Suelos Cohesivos tienden a tener en su propiedad interna de estos suelos como las arcillas a ser cohesivos debido a sus escasos y son los formados por partículas de particular dimensión como la arena y el limo (Crespo, 2004, p.26).

Los suelos colapsable tienen en sus características un índice de plasticidad en aumento donde el límite líquido va en exceso, en estos tipos de suelos están incluidos las zonas restringidas Húmedas, Pantanosas (Crespo, 2004, p.85).

Los suelos húmedos varía de alguna forma con el contenido de agua, más en unos que otros la definición del color se alcanza más rápidamente en suelos muy húmedos o secados al aire (Hodgson, 1987, p.39).

Suelos Pantanosos es cuando el agua que corre sobre la superficie del terreno, lo traspasa y luego se de qué se infiltra llega a un nivel superficial estable el cual no recorre y queda humedeciendo el suelo de forma permanente y satura la zona supra adyacente a esa capa formando el nivel freático (Rico, 2005, p. 1269).

Suelos con alta resistencia por su naturaleza son los suelos que tienen gravas en su haber donde la manipulación del suelo puede mejorar también a los suelos débiles para fortalecerlas y tener una buena resistencia idónea y pueda soportar todo tipo de daños ante eventualidades de drenaje, heladas, congelación (Crespo, 2004, p. 94).

La sub rasante se refiere al suelo que se encuentra aproximadamente medio metro bajo el terreno encaminado de acuerdo a las normas que ya están establecidas en el Perú y es por ello que se tiene que tener en consideración esta parte del suelo pues la estratigrafía demostrara de que está compuesta esta parte del suelo y por reglamento se tiene que hacer un estudio para que ver el índice de CBR el cual pueda resistir a todas las cargas que se ejerce en la parte superficial comenzando desde la base sub

base y carpeta asfáltica que se utiliza para algún tipo de diseño de carreteras, es por ello que la sub rasante es la capa principal que se mejora pues el pilar de toda estructura vial. Se debe tener muy en cuenta que las características de la sub rasante que se decretó en 1957 por las especificaciones que se ejecute todo tipo de sub rasante no debe ser menor a 20 cm quiere decir que el mínimo a remplazar o mejorar en esta capa tiene que ser igual o mayor a 20 centímetros donde también esta decretado que el cbr al 95 % es la lectura ideal para la sub rasante con un valor relativo de soporte de 15% como mínimo decretado según las normas del ASTM D, esto permitirá que las funciones que tenga esta sub rasante es de recibir y tener resistencia a todas las cargas de transitabilidad que la parte superficial sostenga y tener un terraplén con un cuerpo bien definido sin deformaciones y en un óptimo estado (Beltrán y Copado, 2011, p. 8).

En esta investigación se tiene como formulación del problema o siguiente ¿Sera factible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa - 2017?

Se tiene como justificación a presencia de innumerables suelos con características mecánicas inapropiadas para la construcción, en carreteras por ejemplo, nos hace a nosotros los estudiantes que estamos a punto de salir a la vanguardia nos da paso a investigar y dar el uso de materiales de préstamo para sustituir a aquellos suelos deficientes los cuales no están garantizados, lo que implica un elevado costo en su construcción por el transporte de estos materiales de mejor calidad, sin embargo, en la actualidad dicho recurso deja de ser una fuente inagotable, por ende existe una preocupación de su uso sostenible.

En este caso, se propone recurrir a la estabilización del suelo natural propio de la zona.

Por otro lado, el Perú se ha convertido en uno de los países más ricos en bancos naturales de la “producción de la caña de azúcar”, su producto está adquiriendo gran importancia en el mercado nacional e internacional. Como contraparte a esto los residuos de la caña de azúcar, bagazo de caña se están desaprovechando al no ser empleados.

Por ende se pretende dar un uso útil a dicho residuos empleándolos como estabilizante, para los cuales el bagazo de caña serán calcinados, y posteriormente incorporada a un suelo arcilloso para mejorar sus propiedades mecánicas, que se evaluarán mediante proctor modificado y CBR de esa manera se contribuye al cuidado del medio ambiente, a darle otra alternativa de uso a dichos residuos y a minimizar el uso de material de préstamo en la construcciones de carretera.

La estabilización de suelos en varias ramas de la ingeniería principalmente en la construcción de pavimentos donde se requiere mejorar las características del suelo ya sea en la resistencia al esfuerzo cortante, deformabilidad, relación de poros y espacios vacíos, ante la presencia del agua, llegando así a un mejor comportamiento del pavimento en su vida útil.

La hipótesis e esta investigación es lo siguiente, Adicionándole las cenizas de caña de azúcar es factible aumentar la estabilización de los suelos arcillosos en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro provincia del santa - 2017

Es por ello que esta investigación tiene como objetivo general determinar la posibilidad de estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa - 2017, así también cuenta con sus objetivos secundarios para una buena investigación los cuales son los siguientes:

Clasificar el suelo extraído del tramo de la carretera de Moro a Virahuanca mediante el ensayo de Granulometría.

Determina el índice de plasticidad del suelo arcilloso sin adicionar y adicionando ceniza de caña de azúcar mediante los ensayos de límites de Atterberg.

Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso sin adicionar y adicionando ceniza de caña de azúcar mediante el ensayo de Proctor Modificado.

Determinar la resistencia y capacidad de carga del suelo arcilloso sin adicionar y adicionando ceniza de caña de azúcar mediante el ensayo del CBR.

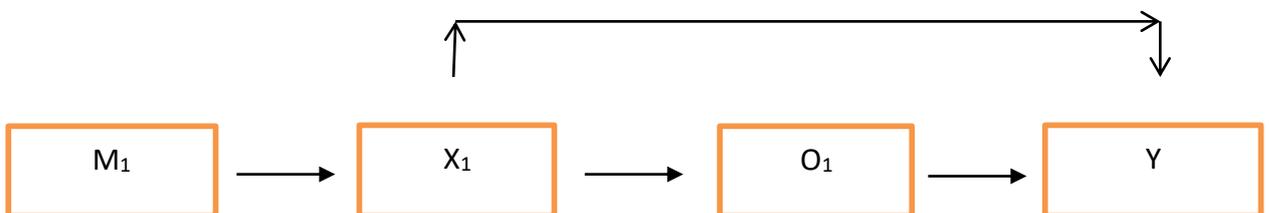
II. MÉTODOS

2.1. Diseño de investigación

No experimental de estudio correlacional porque el investigador ya que busca evaluar la correlación de dos variables: porcentaje de ceniza de caña de azúcar lado y la optimización de estabilización de suelos arcillosos para fines de mejoramiento de la sub rasante, la investigación se realizara ingresando adrede una variable que no existe normalmente en los suelos

2.1.1 Tipo de estudio

Aplicada porque los conocimientos que se generan mediante la investigación ayudan a solucionar problemas prácticos según el siguiente esquema:



M₁: Muestra que se empleará para la investigación

- M₁: Suelos arcillosos

X₁: Variables Independientes

- X₁: Adición de las Cenizas del bagazo de la Caña de Azúcar

O₁ : resultados obtenidos

Y: Variables dependientes

- Y: Estabilización de los suelos arcillosos

2.2. Variables y Operacionalización

Variable	Nombre variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala valorativa	Escala de medición
Indep.	cenizas de caña de azúcar	<p>Caña de azúcar : Es el nombre común de esta especie de herbáceas, vivaces, de tallo leñoso de un género (Saccharum) de la familia de las gramíneas (Gramineae), originaria de la Melanesia y cuya especie fundamental es Saccharum officinarum (Linnaeus, Carl von, 1753)</p> <p>Cenizas: Es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles (UCOL, 2012)</p>	<p>Para fines de análisis detallado de la ceniza de caña de azúcar se clasifica en el siguiente método</p> <p>- Método cuantitativo</p> <p>Permite hacer la evaluación de forma rápida y sencilla para obtener resultados numéricos en un estimativo en peso en cenizas de caña de azúcar al 25%,35%,45% del volumen de la muestra, además a una combustión de 700°C durante de 2 horas con una pulverización en poleas de molino</p>	cenizas de caña de azúcar al 25%,35%, 45% de la muestra a estabilizar	Peso en kg de las cenizas de caña	<p>Tamiz # 200 (ASTM D422)</p> <p>Balanza no automática SE602F</p>	<p>Malo</p> <p>Bueno</p>	Nominal

Variable	Nombre variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala Valorativa	Escala de medición
Dep.	Estabilización de los suelos arcillosos	<p>Suelos En el sentido general de ingeniería, <i>suelo</i> se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (Braja M. Das, 1999)</p> <p>Estabilización: es el proceso mediante el cual, se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades. (VALLE, 2010)</p>	<p>Para fines de análisis detallado de estabilización de suelos se, presenta el siguiente método :</p> <p>- Método cuantitativo Permite hacer la evaluación de forma rápida y sencilla. Son usados para obtener un estimativo de resultados numéricos que nos permite evaluar los suelos mediante ensayos en laboratorio</p>	Propiedades de los suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico • Limite liquido • Limite Plástico • Proctor Modificado • Ensayo CBR 	<p>Granulometría por Tamizado (MTC E 107- 200)</p> <p>Límite de Atterberg (MTC E1090 – 200)</p> <p>Proctor Modificado (MTC E115 – 2000)</p> <p>Cbr California Bearing ratio (MTC E 132 -2000)</p>	<p>Cbr < 3% Subrasante inadecuada</p> <p>Cbr > 3% < 6% Subrasante insuficiente</p> <p>Cbr > 6% < 10% Subrasante regular</p> <p>Cbr > 10% < 20% Subrasante buena</p> <p>Cbr > 20% < 30% Subrasante muy buena</p> <p>Cbr > 30% Excelente</p>	Nominal

2.3. Población y muestra

El suelo natural existente el tramo de moro a Virahuanca el cual consta de un Área de 20,496m² siendo una extensión de 5124metros y 4 metros de ancho donde el material del suelo de tipo arcilloso sin estabilizar.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se usaron protocolos, que fueron formatos estandarizados de acuerdo a la norma ASTM, lo cual permitió recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos:

MTC E 107- 200(granulometría) ASTM D 422

MTC E1090 - 200 (limite plástico e índice de plasticidad) ASTM D 4318

MTC E115 – 2000 (proctor modificado) ASTM D 1557

MTC E 132- 2000 (CBR) ASTM D 1883

2.4.1 Procedimientos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-421):

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño. Esta se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distintos diámetros hasta el tamiz N°200 (diámetro = 0.074mm), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación.

El análisis granulométrico deriva de una curva granulométrica, donde se plantea: diámetro de Tamiz Vs Porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiere dar al agregado.

Equipos Necesarios:

-Balanza no electrónica de 0.1% de error del peso de la muestra.

- Juego de coluna de tamises: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100, N°200, incluyendo tapa de fondo.
- Horno con graduación de temperatura de 110°C como mínimo.
- Recipientes de lata o de cerámica con capacidad para colocar la muestra.
- Lavadero de muestras.

Procedimiento de la granulometría:

Se realizar sobre todo muestras cuya grava no es limpia, si no que contiene mucho material arcilloso que rodea el agregado grueso. Esto ocurre generalmente en afirmado o en muestra que contiene alto porcentaje de material de diámetro menor al del tamiz N°200 (material arcilloso). Para ello se procede de la siguiente manera:

- En un recipiente se agrega la muestra hasta tener la cantidad de material necesario para el análisis, más o menos 100 g.
- Se seca la muestra en el horno durante 16 horas a una temperatura de 110°C o a la intemperie si el clima lo permite, hasta que tenga peso constante.
- Se disgregan los terrones arcillosos del material. Se pesa la muestra seca sin lavar y se anota como P_1 (Peso de la muestra secada al horno).
- Si se pesa la muestra en una bandeja, se descuenta el peso de la misma:

$$P_1 = \text{Peso (recipiente + muestra)} - \text{Peso recipiente}$$

- Se lava, vertiendo el agua sobre el material suspendido en el tamiz N°200, y se elimina el material que pasa por dicho tamiz, que vendría a ser la parte de arcilla del agregado.

Cuando el agregado contiene mucho material arcilloso, es preferible antes de lavarlo dejarlo en remojo por unas horas para que se disuelva la arcilla.

Límite de Atterberg astm 4020

Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

Para este ensayo se usaran las muestras arcillosas que pasaron el tamiz número 40 de la prueba de granulometría de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6.

Se utilizara la norma ASTM 4020, con 200 gr de muestra arcillosa de cada calicata para obtener su límite de Atterberg y contenido de humedad en su dicha prueba

También se utilizara la norma ASTM 4020, 200gr de muestra arcillosa sin incluir en peso de la tara, en el cual se adicionara el 25%, 35%,45% de ceniza de caña de azúcar en proporción a 200 gr de muestra arcillosa en repetición para las calicatas C-2 y C-4

Equipos necesarios:

- Copa de Casagrande
- Taras
- Recipiente
- Balanza no electrónica de 0.01% de error del peso de la muestra.

Procedimiento del Límite Líquido

- Se toma una porción de suelo y se agrega agua hasta, formar una masa pastosa ligeramente húmeda.
- Colocar una porción en la cazuela de Casagrande y pulir la superficie superior hasta que el plano de este quede paralela a la base del instrumento.
- Con el ranudador, se hace una incisión en el centro de la masa, de tal manera que se visualice el fondo de la capsula de la copa de Casagrande.

- Se comienza a girar la manivela, dejando golpear la cazuela y contando los golpes que se hacen necesarios para que las dos mitades del suelo se unan. Si esto no se logra en el primer intento, se debe tomar otra proporción de suelo con un poco más de agua e intentarlo de nuevo hasta conseguirlo.
- Se toma el peso de la tara vacía
- Se toma una porción de la masa de suelo y se introduce en la tara pesada con anterioridad y se pesa de nuevo el conjunto de tara más la porción de suelo
- Se introduce la tara en el horno y se deja secar completamente, para luego timar el peso seco de la muestra.
-

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D 1557):

Un suelo con un contenido de Humedad determinado es colocado en 5 capas dentro de un molde de ciertas dimensiones, cada una de las capas es compactada en 25 o 56 golpes con un pisón de 10 lb (44.5 N) desde una altura de caída de 18 pulgadas (457 mm), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente de 56 000 pie-lbf/pie³ (2 700 kN-m/m³). Se determina el Peso Unitario Seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el Peso Unitario Seco y el Contenido de Agua del Suelo. Estos datos, cuando son ploteados, representan una relación curvilínea conocida como curva de Compactación. Los valores de Optimo Contenido de Agua y Máximo Peso Unitario Seco Modificado son determinados de la Curva de Compactación.

Importancia y Uso

Para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el

control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

Equipos Necesarios:

- Molde de 4 pulgadas
- Pisón o Martillo
- Balanza.
- Horno de Secado
- Regla
- Herramientas de Mezcla

Procedimiento del proctor modificado:

Para el proctor modificado se tiene que tener lista la muestra, en nuestro caso fue la muestra arcillosa con su respectivo pesado en la balanza para proceder a ejecutar el ensayo de proctor modificado

En primer lugar se colocara en un recipiente para ser mezclado con las proporciones de agua adecuada para poder ser compactado en el molde de proctor.

Una vez obtenido la compactación se procede a quitar el anillo y enrasar la parte superior para tener el peso total del molde con el material y llevarlo a la balanza para tener un peso total.

Acto seguido se procede a desarmar el material de la muestra del proctor modificado para sacar una proporción adecuada de la parte media, después de ello se vaciara a una tara para tener un peso adecuado en la balanza y ser llevado al horno para su respectivo secado a una temperatura de 110° centígrados y poder diferenciar el porcentaje de humedad.

Cálculos:

La curva al 100 % del ensayo del proctor modificado se verá en una tabla el cual obtendrán los valores máximos de densidad seca y óptimo contenido de humedad de acuerdo a las tablas

CALIFORNIA BARING RATIO (CBR)

Con este ensayo se puede medir la resistencia del suelo con su e humedad y densidad seca.

INSTRUMENTOS:

- Molde de diámetro de 6 pulgadas con una altura de 7 pulgadas y con un collar de 2 pulgadas de altura.
- Disco espaciador de acero.
- Martillo con un peso de 10 libras Y una altura de caída de 18 pulgadas.
- Trípode y dial deformímetro.
- Pesas de 5 lb.
- Pistón de diámetro de de 2 pulg.
- Aparato para aplicar la carga: Prensa hidráulica anular
- Herramientas varias: balanza no electrónica, columna de tamices cronómetro controlado, papel filtro, horno a temperatura a 110°, tanques para inmersión de muestra a saturar o pozo de agua, etc.

Se usara 20 kg de material para realizar el ensayo de cbr, en primer lugar se va a tener que colocar el material en el horna a una temperatura de 60° para poder disgregar los terrones de la muestras y poder ser procesadas.

El material se pasara por la columna de tamices para poder ser zarandeadas y ver la granulometría de la muestra ensayada.

El material que queda retenido en la malla número 40 y con la ayuda de una espátula ancha mezclamos todo muy bien y obtenemos la humedad que tiene el material en ese momento.

Llenamos el molde en 5 capas con las mismas medidas cada uno de ellos, compactamos bien con los golpes necesarios producidos por el pisón con sus respectivos golpes para cada espécimen.

En el molde con el material damos 10, 25,56 golpes por capa, acto seguido se procede a sacar el collar de la parte superior para poder enrasar el molde inicial, luego de ello se procede a intentar sacar material del medio de la muestra para ser procesada

- Se coloca un filtro con plato graduable.
- Las pesas se colocan Sobre este plato.
- Se sumerge el molde con la muestra en un depósito con agua que quede totalmente sumergida.
- Se encima un trípode con un marcador y se va tomando lectura con el dial y se tomará cada 24 horas.
- Después de 96 horas se hará una lectura final

- Hacemos lecturas cada 0.025" con el equipo de california Bearing ratio con una penetración y anotamos la carga que se ha conseguido con la lectura del dial.
- Analizamos la curva de penetración del ensayo, tenemos la resistencia de 0.1".
- Si los CBR para 0.1 pulgadas y 0.2 pulgadas son semejantes se repetirá el ensayo.

2.4.1. Validación y confiabilidad del instrumento

Se emplearan normas técnicas en el presente estudio que no requieren de validación por juicio de expertos ni de evaluación de confiabilidad por que han sido elaborados por un equipo altamente especializado en la materia

quienes crearon las normas ASTM, ASHTO y SUCS que hoy constituyen procedimientos estandarizados que tienen alcance nacional e internacional

2.5. Métodos de análisis de datos

Se someterá a las muestras al ensayo de proctor modificado, se obtendrá la densidad en seco y luego esto se medirá con el índice del CBR y nos ayudaremos mediante software como el MS EXCEL 2013 el cual nos brindará gráfico de bastones, histograma de frecuencias absolutas o relativas y gráfico de barras, en el cual se obtendrán valores para la media, desviación estándar, varianza.

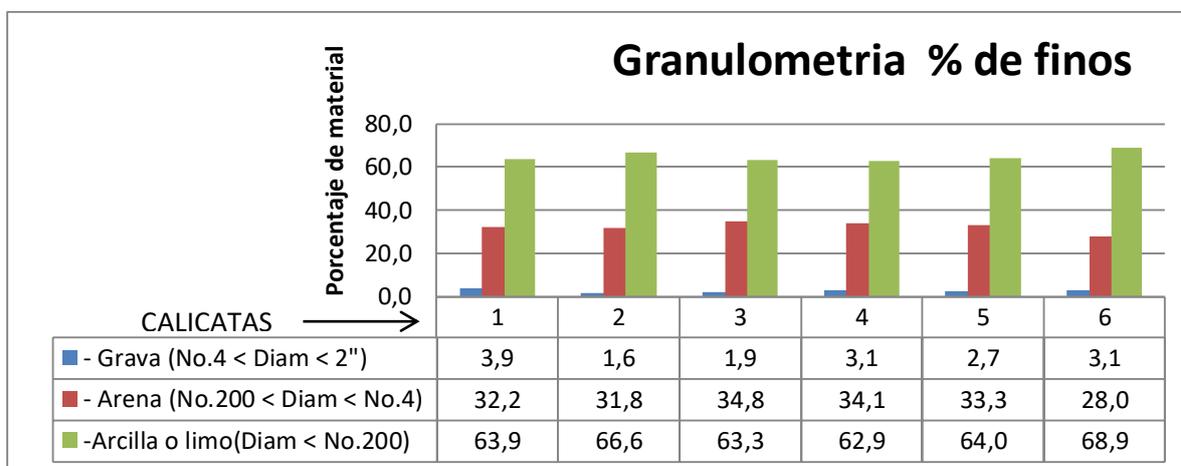
2.6. Aspectos éticos

Se considerará que la realización de esta investigación, se basa en diversos aspectos éticos, donde todos los resultados tendrán criterios necesarios para obtener datos reales, sin ser manipulados o alterados, se ha tomado como datos antecedentes y marco teórico de distintos libros, tesis y normas debidamente citados y se ejercerá el respeto de sus autorías. Los datos de esta investigación son confiables por el investigador.

III.RESULTADOS

En los estudios que se realizó en esta investigación se ha logrado analizar cada uno de las propiedades del suelo a estabilizar, donde se ha encontrado por medio del ensayo de análisis granulométrico ASTM 422, que el suelo natural se encuentra en una clasificación de suelo según AASHTO (SC) arcilloso, que determina que el suelo no brinda las propiedades adecuadas para su utilización como carretera, ya que se ha comprobado que su humedad es relativamente superior a lo normal por ende sus límites de consistencia es elevado siendo esto un factor predominante para que este suelo obtenga baja resistencia a las cargas, según se ha demostrado en los ensayos que se ha realizado de Proctor Modificado y Cbr. Se ha confirmado que si es posible estabilizar el suelo arcilloso mediante la adición de la ceniza de caña de azúcar obteniendo mejoras notables en las proporciones adecuadas según indica este estudio, por consiguiente se logra mejorar las propiedades del suelo pues se ve la gran reducción del índice de plasticidad, el cual va a disminuir el grado de humedad, Es por ello que los ensayos de compactación Proctor Modificado y de Cbr confirman que al adicionar este elemento cementante garantiza la estabilización del suelo arcilloso para fines de utilización con sus propiedades mejoradas.

GRAFICO N°1: Análisis Granulométrico En Porcentaje de Finos



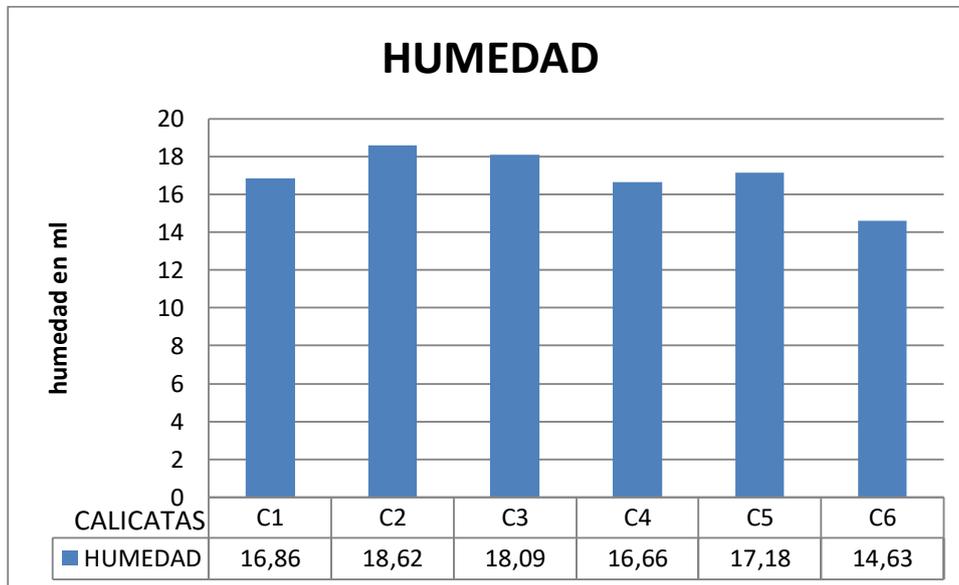
Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN: En esta distribución destacamos los porcentajes de finos que predomina donde la arcilla obtiene los rangos más altos en la calicata seis con un valor total del 68.9% de material arcilloso, 28% material arenoso, 3.1 de material gravoso. Seguido por la calicata numero dos con un valor de 66.6% de material arcillas, 31.8% de material arenoso, 1.6% de material gravoso. Le sigue la calicata número 5 con un total del 64% de material arcilloso, 33.3% de material arenoso, 2.7% material gravoso. Luego sigue la calicata número 1 con un total del 63.9% de material arcilloso, 32.2% de material arenoso, 3.9% material gravoso. Seguido por la calicata número 3 con un total del 63.3% de material arcilloso, 34.8% de material arenoso, 1.9% material gravoso. Por último se tiene el que menos tiene en porcentaje arcilloso el cual es la calicata 4 con 62.9% de material arcilloso, 34.1 material arenoso, y 3.1 de material gravoso.

INTERPRETACIÓN: De acuerdo a la estratigrafía del suelo de las seis calicatas y extracción de la muestra ubicado en la parte media de cada una de ellas, se demostró que las muestras llevadas al laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo para ser zarandeadas a través del tamizado granulométrico, arrojó que es un suelo arcilloso (SC A(6) según AASHTO) con un índice de grupo (11) el cual lo clasifica como un suelo inestable, con notable fallas de resistencia donde el

grado de arcilla que pasa la malla número 200 varía desde 63.9% hasta 68.9% de la muestra total .

GRAFICO N°2: Porcentaje de Humedad de Calicatas

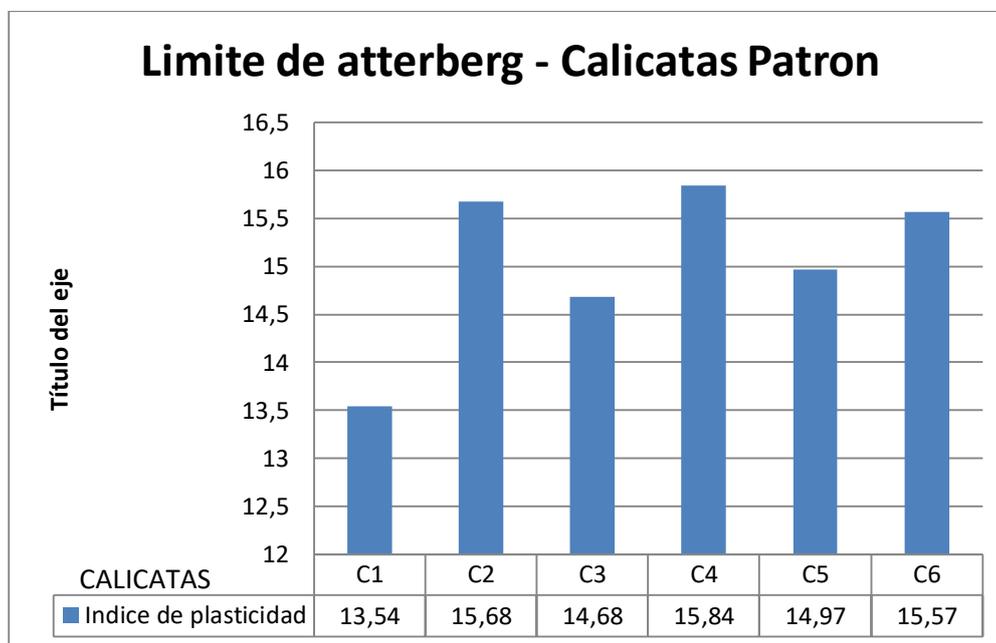


Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN: En esta distribución destacamos los porcentajes de Humedad de las muestras de las seis calicatas se obtiene un resultado el cual varia con la escala mayor en la calicata 2 con un 18.62% de Humedad seguido por la calicata 3 con un 18.09%. Luego la calicata número 5 con un 17.18% de humedad. Seguido por la calicata número 1 con un 16.86% de humedad. Luego por la calicata 4 con 16.66% de Humedad. Y por último la calicata 6 el que menor humedad tiene con un 14.63%.

INTERPRETACIÓN: en los resultados obtenidos podemos demostrar el alto contenido de humedad que están presentes en las muestras arcillosas, ya que debido a su composición química atraen humedad y es por ello que al ser evaluados en su peso húmedo y peso seco se puede ver que la variación del contenido de humedad, obteniendo resultados que varían desde 14.63% hasta 18.62% de humedad de las calicatas mostradas.

GRAFICO N°3: Limite de Atterberg Calicatas Patrón

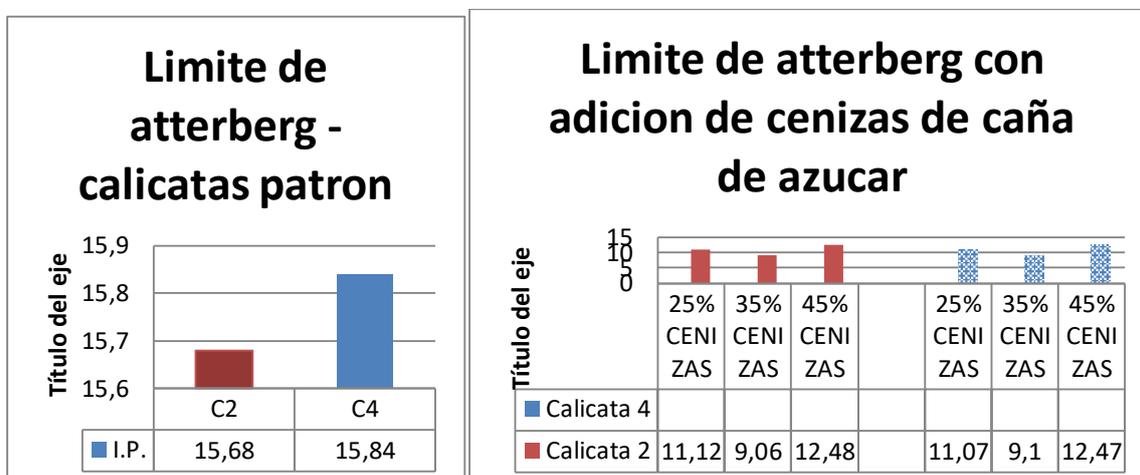


Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN: En esta distribución destacamos los porcentajes del índice de plasticidad donde el predominante es la calicata 4 con un 15.84% de I.P. seguido por la calicata 2 con un 15.68% de I.P. quienes son los que tienen más deficiencia Luego le sigue la calicata seis con un 15.57% de I.P. Seguido por la calicata 5 con un 14.97%de I.P. Como penúltimo tenemos la calicata 3 con 14.68% de I.P. Y por último tenemos al que menor índice de plasticidad tiene con un 13.54%.

INTERPRETACIÓN: El índice de plasticidad de cada una de las muestras que fueron sometidas en los ensayos de limite líquido y limite plástico logran demostrar que hay un alto índice de plasticidad que varía desde el 15.84% y 13.54% destacando que estos suelos al ser humedecidos capturan el líquido y se vuelve altamente plástico y esto no permite que este suelo sea apto en resistencia para cargas.

GRAFICO N°4: Limite de Atterberg Calicatas con Adición



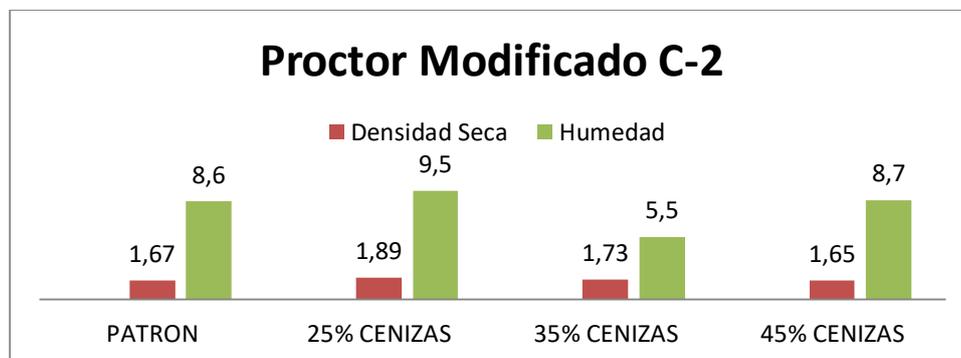
Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN: En esta distribución destacaremos el Límite de Atterberg de las calicatas patrón quienes fueron seleccionados los 2 que tienen más deficiencia siendo la calicata C2 con 15.68% de I.P. y la calicata C4 con 15.84 de I.P. A ellos se les adiciono cenizas de caña de azúcar en porcentajes y podemos observar en el siguiente cuadro derecho que en la Calicata C2 con el 35% de C.C.A. Se obtiene una mayor disminución favorable en el I.P obteniendo el 9.06% seguido por el 25% de C.C.A. Con un I.P de 11.125 y por último el 45% de C.C.A con un I.P. de 12.48. Por otra parte en la Calicata C4 con adición de ceniza de caña de azúcar se observa que con el 35% de C.C.A. Se obtiene una mayor disminución favorable en el I.P obteniendo el 9.1% seguido por el 25% de C.C.A. Con un I.P de 11.07 y por último el 45% de C.C.A con un I.P. de 12.47.

INTERPRETACIÓN: Se evidencio que la muestra patrón obtienen un índice de plasticidad elevado por consiguiente son las más expuestas al I.P. y son las C-2 y C-4 Se demostró que mediante la adición del 35% cenizas de caña de azúcar a la muestra patrón disminuye favorablemente su índice de plasticidad de las calicatas patrón que fueron seleccionadas ya que son las más deficientes.

Cabe precisar que al 25% y 45% también disminuyen su índice de plasticidad pero con un porcentaje menor.

GRAFICO N°5: Proctor Modificado Calicata 2



Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN:

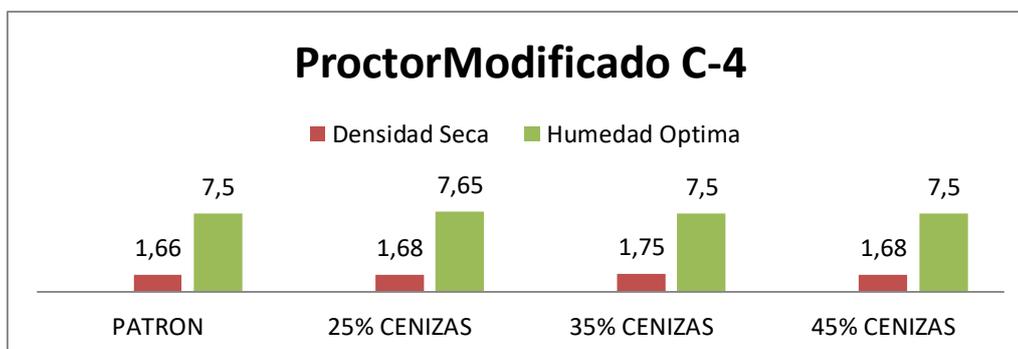
En el proctor modificado para la calicata 2 tomaremos como referencia a la muestra patrón con su mejor densidad de 1.67gr/cm³ con una humedad de 8.6% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. De acuerdo a ello en esta distribución destacaremos la mejor densidad seca obtenida con el óptimo contenido de humedad de cada adición de C.C.A. El que predomina es al 25% con 1.89gr/cm³ con un contenido de humedad de 9.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Seguido por la adición del 35% de C.C.A con 1.73gr/cm³ con un contenido de humedad de 5.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último la adición del 45% de C.C.A con 1.65gr/cm³ con un contenido de humedad de 8.7% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

INTERPRETACIÓN:

Con el ensayo de proctor modificado se logró demostrar que el suelo de nuestra zona de estudio con adición y sin adición de cenizas de caña de azúcar, se ha logrado obtener mediante porcentajes de agua, un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, el cual se eligió a través de una curva encontrando su máxima densidad seca, teniendo como mejor resultado en la calicata dos al 9.5% de agua alcanzando una densidad de

1.89 gr/cm³ hasta el 8.7% de agua con una notable diferencia de porcentaje de agua alcanzado una densidad de 1.65 donde se analizara cuál de ellos obtienen mejor resistencia.

GRAFICO N°6: Proctor Modificado Calicata 4



Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN:

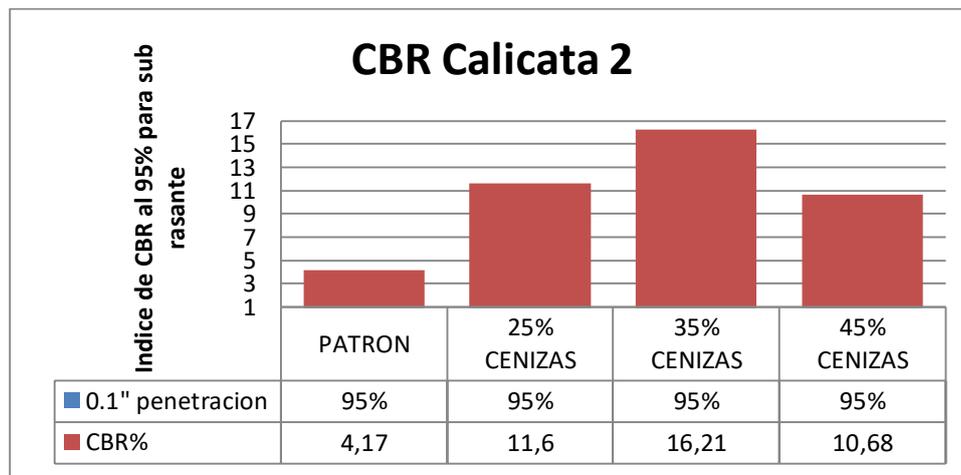
En el proctor modificado para la calicata 4 tomaremos como referencia a la muestra patrón con su mejor densidad de 1.66gr/cm³ con una Humedad de 7.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. De acuerdo a ello en esta distribución destacaremos la mejor densidad seca obtenida con el óptimo contenido de humedad de cada adición de C.C.A. El que predomina es al 35% con 1.75 gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Seguido por la adición del 25% de C.C.A con 1.68gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.65% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado. Por último la adición del 45% de C.C.A con 1.68gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado.

INTERPRETACIÓN:

Con el ensayo de proctor modificado se logró demostrar que el suelo de nuestra zona de estudio con adición y sin adición de cenizas de caña de azúcar, se ha logrado obtener mediante porcentajes de agua, un balance de óptima humedad para dar como resultado una mejor compactación, el cual se eligió a través de una curva encontrando su máxima densidad seca, teniendo como

mejor resultado en la calicata dos al 7.5% de agua alcanzando una densidad de 1.75 gr/cm³ hasta el 7.5% de agua con una notable diferencia de porcentaje de agua alcanzado una densidad de 1.66 donde se verá cuál de ellos obtienen mejor resistencia.

GRAFICO N°7: CBR Calicata 2



Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN:

En el ensayo de california Bearing ratio para la calicata 2 tomaremos como referencia a las muestras.

La muestra Patrón con su mejor densidad seca de 1.67 gr/cm³ con una Humedad de 8.6 % de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1” con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 4.17%.

Destacaremos el mejor índice de CBR que arroja con la adición de C.C.A. El que predomina es al 35% con 1.73 gr/cm³ con un contenido de humedad de 5.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y

medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1” con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 16.21%.

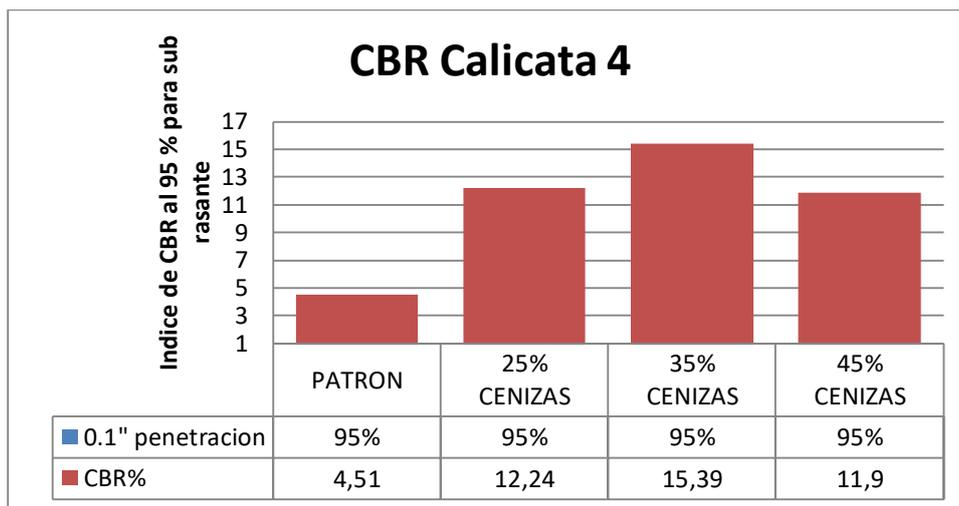
La muestra con adición del 25% de C.C.A con 1.89gr/cm³ con un contenido de humedad de 9.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1” con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 11.6%.

Por último la adición del 45% de C.C.A con 1.65gr/cm³ con un contenido de humedad de 8.7% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1” con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 10.68%.

INTERPRETACIÓN:

El ensayo de CBR es para definir si el suelo es bueno o malo para ser utilizado como carpeta de rodadura cumpliendo los requerimientos de la norma del ministerio de transportes y comunicaciones E-101, los ensayos de CBR obtenidos en esta investigación dio como resultado que el patrón arrojara un CBR al 4.17% es una sub rasante malo y nos damos cuenta que sigue aumentando la resistencia adicionándole el 25% de cenizas de caña de azúcar donde el porcentaje de CBR alcanza un 11.60%. En la adición del 35% de cenizas de caña de azúcar logro un 16.21% de CBR siendo el predominante, después de ello al adicionarle 45% de cenizas de caña de azúcar el material sufre descompensación y ya comienza a variar el modulo alcanzando un 10.68% de CBR.

GRAFICO N°8: CBR Calicata 4



Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN:

En el ensayo de california Bearing ratio para la calicata 4 tomaremos como referencia a las muestras.

La muestra Patrón con su mejor densidad de 1.66 gr/cm³ con una Humedad de 7.5 % de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1" con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante arrojó un resultado de 4.51%.

Destacaremos el mejor índice de CBR con la adición al 35% C.C.A. con 1.75 gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1" con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 15.39%.

Seguido por la adición del 25% de C.C.A con 1.68gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.65% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1"

con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 12.24%.

Por último la adición del 45% de C.C.A con 1.68gr/cm³ con un contenido de humedad de 7.5% de la muestra utilizada en el molde del proctor modificado y luego de saturarlo y medir su resistencia con una penetración correlacional al 0.1” con una lectura al 95% de CBR para la sub rasante nos arrojó un resultado de 12.90%.

INTERPRETACIÓN:

El ensayo de CBR es para definir si el suelo es bueno o malo para ser utilizado como carpeta de rodadura cumpliendo los requerimientos de la norma del ministerio de transportes y comunicaciones E-101, los ensayos de CBR obtenidos en esta investigación nos dio como resultado que el patrón arrojara un 4.51% el cual es una sub rasante malo y nos damos cuenta que sigue aumentando la resistencia adicionándole el 25% de cenizas de caña de azúcar, donde el porcentaje de CBR alcanza un 12.24%. Teniendo su máximo valor del CBR en la adición del 35% de cenizas de caña de azúcar obteniendo 15.31% de CBR, después al adicionarle 45% de cenizas de caña de azúcar el material sufre descompensación y ya comienza a variar el modulo alcanzando un 11.9% de CBR.

IV. DISCUSIONES:

1. En los estudios de Thenoux Carrillo, concluye que aprovechando la cascara de arroz como ceniza, logra obtener un estabilizante de suelos. Ya que el suelo es altamente arcilloso según su clasificación mediante las normas internacionales SUCS nombrándola un SC con un índice de grupo 9 y con un índice de plasticidad I.P. que varía de 11% hasta 15%, el suelo sometido al ensayo de proctor modificado alcanzo 1.52gr/cm³ de densidad seca con un grado de humedad al 6.9% esto demostró que la investigación de Diego Pérez llegue a concretar una ceniza capaz de estabilizar el suelo arcilloso con un índice de cbr al 14.32%, es importante saber que en su tesis adiciono un porcentaje de 20% de ceniza de cascara de arroz, donde si comparamos su estudio con esta tesis nos damos cuenta que coinciden es por ello que afirmamos los resultados que nos brinda, donde podemos decir que el suelo en esta investigación también es altamente arcilloso el cual está clasificado como un SC teniendo un índice de grupo 11, donde el índice de plasticidad I.P. varía entre 13.54% a 15.68%. Evaluando la compactación a través del Proctor Modificado adicionando y sin adicionar cenizas de caña de azúcar se obtuvo un valor máximo de densidad seca 1.75gr/cm³ con 7.5% de grado de humedad y por consiguiente el resultado final alcanzó un CBR de 16.21%. Todo ello logrado con una adición de ceniza de caña de azúcar al 35%. Ambos métodos nos dan resultados similares y que cuyo suelo arcilloso trabaja bien con la adición requerida en lo que se refiere a la resistencia del CBR,
2. En la Investigación que realizo Leonardo Behak en Uruguay busco estabilizar el suelo arenoso con adición de ceniza de cascara de arroz, demostrando en sus ensayos de granulometría que es un suelo clasificado SC con un índice de grupo (7) obteniendo variación en el contenido de humedad de sus muestras, también su índice de plasticidad es relativamente alto por ser un suelo arcilloso obteniendo resultados que varían de 12.12% de I.P. al 17.56% de I.P. Después este proceso adiciono ceniza de cascara de arroz para someterlo al ensayo de proctor modificado, obteniendo buenos resultados dando como lectura 1.89gr/cm³ con un contenido humedad de

8.2%. por consiguiente el proceso de análisis de resistencia del suelo brindándonos el CBR con un valor de 17.21% y es por ello que su metodología empleada en la adición de la ceniza de cascara de arroz al 30 % es similar a esta investigación por lo tanto corroboramos que la investigación de Leonardo Behak es asertiva ya que comparándola con en esta tesis podemos decir que el suelo clasificado es altamente arcilloso clasificado como un SC con un índice de grupo 11, teniendo en cuenta que el índice de plasticidad I.P. varía entre 13.54% a 15.68% Evaluando su compactación a través del Proctor Modificado adicionando y sin adicionar cenizas de caña de azúcar se obtuvo un valor máximo de densidad seca 1.75gr/cm³ con 7.5% de grado de humedad y por consiguiente el resultado final alcanzó un CBR de 16.21%. Todo ello logrado con una adición de ceniza de caña de azúcar al 35%. Esto hace que una buena investigación con desechos de productos agrícolas sean confiables para la estabilización de los suelos arcillosos.

3. En la investigación que Roció Pérez Callantes en el Perú en el 2012, en su tesis de investigación, Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos, según su granulometría es arcilloso su clasificación de suelo SC con un índice de grupo (6) con un contenido de humedad que alcanzar el 25.02%. Nos brinda la información que su límite de Atterberg a través de sus ensayos de límite líquido y límite plástico obtienen un índice de plasticidad que varía entre 11.21% I.P hasta 18.29% de I.P. Mediante la adición de cenizas de los carbón arroja un resultado de proctor modificado del suelo adicionado, alcanzando 1.46gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 5.9% y por consiguiente el resultado final alcanzó un CBR de 10.17% es por ello que se corrobora dicha investigación como fuente confiable ya que es un elemento agrícola y que tienen similitud en su aspecto metodológico donde la manipulación intencionada de la variable independiente en adicionar el 25% de cenizas, comparando las investigaciones podemos decir que el suelo clasificado en esta tesis también es altamente arcilloso el cual está clasificado como un SC con un índice de grupo 11, teniendo en cuenta que

el índice de plasticidad I.P. varía entre 13.54% a 15.68% evaluando su compactación a través del Proctor Modificado adicionando y sin adicionar cenizas de caña de azúcar se obtuvo un valor máximo de densidad seca 1.75gr/cm³ con 7.5% de grado de humedad y por consiguiente el resultado final alcanzó un CBR de 16.21%. Todo ello logrado con una adición de ceniza de caña de azúcar al 35%. Ambos métodos nos dan resultados similares y que cuyo suelo arcilloso trabaja bien con la adición requerida en lo que se refiere a la resistencia del CBR.

4. El investigador Nelson Sánchez Pérez en su estudio de estabilización de sub rasante en suelos arcillosos con adición de panca de maíz con fines de pavimentación donde concluyo que el suelo es altamente arcilloso en el tramo de Socosani a Yura en el departamento de Arequipa según consta sus calicatas y su clasificación SUCS nombrándola un SC con un índice de grupo 11 obteniendo un índice de plasticidad I.P. que varía de 12.85% hasta 14.69%, y que el suelo adicionado y sin adición fueron sometido al ensayo el proctor modificado alcanzo 1.67gr/cm³ de densidad seca con un grado de humedad al 7.9% esto demostró que la investigación de Nelson Sánchez Pérez llegue a concretar una ceniza capaz de estabilizar el suelo arcilloso con un índice de CBR al 11.32% y es por ello que su metodología empleada en la adición de la ceniza de panca de maíz al 18 % es similar a esta tesis el cual tienen un resultado parecido por lo tanto corroboramos sus procedimientos correctos y podemos decir que el suelo clasificado en esta investigación también es altamente arcilloso clasificado como un SC con un índice de grupo 11, también tener en cuenta que el índice de plasticidad I.P. varía entre 13.54% a 15.68% donde evaluando su compactación a través del Proctor Modificado adicionando y sin adicionar cenizas de caña de azúcar se obtuvo un valor máximo de densidad seca 1.75gr/cm³ con 7.5% de grado de humedad y por consiguiente la resistencia del suelo con adición de cenizas de caña de azúcar alcanzó un CBR de 16.21%. Todo ello logrado con una adición de ceniza de caña de azúcar al 35%. Esto hace que las buenas prácticas que se han realizado en ambos estudios den conformidad a la investigación.

5. Cesar Bocanegra López en su investigación busca estabilizar los suelos arcillosos adicionando cenizas de cascara de arroz bajo los procedimientos de requerido según la norma Peruana E-101 para desechos agrícolas describiendo en primer lugar el tipo de terreno que estudia a través del ensayo de análisis granulométrico obteniendo una clasificación de suelo (SC) con índice de grupo (10 también es importante saber que su índice de plasticidad que obtuvo mediante los ensayos de limite líquido y limite plástico están en un rango que varía de 11.19% de I.P. hasta 17.98 de I.P. el cual fue sometido a adiciones de ceniza de cascara de arroz para ser procesada en los ensayos de Proctor Modificado obteniendo un resultado que alcanzó una máxima densidad seca de 1.89gr/cm³ con una humedad relativa de 7.9%. Siguiendo los parámetros requeridos para poder hallar la resistencia del suelo adicionado y sin adicionar mediante el ensayo de CBR brindándonos un valor de 12.98%. Teniendo en cuenta que el porcentaje en adición que utilizo Cesar Bocanegra para su investigación fue del 10 % de ceniza de cascara de arroz donde corroboramos la información de esta investigación el cual es confiable ya que la metodología es parecida y los procedimientos similares, si comparamos la investigación de Bocanegra López con esta Tesis podemos darnos cuenta que embarcamos los temas a tratar y que el suelo en esta tesis también es altamente arcilloso el cual está clasificado como un SC con un índice de grupo 11, teniendo en cuenta que el índice de plasticidad I.P. varía entre 13.54% a 15.68%. Evaluando su compactación a través del Proctor Modificado adicionando y sin adicionar cenizas de caña de azúcar se obtuvo un valor máximo de densidad seca 1.75gr/cm³ con 7.5% de grado de humedad y por consiguiente el resultado final alcanzó un CBR de 16.21%. Todo ello logrado con una adición de ceniza de caña de azúcar al 35%.

6. Según Juan Morales Gueto nos dice que las arcillas tiene una característica de poseer fluidificación el cual se puede observar como las arcillas reaccionan el agua que puede estar al alcance o sumergida donde que los electrolitos que se infiltran a la arcilla va deformándolo plásticamente. Lo

dicho por Morales se pudo notar en los ensayos que fueron realizado en esta tesis mediante la adición de agua se vio el comportamiento de las arcillas teniendo como referencia la plasticidad de este material y la capacidad de absorber de manera rápida el agua y quedar retenida, es por ello que corroboramos la información brindada de Morales Gueto el cual fue evidenciado y confirmado dando confiabilidad a lo dicho.

7. Rico nos detalla que la resistencia de los suelos es debido al esfuerzo cortante y que según la clasificación de cada tipo de suelo va tomando distinciones por sus propiedades, donde los suelos con baja resistencia tienen propiedades que son muy débiles y requieren de mejora, tal es así que en esta tesis se utilizó esta parte tan importante para poder concretar el objetivo de la investigación pues fuimos en busca de la mejora de un suelo débil, estamos hablando de un suelo arcilloso, logrando mejorar las propiedades para que el suelo este bien compactado y no tenga fallas, ya que alcanza un buen índice de resistencia y es por ello que corroboramos esta información brindada por Rico ya que acierta en lo que nos dice de las propiedades que pueden ser mejoradas siguiendo un respectivo proceso.
8. Según Valle Arias la estabilización de los suelos es la manipulación intencionada para mejorar sus propiedades, éstas pueden ser físicas químicas o mecánicas para tener la mejor utilización del suelo. En esta investigación que se viene realizando se puede corroborar esta información debida que la muestra extraída de las calicatas fueron sometidas a manipulaciones de estabilización en adición logrando mejorar las propiedades tanto físicas, mecánicas, químicas. Ello en conjunto para tener un suelo estabilizado.

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que si es posible dar la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar ya que mediante los ensayos realizados con las muestras del suelo del tramo de moro a Virahuanca podemos concluir que si mejora sus propiedades.
2. Debido a los ensayos realizados se concluyó que el tipo de suelo de las muestras que fueron evaluados granulométricamente dio como resultado, un suelo clasificado según ASHTO - SC A6 (11) por consiguiente los estratos clasificados según los tamices en donde quedan retenidos las gravas, las arenas y las arcillas, predomina las arcillas con un alto rango. Donde el contenido de humedad de cada una de las muestras de las calicata se mantiene con un índice de humedad moderado alcanzando valores de 18.62%.
3. De acuerdo a los valores obtenidos se concluye que el índice de plasticidad del suelo arcilloso sin adición obtiene un índice de plasticidad elevada alcanzando un 15.84 de I.P el cual conlleva a tener un suelo con baja resistencia. La muestra arcillosa con adición de cenizas de caña de azúcar obtiene mejoras en reducción del índice plasticidad alcanzando un valor de 9.1 de I.P ya que mediante este trabajo realizado obtuvimos la adición adecuada para poder mejorar el índice de plasticidad el cual es la utilización del 35% de cenizas de caña de azúcar.
4. De acuerdo a los ensayos realizados se concluye que la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso con adición de ceniza caña de azúcar alcanzo un valor de 1.75gr/cm³, el cual demuestra que la máxima densidad seca con adición estuvo por encima de la densidad seca del patrón que normalmente llega a 1.66gr/cm³, lo que representa una mejora en sus propiedades mecánicas a través de la compactación.
5. Debido a la resistencia y capacidad de carga del suelo se concluye que el suelo arcilloso logra estabilizar con la adición al 35% de ceniza de caña de azúcar, en relación al peso seco de la muestra del suelo y el óptimo contenido de

humedad, alcanzando un CBR al 16.21%. La muestra patrón no es favorable pues su baja resistencia en comparación alcanza un valor de 4.16% de CBR.

VI. RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Moro que realice la mejora de la subrasante en el tramo Moro – Virahuanca aplicando las Cenizas de caña de azúcar para estabilizar el suelo natural, se debe cuidar que es adecuado adicionar el 35% del peso del material a estabilizar, se debe realizar un buen mezclado y batido del suelo estabilizado para lograr una mejor compacidad, al igual como se obtuvo en laboratorio.
2. Le recomiendo a los futuros tesista emplear la Ceniza de caña de azúcar para lograr estabilizar otro tipo de suelos, previo verificación del tipo de suelo en el laboratorio
3. Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Moro utilizar las cenizas de caña de azúcar como estabilizante ya que es material a cero costo

VII. REFERENCIAS

BELTRÁN Parra, Mario y COPADO Beltrán, José. Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia de San Juan Capistrano de Ciudad Obregón, Son. Tesis (Doctorado en Ingeniería Civil). España: UNIVERSIDAD DE SONORA, Departamento de la facultad de Ingeniería Civil, 2011. 93pp.

BRAJA, M. Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Thomson International: USA, 2001. 608 pp.
ISBN: 9706860614

CRESCO Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5. a ed. Limusa: México, 2004. 650 pp.
ISBN: 9681864891

ESTABILIZACIÓN de suelos con cloruro de sodio para uso en las vías terrestres por Garnica Paul [et al.]. México: [s.n.], 2002. 68 pp.
ISSN: 0188-7297

HODGSON J, M. Muestreo y descripción de suelos. Reverte: España, 1987. 207 pp.
ISBN: 8429110178

INSTITUTO geográfico del Perú RD 012-2016 – IGP: Zonificación sísmica del Perú. Lima INN, 2016. 122pp.

JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. Limusa: México, 2005. 644 pp.
ISBN: 9681800699

LABAHAN, Otto. Prontuario del cemento. Reverte: Barcelona, 1985. 973 pp.
ISBN: 8471462486

MATAMORROS V. Olga. Análisis de la amenaza de licuefacción, lavas, lahares y caída de cenizas volcánicas en la región caribe norte de Costa Rica. Tesis (Licenciatura en Geografía física). Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica, Departamento de la facultad de Tierra y Mar, 1994. 70pp.

MORALES Güeto, Juan. Tecnología de los materiales cerámicos. Díaz de Santos: Madrid, 2005. 349 pp.

ISBN: 9788479787226

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú).NP, R.D. N°10-MTC: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: INN, 2016. 302 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú).NP E 101, R.D. N°25-213/14. MTC: Manual de ensayos de materiales. Lima: INN, 2016. 1269 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú).NP E 101, R.D. N°034-MTC: Manual de diseños geométricos. Lima: INN, 2013. 328 pp.

MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú).NP, R.D. N°10-MTC: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: INN, 2016. 302 pp.

POZO Antonio, José. Puesta en marcha de un reactor aeróbico de lecho fluidizado para la eliminación de nitrógeno amoniacal. Vigo: [s.n.], 2011. 197 pp.

ISBN: 9781447851639

RICO Rodríguez, Alfonso. La ingeniería de los suelos en las vías terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. Limusa: México, 2005. 460 pp.

ISBN: 9681800540

RÍOS Rosas. Manual de reutilización de residuos de la industria minera, siderometalúrgica y termoeléctrica. Rivadeneyra: Madrid, 1995. 289 pp.
ISBN: 8478402063

VALERO Alonso, Luis. Compactación en carreteras y aeropuertos. Eyrolles: Barcelona, 1978. 233 pp.

ISBN: 847146005X

VALLE Áreas, Wilfredo Alonso. Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yasíferos. Tesis (Master en Caminos, Canales y Puertos). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería, 2010. 68 pp.

VALORACIÓN puzolánica de la hoja de la caña de azúcar por Mejía de Gutiérrez [et al.]. Colombia: [s.n.], 2011. 13 pp.

ISSN: 0465-2746

ZANS Llano, Juan José. Mecánica de suelos. Eyrolles: Barcelona, 1975. 223 pp.

ISBN: 847146165X

VIII. ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de moro – provincia del santa - 2017

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Administración y seguridad en la construcción

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

El distrito de moro está ubicado a 30 minutos de la costa del pacifico siendo esto muy vulnerable a eventos sísmicos y uno de los puntos que afecta a las vías de acceso (carretera).

Las carreteras en el distrito de moro están hechas sin haber hecho un análisis de suelos o estudio alguno siendo esto vulnerables a fallas.

Esto se debe que el distrito de moro está en una zona altamente arcillosa, donde al tramo de Virahuanca se hace defectuoso el paso por la deformación de la carretera el cual no permite el servicio de transporte fluente, siendo esto una de las causas de que la producción agrícola baje sus precios a la hora de venderlos, acceso limitado, pérdida de tiempo, Al ser un suelo arcilloso un gran factor determinante es las maquinarias de transporte pesadas que pasan a la producción de caña de azúcar, siendo estos transportes los que deforman la carreteras pocos vulnerables

VARIABLE	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
independiente	¿Será Factible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro - Provincia del Santa – 2017?	General: Determinar si será Factible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro - Provincia del Santa – 2017	Adicionándole las cenizas de caña de azúcar es factible aumentar la estabilización de los suelos arcilloso en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro - Provincia del Santa – 2017	La presencia de innumerables suelos con características mecánicas inadecuadas para la construcción, en carreteras por ejemplo, nos hace a nosotros los estudiantes que estamos a punto de salir a la vanguardia nos da paso a investigar y dar el uso de materiales de préstamo para sustituir a aquellos suelos deficientes los cuales no están garantizados, lo que implica un elevado costo en su construcción por el transporte de estos materiales de mejor	peso	<ul style="list-style-type: none"> - Combustión a 700°C de la caña de azúcar -Tiempo de Combustión -Pulverización en Molinos de las cenizas de caña de azúcar -Peso kg del volumen en porcentajes del 25%,35%,45% de cenizas de caña de azúcar

dependiente	<p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el índice de plasticidad del suelo del suelo arcilloso adicionando y sin adicionar mediante los ensayos de límite de Atterberg - Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso adicionando y sin adicionar mediante el ensayo de proctor modificado - Determinar la resistencia y capacidad de carga del suelo arcilloso adicionando y sin adicionar mediante el ensayo del CBR -Difundir al distrito de moro en el tramo a Virahuanca con las buenas practicas sobre la información de esta investigación 	<p>calidad, sin embargo,</p> <p>En la actualidad dicho recurso deja de ser una fuente inagotable, por ende existe una preocupación de su uso sostenible.</p> <p>En este caso, se propone recurrir a la estabilización del suelo natural propio de la zona.</p> <p>tro lado, el Perú se ha convertido en uno de los países más ricos en bancos naturales de la “producción de la caña de azúcar”,</p>	<p>Características de los suelos</p> <p>Propiedades de los suelos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Análisis granulométrico por tamizado (astm d-421) - Limite liquido - Limite Plástico - Proctor Modificado - Ensayo CBR
-------------	---	--	---	---

PANEL FOTOGRAFICO

FIGURA N°1 Suelo natural de un tramo del inicio de la carretera hacia a Virahuanca Limo – Arcilloso



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°2 Muestra in situ del suelo natural de un tramo en el inicio de la carretera hacia Virahuanca LIMO - ARCILLOSO



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°3 Deformaciones en un tramo en el inicio de la carretera hacia Virahuanca con vista al distrito de moro Limo - Arcilloso



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°4 Reconocimiento del material Arcilloso en el tramo de moro a Virahuanca



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°5 Reconocimiento del material Arcilloso en el tramo de moro a Virahuanca



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°6 Deformaciones de la carretera del material Arcilloso en el tramo de moro a Virahuanca



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°6 Caña de azúcar en el centro poblado de san Jacinto vista de Cerro Blanco



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°7 Depósito del Bagazo de la Caña de azúcar en el centro poblado de san Jacinto



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°8 Agroindustria San Jacinto



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°9 Proceso de Combustión del bagazo de la caña de azúcar a 700° en la Cogeneradora N°6 de la Agroindustria San Jacinto



Fuente: Elaboración Propia

CALICATA C-1 Y C-2 C-3 C-4 C-5 C-6

FIGURA N°10 - Calicata uno

C-1



FUENTE : Elaboración Propia

FIGURA N°11 - Calicata dos

C-2



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°12 - Calicata tres

C-3



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°13 - Calicata cuatro

C-4



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°14 - Calicata cinco

C-5



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°15 - Calicata seis

C-6



FUENTE: Elaboración Propia

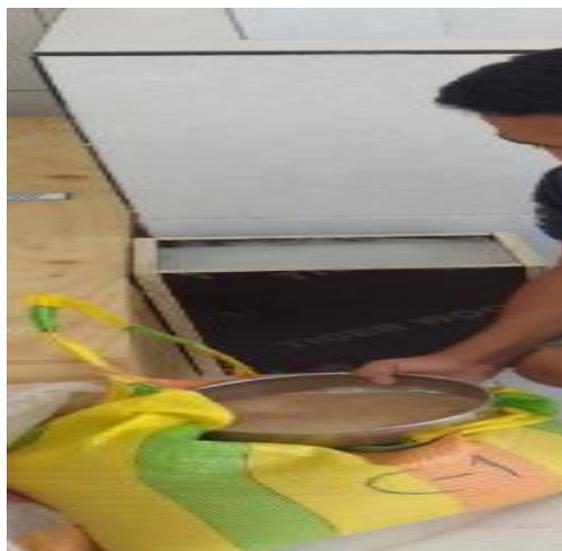
GRANULOMETRÍA

FIGURA N°16. Sacos de polietileno



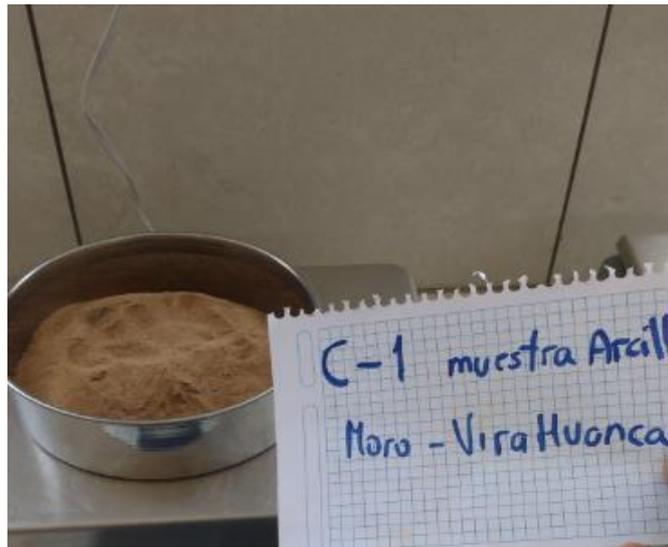
FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°17. Muestra uno C-1



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°18. Peso de la Muestra uno gr C-1



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°19. Muestra tamizado uno C-1



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°20. Muestra suelo tamizado – C3



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°21 Muestra suelo tamizado C-4



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°22. Muestra suelo arcilloso tamizado C-5



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°23 Muestra suelo arcilloso tamizado C-6



FUENTE: Elaboración propia

LIMITE LÍQUIDO

FIGURA N°24. Ranurando la muestra arcillosa en la copa de Casagrande C-1



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°25. Ranurando la muestra arcillosa en la copa de Casagrande C-2



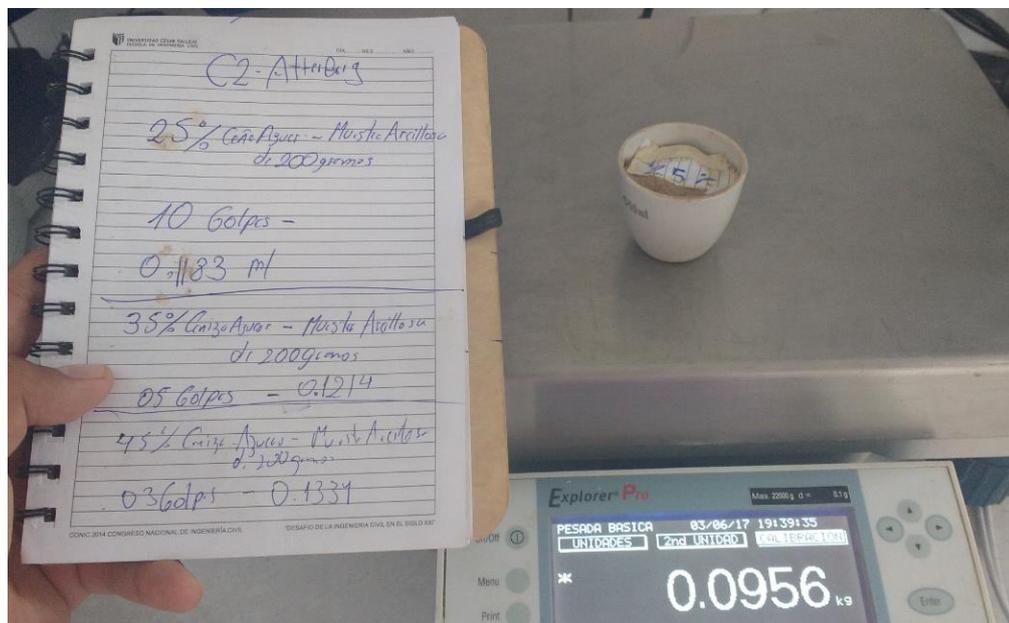
FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°26 muestra arcillosa abierto en la copa de Casagrande C-2



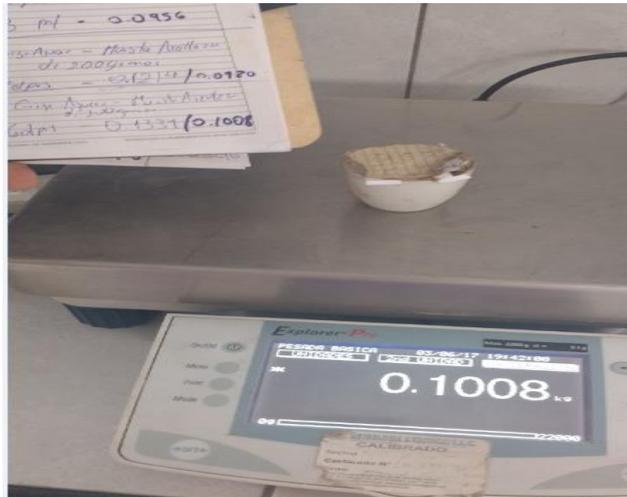
FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°27 Tara con adición al 25% de ceniza de caña de azúcar muestra seca C-2



FUENTE: Elaboración propia

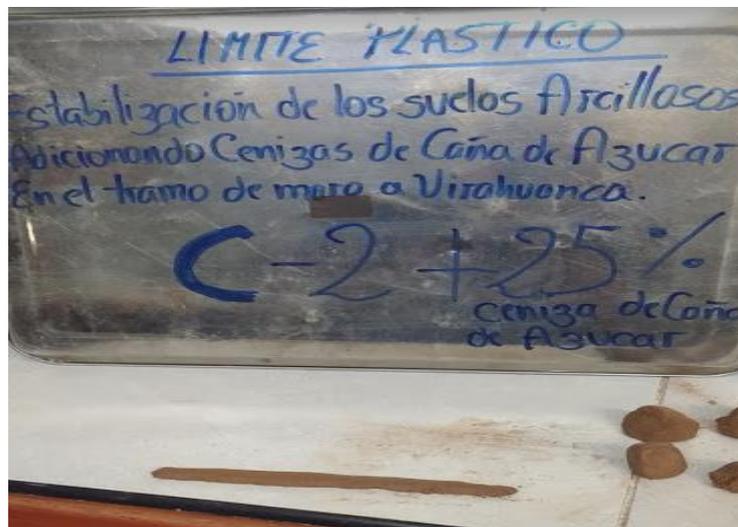
FIGURA N°28. Tara con adición al 45% de ceniza de caña de azúcar muestra seca C-2



FUENTE: Elaboración propia

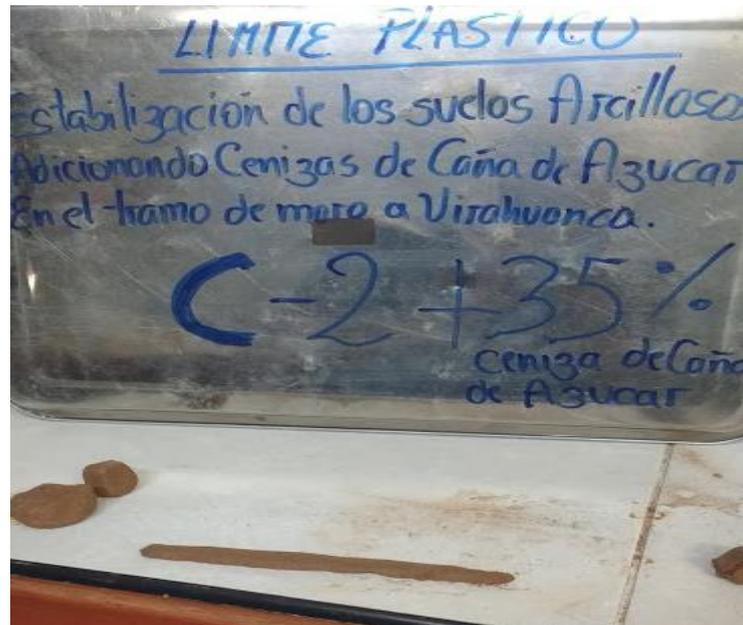
LIMITE PLÁSTICO

FIGURA N°29. Limite Plástico c-2



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°30 Límite Plástico c-2



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°31 Límite Plástico



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N°32. Limite Plástico



FUENTE: Elaboración propia

PROCTOR MODIFICADO

FIGURA N°33 Proctor de la calicata 2 más 35% de cenizas de caña de azúcar



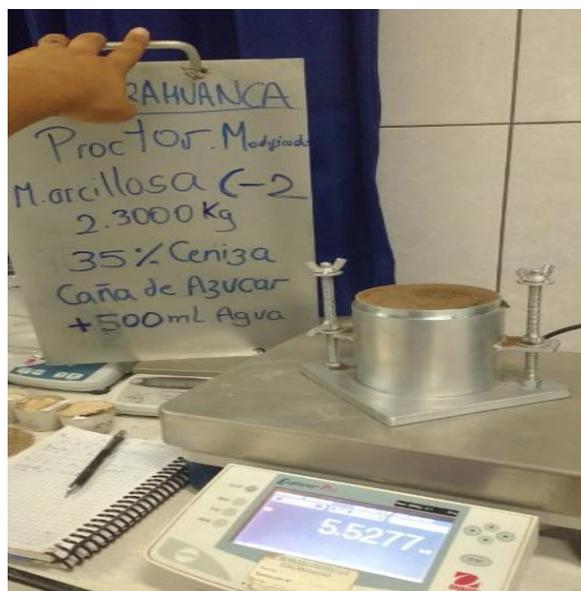
FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°34 Proctor de la calicata 2 más 35% de cenizas de caña de azúcar



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°34 Proctor de la calicata 2 más 35% de cenizas de caña de azúcar



Fuente: elaboración Propia

FIGURA N°35 Proctor de la calicata 2 Patrón



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°36 Proctor de la calicata 2 Patrón



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°37 Proctor muestras de humedad de la calicata 2 Patrón



Fuente: Elaboración Propia

CBR

FIGURA N°38 CBR de la calicata dos más 45% de cenizas



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°39 CBR de la calicata dos PATRÓN



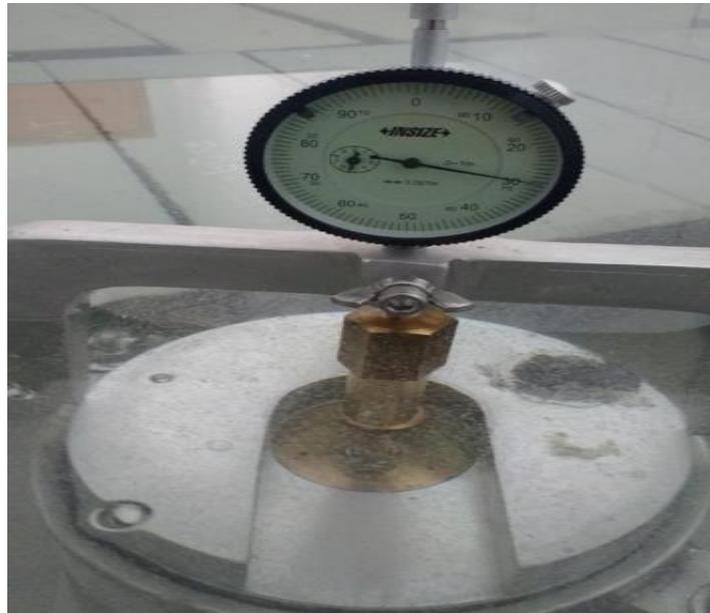
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°40 CBR de la calicata dos PATRÓN



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°41 CBR de la calicata dos PATRÓN Lectura con el dial de dispersión sumergido en agua



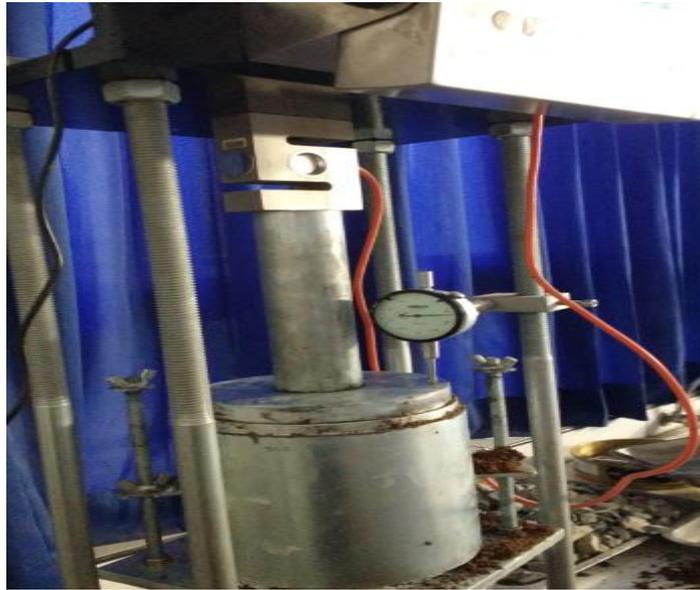
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°42 CBR de la calicata dos PATRÓN Lectura con el dial de dispersión sumergido en agua



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°43 CBR de la calicata dos PATRÓN Lectura con el dial y la máquina de Soporte Bearing ratio



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N°43 CBR de la calicata dos más 35% de ceniza de caña de azúcar Lectura con el dial y la máquina de Soporte Bearing ratio



Fuente: Elaboración Propia

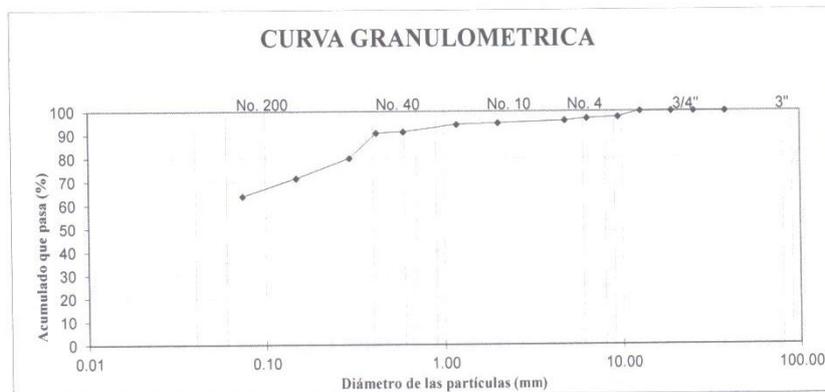
ENSAYOS



ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

- TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA :** CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO :** ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO
- LUGAR :** DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD :** MUESTRA C - 01

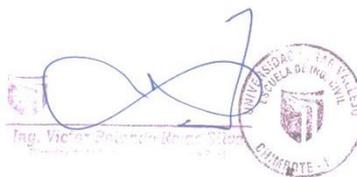


Coefficiente de:	- Uniformidad (Cu)	---
	- Curvatura (Cc)	---
	- Grava (No.4 < Diam < 2")	3.9
	- Arena (No.200 < Diam < No.4)	32.2
	- Inicio (Diam < No.200)	63.9
Clasificación:	- AASHTO	A6-(11)

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 02

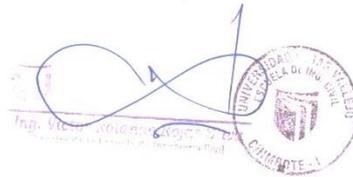
TABLA: ANALISIS GRANULOMETRICO

Granulometria por Tamizado; ASTM - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acumulado que Pasa (%)
3"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.700	100.0
3/8"	9.510	99.6
1/4"	6.350	99.1
Nº 4	4.760	98.4
Nº 10	2.000	97.7
Nº 16	1.180	97.3
Nº 30	0.595	96.0
Nº 40	0.420	95.0
Nº 50	0.297	92.2
Nº 100	0.149	80.2
Nº 200	0.074	66.6

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

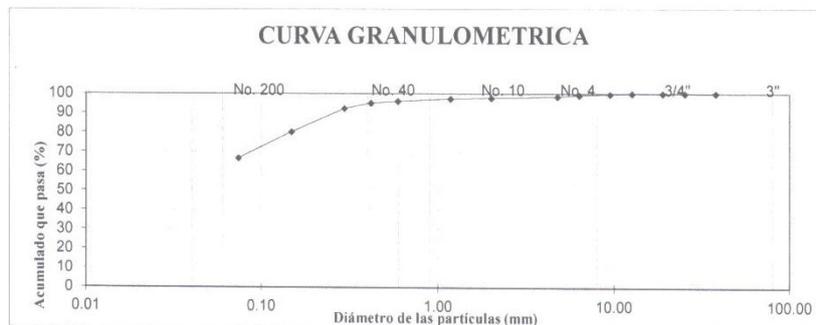


fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 02



Resultados; ASTM - D2487 / D3282		
Coefficiente de:	- Uniformidad (Cu)	---
	- Curvatura (Cc)	---
	- Grava (No.4 < Diam < 2")	1.6
	- Arena (No.200 < Diam < No.4)	31.8
	- Inicio (Diam < No.200)	66.6
Clasificación:	- AASHTO	A6-(11)

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 03

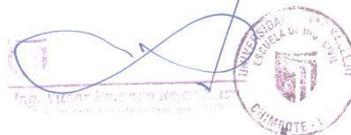
TABLA: ANALISIS GRANULOMETRICO

Granulometria por Tamizado; ASTM - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acumulado que Pasa (%)
3"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.700	100.0
3/8"	9.510	100.0
1/4"	6.350	99.4
Nº 4	4.760	98.1
Nº 10	2.000	97.4
Nº 16	1.180	96.7
Nº 30	0.595	94.1
Nº 40	0.420	93.0
Nº 50	0.297	89.2
Nº 100	0.149	77.8
Nº 200	0.074	63.3

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



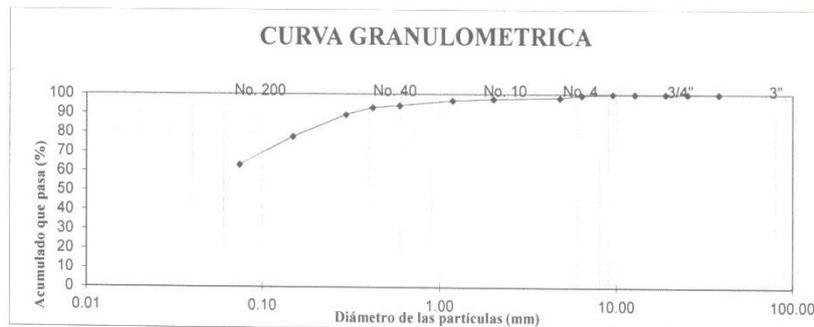
fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

- TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA :** CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO :** ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO
- LUGAR :** DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD :** MUESTRA C - 03

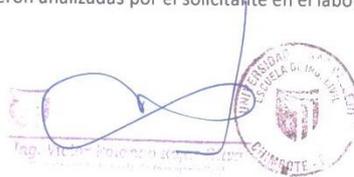


Resultados; ASTM - D2487 / D3282		
Coefficiente de:	- Uniformidad (Cu)	---
	- Curvatura (Cc)	---
	- Grava (No.4 < Diam < 2")	1.9
	- Arena (No.200 < Diam < No.4)	34.8
	- Inicio (Diam < No.200)	63.3
Clasificación:	- AASHTO	A6-(11)

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

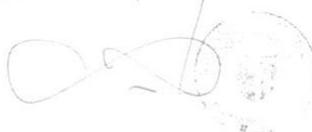
UNIDAD : MUESTRA C - 04

TABLA: ANALISIS GRANULOMETRICO

Granulometria por Tamizado: ASTM - D422		
Tamiz	Abertura	Acumulado que
	(mm)	Pasa (%)
3"	50 800	100.0
1 1/2"	38 100	100.0
1"	25 400	100.0
3/4"	19 000	100.0
1/2"	12 700	100.0
3/8"	9 510	100.0
1/4"	6 350	98.9
Nº 4	4 760	96.9
Nº 10	2 000	93.2
Nº 16	1 180	92.2
Nº 30	0 595	89.5
Nº 40	0 420	88.7
Nº 50	0 297	85.6
Nº 100	0 149	73.0
Nº 200	0 074	62.9

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Mo. 1111 1101, Buenos Aires
 Av. Central - Huancayo - Chivilingo
 Tel: (0-11) 354 020 Anx. - 4000

Facebook: [f/ucv1955](#)
 Twitter: [@ucv1955](#)
 Instagram: [#ucv1955](#)
 YouTube: [UCV1955](#)

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

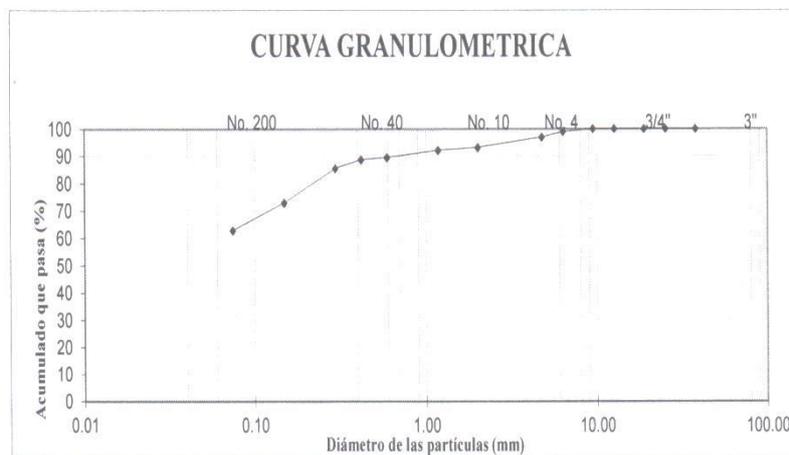
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 04

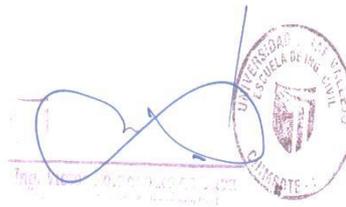


Resultados; ASTM - D2487 / D3282		
Coefficiente de:	- Uniformidad (Cu)	---
	- Curvatura (Cc)	---
	- Grava (No.4 < Diam < 2")	3.1
	- Arena (No.200 < Diam < No.4)	34.1
	- Inicio (Diam < No.200)	62.9
Clasificación:	- AASHTO	A6-(11)

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 05

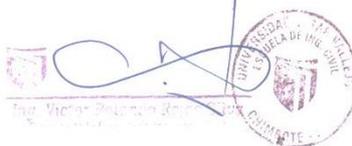
TABLA: ANALISIS GRANULOMETRICO

Granulometría por Tamizado; ASTM - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acumulado que Pasa (%)
3"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.700	100.0
3/8"	9.510	100.0
1/4"	6.350	99.1
Nº 4	4.760	97.3
Nº 10	2.000	96.0
Nº 16	1.180	95.3
Nº 30	0.595	92.7
Nº 40	0.420	89.8
Nº 50	0.297	86.1
Nº 100	0.149	74.4
Nº 200	0.074	64.0

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

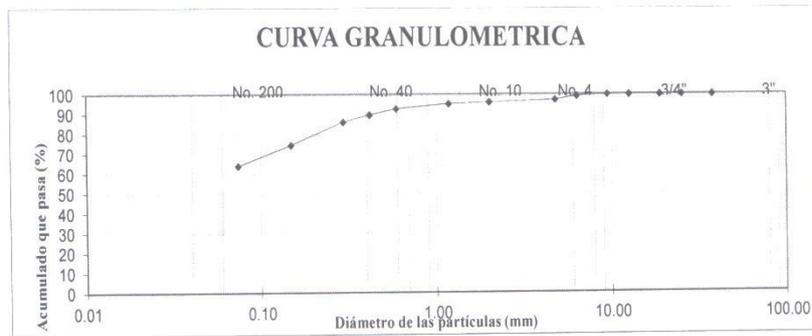
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 05



Resultados; ASTM - D2487 / D3282		
Coefficiente de:	- Uniformidad (Cu)	---
	- Curvatura (Cc)	---
	- Grava (No.4 < Diam < 2")	2.7
	- Arena (No.200 < Diam < No.4)	33.3
	- Inicio (Diam < No.200)	64.0
Clasificación:	- AASHTO	A6-(11)
	- SUCS	SC

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 06

TABLA: ANALISIS GRANULOMETRICO

Granulometria por Tamizado: ASTM - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acumulado que Pasa (%)
3"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.700	100.0
3/8"	9.510	100.0
1/4"	6.350	97.6
Nº 4	4.760	96.9
Nº 10	2.000	95.1
Nº 16	1.180	93.7
Nº 30	0.595	91.8
Nº 40	0.420	89.8
Nº 50	0.297	84.5
Nº 100	0.149	76.2
Nº 200	0.074	68.9

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO
(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

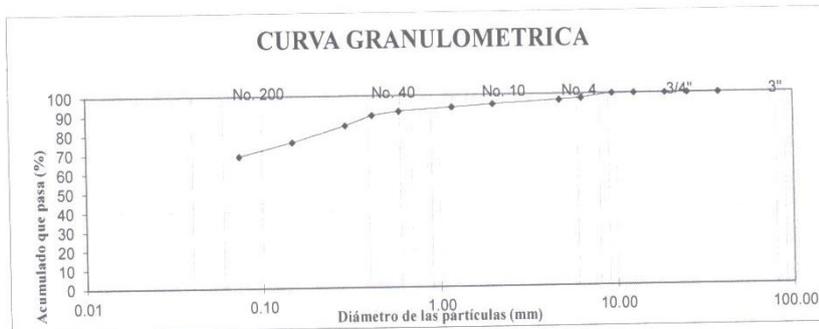
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 06



Resultados; ASTM - D2487 / D3282		
Coefficiente de:	- Uniformidad (Cu)	---
	- Curvatura (Cc)	---
	- Grava (No.4 < Diam < 2")	3.1
	- Arena (No.200 < Diam < No.4)	28.0
	- Inicio (Diam < No.200)	68.9
Clasificación:	- AASHTO	A6-(11)

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

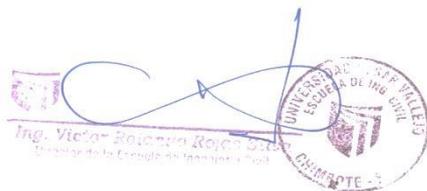
5 : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
STA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
NTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
AR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
AD : MUESTRA C - 01

TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD

Humedad (ASTM - D2216)		
Peso Tara	(g)	28.17
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	161.36
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	142.14
Peso del Agua	(g)	19.22
Peso del Suelo Seco	(g)	113.97
Humedad	(%)	16.86

1:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



IS CHIMBOTE
T. 1 Urb. Buenos Aires
tral Nuevo Chimbote
.3) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

SIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
SISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
UNTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
GAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
IIDAD : MUESTRA C - 02

TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD

Humedad (ASTM - D2216)		
Peso Tara	(g)	28.15
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	163.36
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	142.14
Peso del Agua	(g)	21.22
Peso del Suelo Seco	(g)	113.99
Humedad	(%)	18.62

ota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio


Ing. Victor Rolando Rojas Ojeda
Director de la Escuela de Ingeniería Civil


PUS CHIMBOTE
I LT. 1 Urb. Buenos Aires
Central Nuevo Chimbote
043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

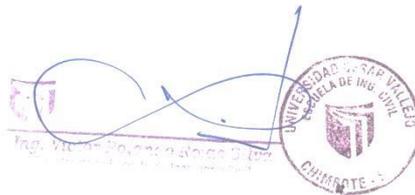
UNIDAD : MUESTRA C - 03

TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD

Humedad (ASTM - D2216)		
Peso Tara	(g)	28.19
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	166.36
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	145.19
Peso del Agua	(g)	21.17
Peso del Suelo Seco	(g)	117.00
Humedad	(%)	18.09

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Vz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 04

TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD

Humedad (ASTM - D2216)		
Peso Tara	(g)	20.12
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	176.36
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	155.19
Peso del Agua	(g)	21.17
Peso del Suelo Seco	(g)	127.07
Humedad	(%)	16.66

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CARRASCO CARRASCO
Ms. H.E. T. Del. Buenos Aires
Av. General Nuevo Chiriquito
Tel : (043) 483 030 Anx. : 4809

#Univperu
@univ_peru
#univperu
www.univperu.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339:127, ASTM D2216)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 05

TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD

Humedad (ASTM - D2216)		
Peso Tara	(g)	25.32
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	180.30
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	163.19
Peso del Agua	(g)	23.17
Peso del Suelo Seco	(g)	134.87
Humedad	(%)	17.18

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H 12 1 Urb. Buzón Alto
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 402 030 Fax.: 4000

#uvc_peru
@uvc_peru
#universidadcesarvallejo

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.127, ASTM D2216)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

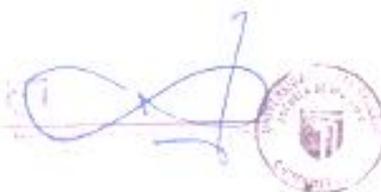
UNIDAD : MUESTRA C - 06

TABLA: CONTENIDO DE HUMEDAD

Humedad (ASTM - D2216)		
Peso Tara	(g)	28.72
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	185.16
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	165.19
Peso del Agua	(g)	19.97
Peso del Suelo Seco	(g)	136.47
Humedad	(%)	14.63

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H-17, 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nueva Chimbote
Tel: (043) 481 030 Aex. 4000

Facebook: [fbcv.univallejo](#)
Twitter: [@univallejo](#)
LinkedIn: [univallejo](#)
www.univallejo.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 01

TABLA: LIMITE LIQUIDO

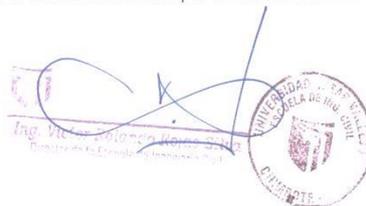
Límite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara		12	17	20
No. de Golpes				
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	95.60	93.20	95.55
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	80.79	83.16	90.30
Peso del Agua	(g)	14.81	10.04	5.25
Peso del Suelo Seco	(g)	54.17	56.36	62.44
Humedad	(%)	27.3399	17.8141	8.408072
Límite Líquido	(%)	17.20		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara		13.85	13.85
Peso Tara	(g)	13.85	13.85
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	14.65	14.29
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	14.63	14.27
Peso del Agua	(g)	0.02	0.02
Peso del Suelo Seco	(g)	0.78	0.42
Humedad	(%)	2.56	4.76
Límite Plástico	(%)	3.66	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

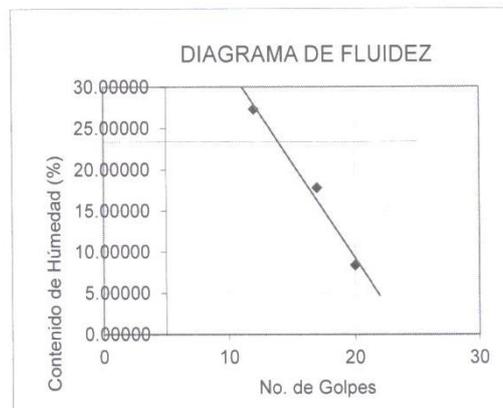
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 01



Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		17.20
Límites Plástico		3.66
Índice de Plasticidad		13.54

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 02

TABLA: LIMITE LIQUIDO

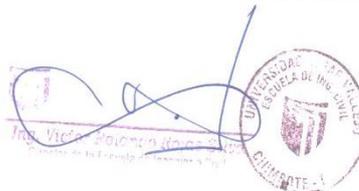
Límite Líquido (ASTM - D4318)				
No. Tara		1	2	3
No. de Golpes		10	15	24
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	97.60	89.20	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	83.90	80.10	91.30
Peso del Agua	(g)	13.70	9.10	6.20
Peso del Suelo Seco	(g)	57.28	53.30	63.44
Humedad	(%)	23.9176	17.0732	9.773014
Límite Líquido	(%)	17.00		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)			
No. Tara		1	2
Peso Tara	(g)	13.85	13.85
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	15.61	15.21
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	15.59	15.19
Peso del Agua	(g)	0.02	0.02
Peso del Suelo Seco	(g)	1.74	1.34
Humedad	(%)	1.15	1.49
Límite Plástico	(%)	1.32	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

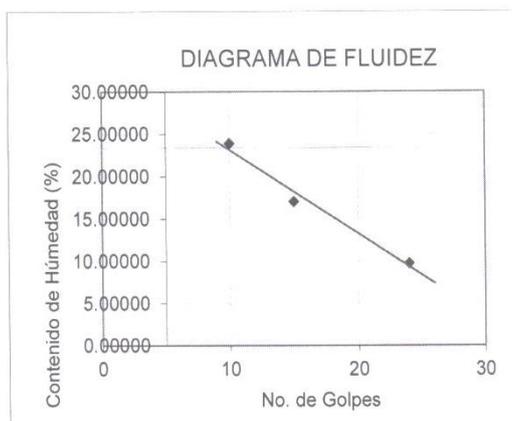
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 02

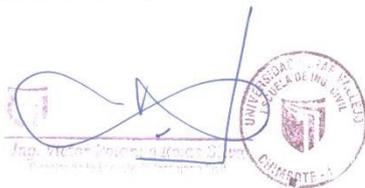


Límites de Consistencia; ASTM - D427,	
ASTM - D4318	
Límites Líquido	17.00
Límites Plástico	1.32
Índice de Plasticidad	15.68

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 03

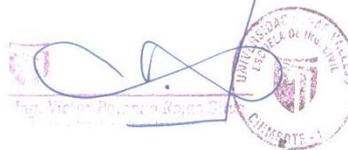
TABLA: LIMITE LIQUIDO

Límite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara		1	2	3
No. de Golpes		11	14	23
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	97.60	89.20	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	83.90	80.10	91.30
Peso del Agua	(g)	13.70	9.10	6.20
Peso del Suelo Seco	(g)	57.28	53.30	63.44
Humedad	(%)	23.9176	17.0732	9.773014
Límite Líquido	(%)	17.20		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara		1	2
Peso Tara	(g)	13.85	13.85
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	18.45	18.15
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	18.31	18.07
Peso del Agua	(g)	0.14	0.08
Peso del Suelo Seco	(g)	4.46	4.22
Humedad	(%)	3.14	1.90
Límite Plástico	(%)	2.52	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

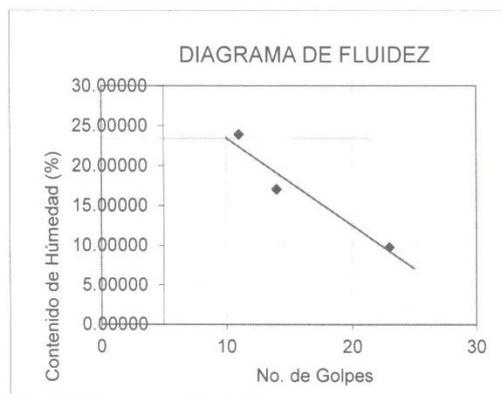
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

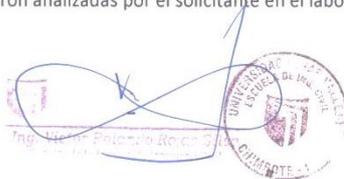
UNIDAD : MUESTRA C - 03



Límites de Consistencia; ASTM - D427,	
ASTM - D4318	
Límites Líquido	17.20
Límites Plástico	2.52
Índice de Plasticidad	14.68

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C - 04

TABLA: LIMITE LIQUIDO

Límite Líquido (ASTM - D4318)				
No. Tara		1	2	3
No. de Golpes		10	14	22
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	97.60	89.20	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	83.90	80.10	91.30
Peso del Agua	(g)	13.70	9.10	6.20
Peso del Suelo Seco	(g)	57.28	53.30	63.44
Humedad	(%)	23.9176	17.0732	9.773014
Límite Líquido	(%)		16.40	

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)			
No. Tara		1	2
Peso Tara	(g)	13.85	13.85
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	18.46	18.16
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	18.43	18.14
Peso del Agua	(g)	0.03	0.02
Peso del Suelo Seco	(g)	4.58	4.29
Humedad	(%)	0.66	0.47
Límite Plastico	(%)		0.56

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

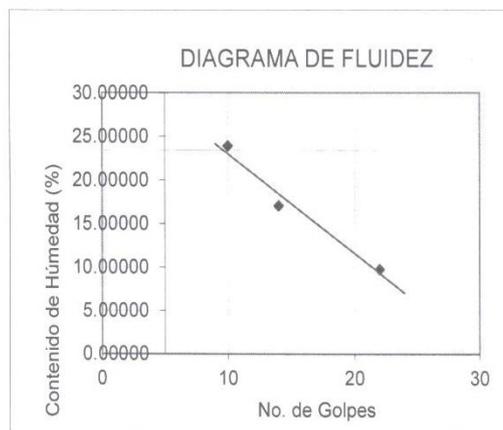
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

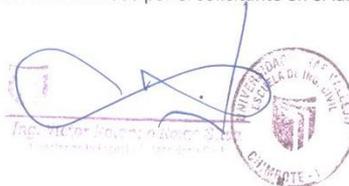
UNIDAD : MUESTRA C - 04



Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		16.40
Límites Plástico		0.56
Índice de Plasticidad		15.84

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 05

TABLA: LIMITE LIQUIDO

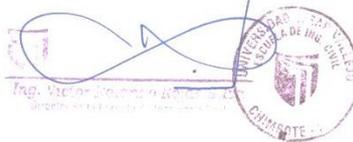
Límite Líquido (ASTM - D4318)				
No. Tara		1	2	3
No. de Golpes		11	15	22
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	92.60	87.20	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	82.90	79.10	91.30
Peso del Agua	(g)	9.70	8.10	6.20
Peso del Suelo Seco	(g)	56.28	52.30	63.44
Humedad	(%)	17.2353	15.4876	9.773014
Límite Líquido	(%)	15.60		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)			
No. Tara		1	2
Peso Tara	(g)	13.85	13.85
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	18.56	18.76
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	18.53	18.73
Peso del Agua	(g)	0.03	0.03
Peso del Suelo Seco	(g)	4.68	4.88
Humedad	(%)	0.64	0.61
Límite Plastico	(%)	0.63	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

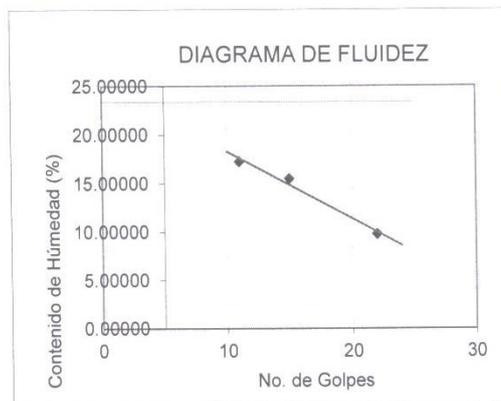
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

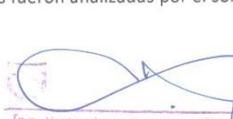
UNIDAD : MUESTRA C - 05



Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		15.60
Límites Plástico		0.63
Índice de Plasticidad		14.97

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio


 Ing. Victor Rejon
 Director del Laboratorio de Suelos y Rocas
 Universidad César Vallejo - Chimbote

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C - 06

TABLA: LIMITE LIQUIDO

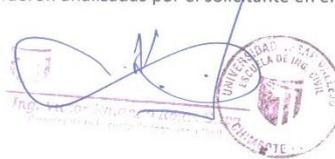
Límite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara		11	15	22
No. de Golpes				
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	92.68	87.20	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	81.90	79.10	91.30
Peso del Agua	(g)	10.78	8.10	6.20
Peso del Suelo Seco	(g)	55.28	52.30	63.44
Humedad	(%)	19.5007	15.4876	9.773014
Límite Líquido	(%)	16.10		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara			
Peso Tara	(g)	13.87	13.85
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	18.56	18.76
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	18.52	18.75
Peso del Agua	(g)	0.04	0.01
Peso del Suelo Seco	(g)	4.65	4.90
Humedad	(%)	0.86	0.20
Límite Plástico	(%)	0.53	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

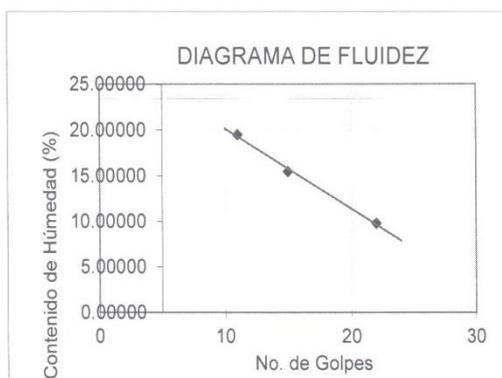
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

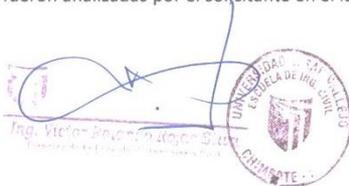
UNIDAD : MUESTRA C - 06



Límites de Consistencia; ASTM - D427,	
ASTM - D4318	
Límites Líquido	16.10
Límites Plástico	0.53
Índice de Plasticidad	15.57

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C – 02 CON ADICION DE 25% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: LIMITE LIQUIDO

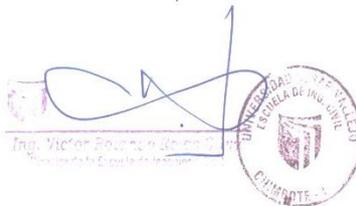
Límite Líquido (ASTM - D4318)				
No. Tara		1	2	3
No. de Golpes		12	18	30
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	97.61	89.19	97.49
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	83.90	85.10	95.90
Peso del Agua	(g)	13.71	4.09	1.59
Peso del Suelo Seco	(g)	57.28	58.30	68.04
Humedad	(%)	23.9351	7.01544	2.336861
Límite Líquido	(%)	13.00		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)			
No. Tara		1	2
Peso Tara	(g)	13.89	13.87
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	19.41	19.21
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	19.31	19.11
Peso del Agua	(g)	0.10	0.10
Peso del Suelo Seco	(g)	5.42	5.24
Humedad	(%)	1.85	1.91
Límite Plastico	(%)	1.88	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

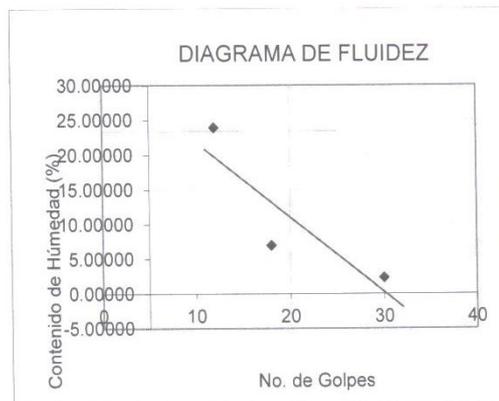


fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

- TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA :** CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
- LUGAR :** DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD :** MUESTRA C – 02 CON ADICION DE 25% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

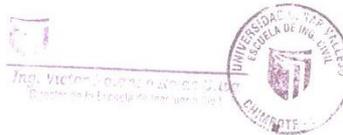


Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		13.00
Límites Plástico		1.88
Índice de Plasticidad		11.12

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 02 CON ADICION DE 35% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: LIMITE LIQUIDO

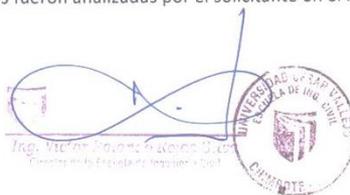
Limite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara				
No. de Golpes		12	18	30
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	97.60	89.19	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	87.89	85.10	96.10
Peso del Agua	(g)	9.71	4.09	1.40
Peso del Suelo Seco	(g)	61.27	58.30	68.24
Humedad	(%)	15.8479	7.01544	2.051583
Limite Líquido	(%)	10.00		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Limite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara			
Peso Tara	(g)	13.91	13.87
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	20.41	20.21
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	20.35	20.15
Peso del Agua	(g)	0.06	0.06
Peso del Suelo Seco	(g)	6.44	6.28
Humedad	(%)	0.93	0.96
Limite Plástico	(%)	0.94	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

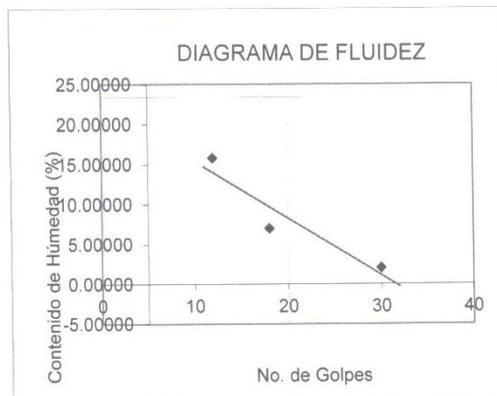


fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

- TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA :** CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
- LUGAR :** DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD :** MUESTRA C – 02 CON ADICION DE 35% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

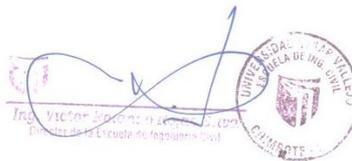


Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		10.00
Límites Plástico		0.94
Índice de Plasticidad		9.06

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 02 CON ADICION DE 45% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: LIMITE LIQUIDO

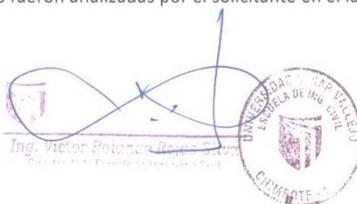
Límite Líquido (ASTM - D4318)				
No. Tara		1	2	3
No. de Golpes		12	18	30
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	97.60	89.19	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	85.89	83.10	96.10
Peso del Agua	(g)	11.71	6.09	1.40
Peso del Suelo Seco	(g)	59.27	56.30	68.24
Humedad	(%)	19.757	10.8171	2.051583
Límite Líquido	(%)		13.51	

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)			
No. Tara		1	2
Peso Tara	(g)	13.98	13.89
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	19.57	18.93
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	19.50	18.89
Peso del Agua	(g)	0.07	0.04
Peso del Suelo Seco	(g)	5.52	5.00
Humedad	(%)	1.27	0.80
Límite Plástico	(%)		1.03

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

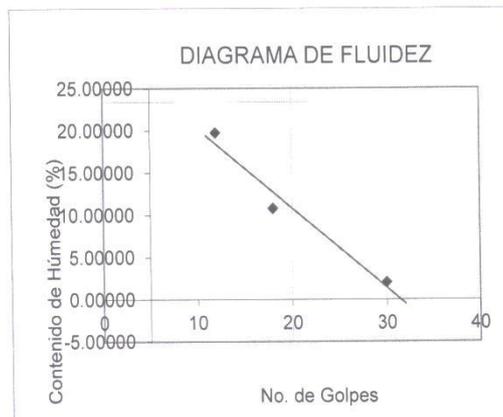
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 02 CON ADICION DE 45% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		13.51
Límites Plástico		1.03
Índice de Plasticidad		12.48

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Ing. Víctor Polanco
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil


fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 04 CON ADICION DE 25% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: LIMITE LIQUIDO

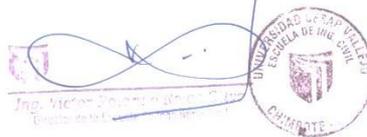
Limite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara				
No. de Golpes		10	14	22
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	97.60	89.20	97.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	85.90	85.10	93.30
Peso del Agua	(g)	11.70	4.10	4.20
Peso del Suelo Seco	(g)	59.28	58.30	65.44
Humedad	(%)	19.7368	7.03259	6.418093
Límite Líquido	(%)		13.00	

TABLA: LIMITE PLASTICO

Limite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara			
Peso Tara	(g)	13.85	13.86
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	19.76	15.16
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	19.72	15.12
Peso del Agua	(g)	0.04	0.04
Peso del Suelo Seco	(g)	5.87	1.26
Humedad	(%)	0.68	3.17
Límite Plástico	(%)	1.93	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

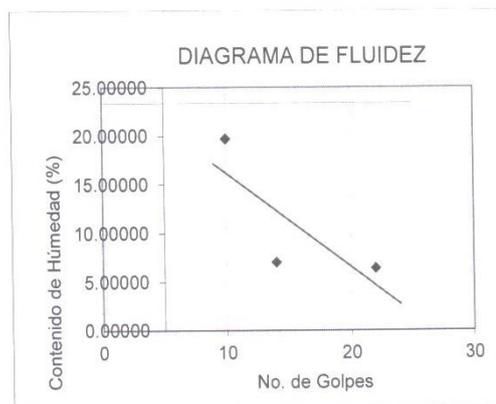


fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

- TESIS :** ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA :** CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO :** ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
- LUGAR :** DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD :** MUESTRA C – 04 CON ADICION DE 25% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

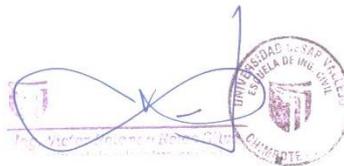


Límites de Consistencia; ASTM - D427,	
ASTM - D4318	
Límites Líquido	13.00
Límites Plástico	1.93
Índice de Plasticidad	11.07

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 04 CON ADICION DE 35% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: LIMITE LIQUIDO

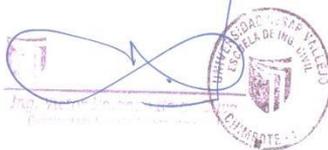
Límite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara		12	25	35
No. de Golpes		12	25	35
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	99.60	80.20	91.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	85.90	77.10	89.10
Peso del Agua	(g)	13.70	3.10	2.40
Peso del Suelo Seco	(g)	59.28	50.30	61.24
Humedad	(%)	23.1107	6.16302	3.919007
Límite Líquido	(%)		10.00	

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara		13.86	13.86
Peso Tara	(g)	13.86	13.86
Peso Tara + Suelo Húmedo	(g)	17.76	19.16
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	17.72	19.12
Peso del Agua	(g)	0.04	0.04
Peso del Suelo Seco	(g)	3.86	5.26
Humedad	(%)	1.04	0.76
Límite Plástico	(%)		0.90

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

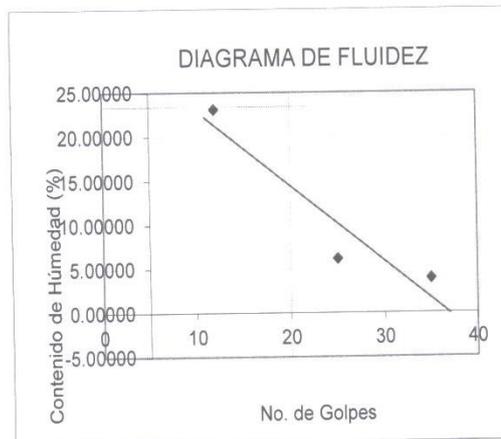


fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

- TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA** : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO** : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
- LUGAR** : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : MUESTRA C – 04 CON ADICION DE 35% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

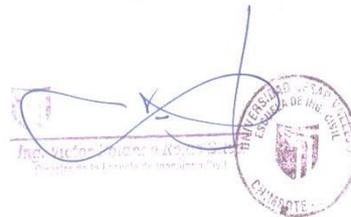


Límites de Consistencia; ASTM - D427,	
ASTM - D4318	
Límites Líquido	10.00
Límites Plástico	0.90
Índice de Plasticidad	9.10

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 04 CON ADICION DE 45% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: LIMITE LIQUIDO

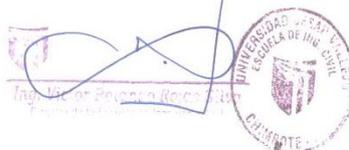
Límite Líquido (ASTM - D4318)		1	2	3
No. Tara		12	25	35
No. de Golpes				
Peso Tara	(g)	26.62	26.80	27.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	99.50	81.20	87.50
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	85.99	75.10	82.11
Peso del Agua	(g)	13.51	6.10	5.39
Peso del Suelo Seco	(g)	59.37	48.30	54.25
Humedad	(%)	22.7556	12.6294	9.935484
Límite Líquido	(%)	14.00		

TABLA: LIMITE PLASTICO

Límite Plástico (ASTM - D4318)		1	2
No. Tara		13.86	13.86
Peso Tara	(g)	13.86	13.86
Peso Tara +Suelo Húmedo	(g)	18.71	20.16
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	18.68	20.01
Peso del Agua	(g)	0.03	0.15
Peso del Suelo Seco	(g)	4.82	6.15
Humedad	(%)	0.62	2.44
Límite Plástico	(%)	1.53	

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

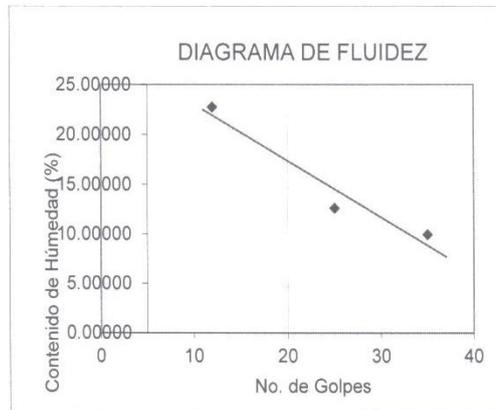


fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.12, ASTM D4318-84)

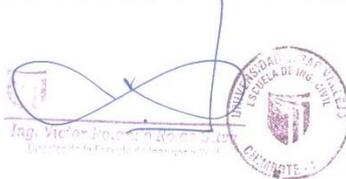
- TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
- TESISTA** : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
- ASUNTO** : ENSAYO DE LIMITE DE ATTERBERG
- LUGAR** : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
- UNIDAD** : MUESTRA C – 04 CON ADICION DE 45% DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Límites de Consistencia; ASTM - D427,		
ASTM - D4318		
Límites Líquido		14.00
Límites Plástico		1.53
Índice de Plasticidad		12.47

Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

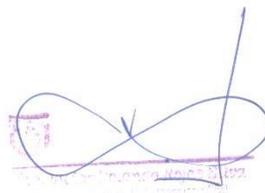
UNIDAD : MUESTRA C – 02 PATRON

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5001.60	5112.70	5432.40	5263.20	5181.40
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	925.30	1036.40	1356.10	1186.90	1105.10
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.28	1.43	1.87	1.64	1.53
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	100.50	100.00	99.90	69.90	63.10
Peso del suelo seco + tara	gr	98.90	97.60	95.20	65.80	57.80
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	1.60	2.40	4.70	4.10	5.30
Peso del suelo seco	gr	65.80	64.50	62.10	32.70	24.70
Contenido de agua	%	2.43	3.72	7.57	12.54	21.46
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.249	1.381	1.743	1.458	1.258
Densidad máxima (gr/cm ³)		1.650				
Humedad óptima (%)		8.60				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

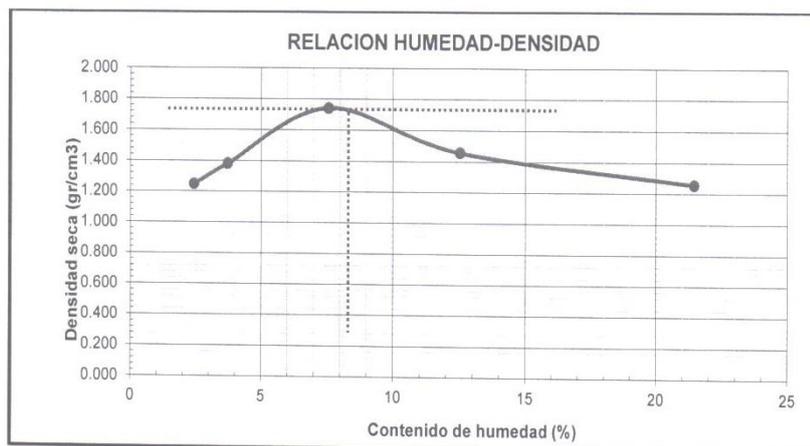



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

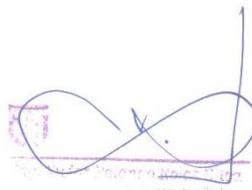
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C – 02 PATRON



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

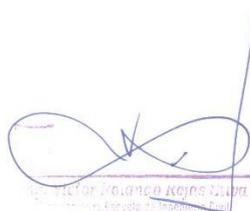
UNIDAD : MUESTRA C – 02 ADICION 25% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5007.50	5439.4	5590.2	5526.90	5457.90
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	931.20	1363.10	1513.90	1450.60	1381.60
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.29	1.88	2.09	2.01	1.91
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	77.30	76.10	62.20	70.90	89.60
Peso del suelo seco + tara	gr	75.30	73.30	59.20	65.10	79.70
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	2.00	2.80	3.00	5.80	9.90
Peso del suelo seco	gr	42.20	40.20	26.10	32.00	46.60
Contenido de agua	%	4.74	6.97	11.49	18.13	21.24
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.229	1.761	1.877	1.697	1.575
Densidad máxima (gr/cm ³)	1.890					
Humedad óptima (%)	9.50					

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000




fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

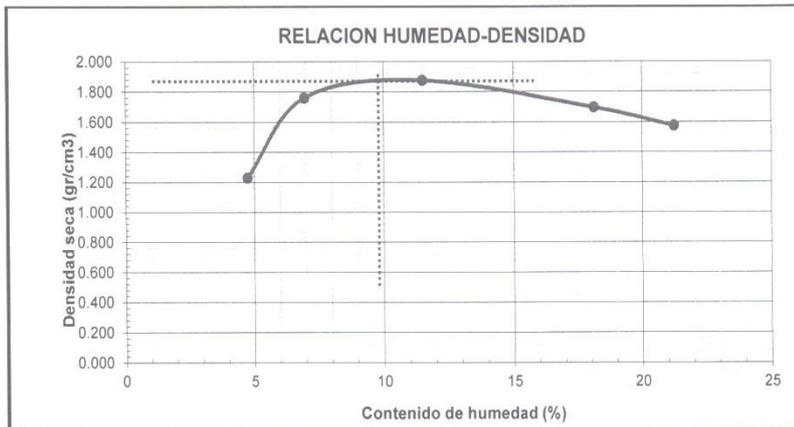
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

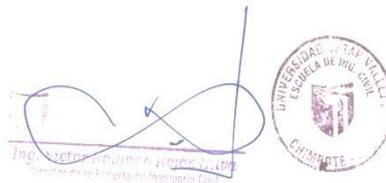
UNIDAD : MUESTRA C – 02 ADICION 25% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

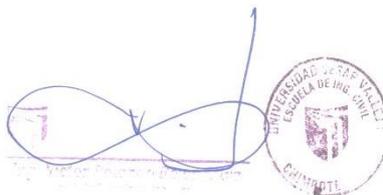
UNIDAD : MUESTRA C – 02 ADICION 35% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5173.30	5438.90	5530.50	5549.80	5327.70
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	1097.00	1362.60	1454.20	1473.50	1251.40
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.52	1.88	2.01	2.04	1.73
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	76.40	85.20	68.80	79.40	73.70
Peso del suelo seco + tara	gr	75.50	83.40	66.95	75.10	66.80
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	0.90	1.80	1.85	4.30	6.90
Peso del suelo seco	gr	42.40	50.30	33.85	42.00	33.70
Contenido de agua	%	2.12	3.58	5.47	10.24	20.47
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.485	1.818	1.906	1.848	1.436
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.730				
<i>Humedad óptima (%)</i>		5.50				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

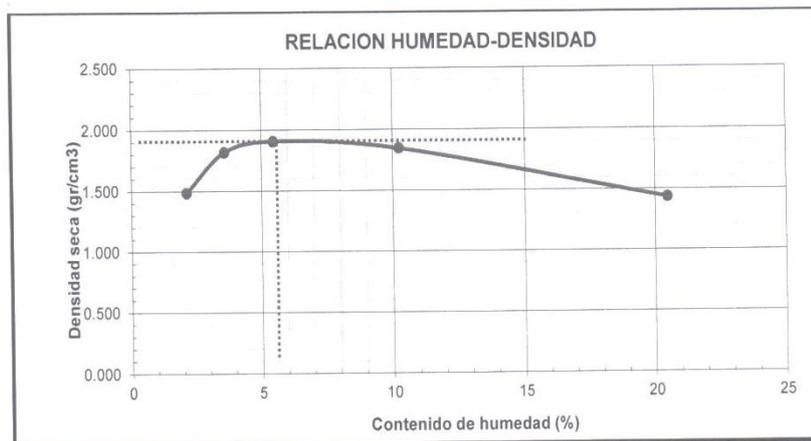


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

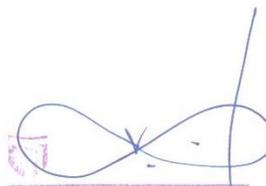
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C – 02 ADICION 35% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Ing. Víctor Rojas
Director de la Escuela de Ingeniería Civil



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

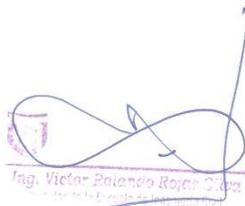
UNIDAD : MUESTRA C – 02 ADICION 45% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5018.80	5122.20	5385.80	5179.00	5202.10
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	942.50	1045.90	1309.50	1102.70	1125.80
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.30	1.45	1.81	1.52	1.56
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	65.00	69.50	70.10	71.90	73.50
Peso del suelo seco + tara	gr	64.20	67.90	67.10	67.30	67.10
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	0.80	1.60	3.00	4.60	6.40
Peso del suelo seco	gr	31.10	34.80	34.00	34.20	34.00
Contenido de agua	%	2.57	4.60	8.82	13.45	18.82
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.270	1.382	1.663	1.344	1.310
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.650				
<i>Humedad óptima (%)</i>		8.70				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Ing. Victor Polanco Rojas



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

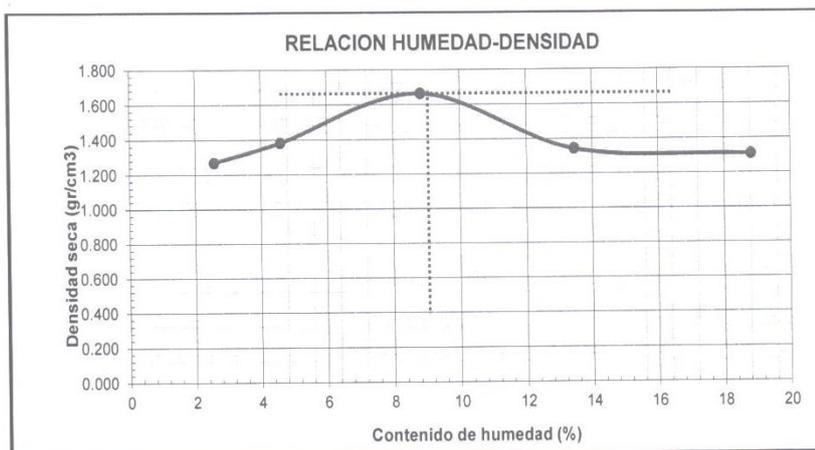


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C – 02 ADICION 45% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

[Firma manuscrita]
Ing. Victor Polanco Rojas
[Sello de la Universidad César Vallejo]



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

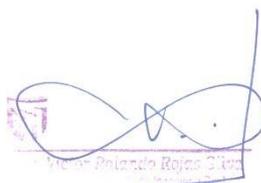
UNIDAD : MUESTRA C – 04 PATRON

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5151.6	5277.2	5332.4	5303.7	5289.2
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	1075.30	1200.90	1256.10	1227.40	1212.90
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.49	1.66	1.74	1.70	1.68
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	82.4	90.5	78.7	52.4	70.6
Peso del suelo seco + tara	gr	80.9	87.7	75.1	49.9	62.9
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	1.50	2.80	3.60	2.50	7.70
Peso del suelo seco	gr	47.80	54.60	42.00	16.80	29.80
Contenido de agua	%	3.14	5.13	8.57	14.88	25.84
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.441	1.579	1.599	1.477	1.332
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.670				
<i>Humedad óptima (%)</i>		7.50				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000




fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 04 ADCION 25% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5042.4	5400.5	5478.8	5413	5196.4
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	966.10	1324.20	1402.50	1336.70	1120.10
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.34	1.83	1.94	1.85	1.55
Recipiente	Nº	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	78.3	79.8	62	83.8	78.9
Peso del suelo seco + tara	gr	76.3	76.6	57.7	75.1	69.8
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	2.00	3.20	4.30	8.70	9.10
Peso del suelo seco	gr	43.20	43.50	24.60	42.00	36.70
Contenido de agua	%	4.63	7.36	17.48	20.71	24.80
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.276	1.705	1.650	1.531	1.241
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.680				
<i>Humedad óptima (%)</i>		7.50				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Relanda Rojas Cerna
 Ingeniero de Geotecnia Civil



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

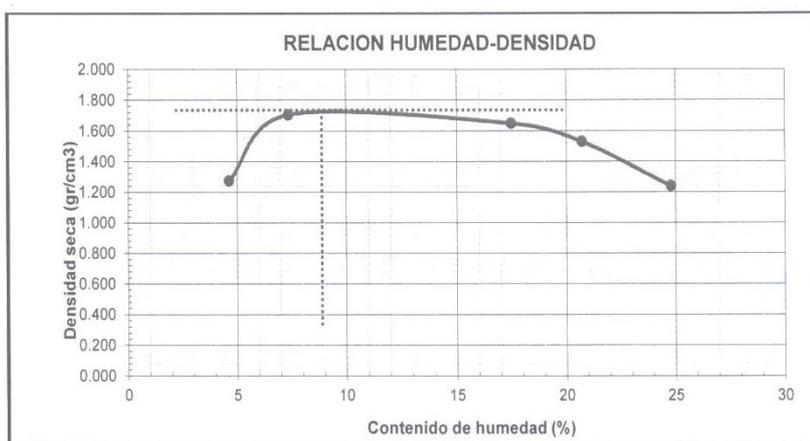


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017
TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO
ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH
UNIDAD : MUESTRA C – 04 ADICION 25% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 04 ADICION 35% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5095.3	5400.5	5370.9	5200.8	5115.2
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	1019.00	1324.20	1294.60	1124.50	1038.90
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.41	1.83	1.79	1.55	1.44
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	86.6	74.6	67	82.7	81.5
Peso del suelo seco + tara	gr	84.8	72.1	63.7	75.4	71.9
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	1.80	2.50	3.30	7.30	9.60
Peso del suelo seco	gr	51.70	39.00	30.60	42.30	38.80
Contenido de agua	%	3.48	6.41	10.78	17.26	24.74
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.361	1.720	1.615	1.326	1.151
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.670				
<i>Humedad óptima (%)</i>		7.50				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Ing. Víctor Rolando Rojas Cueva
Proprietario del Laboratorio



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

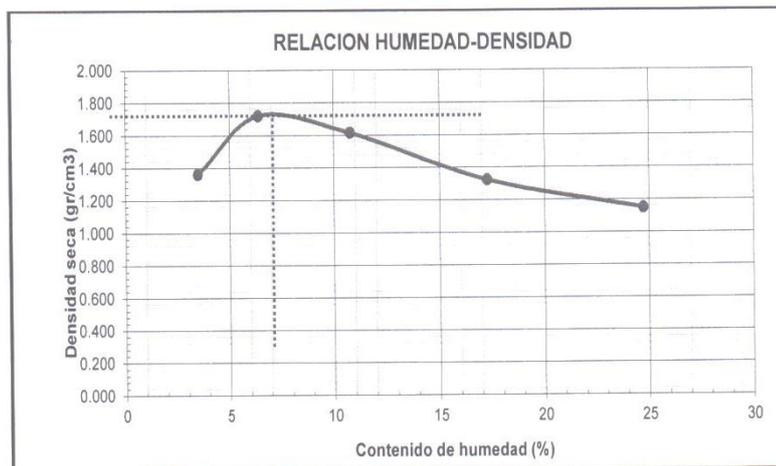
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

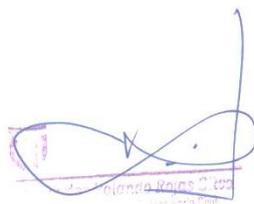
UNIDAD : MUESTRA C – 04 ADICION 35% CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


DANNY ALESSANDRO
CARRASCO MEJIA



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

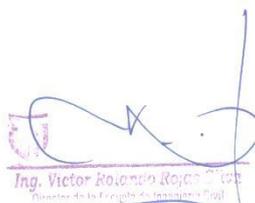
UNIDAD : MUESTRA C – 04 ADICION 45% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR

TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Peso suelo + molde	gr	5143.4	5256.8	5347.2	5412.1	5247.4
Peso molde	gr	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30	4076.30
Peso suelo húmedo compactado	gr	1067.10	1180.50	1270.90	1335.80	1171.10
Volumen del molde	cm ³	723.45	723.45	723.45	723.45	723.45
Peso volumétrico húmedo	gr	1.48	1.63	1.76	1.85	1.62
Recipiente	N°	01	02	03	04	05
Peso del suelo húmedo+tara	gr	80.1	88.2	74.5	71.5	65.7
Peso del suelo seco + tara	gr	79.3	86.6	72.4	68.1	60.9
Tara	gr	33.10	33.10	33.10	33.10	33.10
Peso de agua	gr	0.80	1.60	2.10	3.40	4.80
Peso del suelo seco	gr	46.20	53.50	39.30	35.00	27.80
Contenido de agua	%	1.73	2.99	5.34	9.71	17.27
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.450	1.584	1.668	1.683	1.380
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>		1.680				
<i>Humedad óptima (%)</i>		7.50				

Nota: Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000


Ing. Victor Rolando Rojas
Director de la Escuela de Ingeniería Civil



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

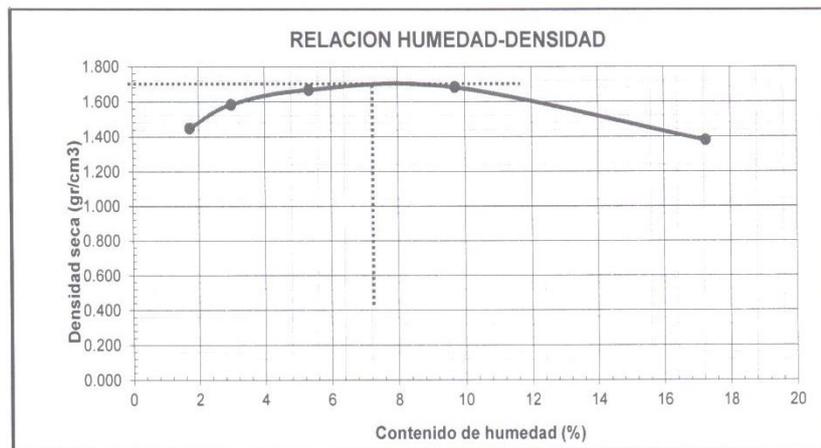
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN EL TRAMO DE MORO A VIRAHUANCA EN EL DISTRITO DE MORO PROVINCIA DEL SANTA 2017

TESISTA : CARRASCO MEJIA DANNY ALESSANDRO

ASUNTO : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

LUGAR : DISTRITO DE MORO – PROV. DEL SANTA – ANCASH

UNIDAD : MUESTRA C – 04 ADICION 45% CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR



Nota:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Ing. Victor Rolando Rojas C. Ica



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017

UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa

SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro

FECHA 10/05/2017

CALICATA : CALICATA C-4

MUESTRA : Calicata 4 con adición al 45% de ceniza de caña

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION				
Pasa %	93.20	88.70	62.90	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL	16.4	IP	0.56	Clasificación	A-6 - (0)	ASSTHO	1.68	7.50
Molde N°	1		2		3			
Altura Molde	11.3		18.1		18.05			
Diámetro Molde	15.3		15.23		15.21			
Altura disco Espaciador	0		6.14		6.14			
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	66		26		12			
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse		despues de mojado	
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	8022	8218	9418	9649	9316	9776		
Peso de molde (g)	4257	4267	5633	5633	5683	5683		
Peso del suelo húmedo (g)	3765	3961	3783	4216	3633	4093		
Volumen del molde (cm ³)	2078	2078	2179	2179	2164	2164		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.812	1.907	1.736	1.935	1.679	1.891		
Recipiente (N°)	A		B		C		33	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	159.49	103.39	146.35	144.21	152.25	206.22		
Peso Recipiente + suelo seco	149.51	92.11	137.45	123.11	143.15	175.15		
Peso Recipiente	21.14	23.61	22.88	12.25	23.26	23.13		
Peso de agua (g)	9.96	11.28	8.90	21.10	9.10	31.07		
Peso de suelo seco (g)	128.37	68.50	114.57	110.86	119.89	152.02		
Contenido de humedad (%)	7.77	16.47	7.77	19.03	7.59	20.44		
Densidad seca (g/cm ³)	1.682	1.637	1.611	1.626	1.560	1.570		

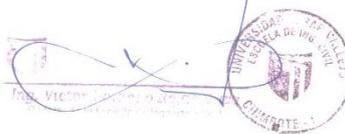
DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
	10:20	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.160	0.000	0.00
	10:30	24	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.040	0.000	0.00
	11:00	48	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.030	0.000	0.00
	10:30	72	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.023	0.000	0.00

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N°						MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA			CORRECCION			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	Lect. Dial	kg	Lect. Dial	kg	Lect. Dial	kg
0.000	0.000	0	0				0	0				0	0		
0.635	0.025	12	34.6				10	27.1				11	30.9		
1.270	0.050	25	83.4				15	45.9				12	34.6		
1.905	0.075	80	290.0				64	229.9				22	72.2		
2.640	0.100	70.455	100	365.1	377.5	27.7	81	293.8	307.6	22.6	27	91.0	102.8	7.5	
6.080	0.200	105.68	112	410.2	432.3	21.1	101	388.9	394.8	19.3	60	214.9	192.3	9.4	

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

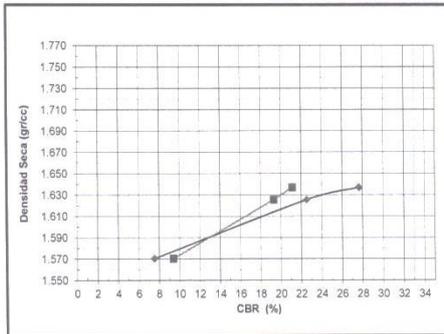
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de moro a virahuanca en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN Centro poblado de virahuanca - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA 10/05/2017

MUESTRA : CALICATA C-4

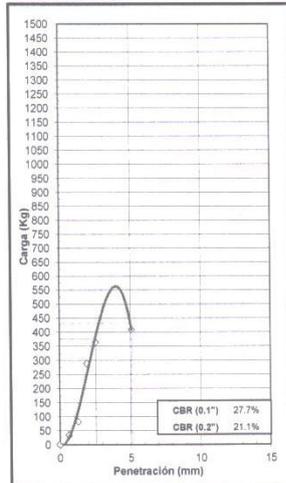
MATERIAL : Adicion al 45% de cenizas de caña de azucar
CLASIFICACION (SUCS) : SC

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.68
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50

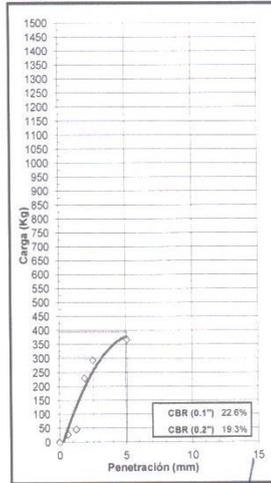


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 60.67	0.2": 20.93
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 11.90	0.2": 7.60

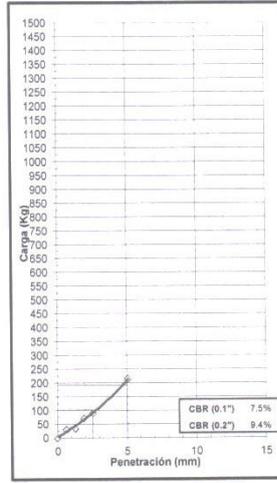
EC = 56 GOLPES



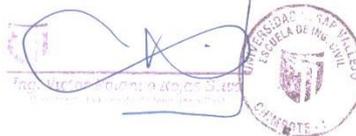
EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017

UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa

SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro

FECHA 10/05/2017

CALICATA : CALICATA C-4

MUESTRA : Calicata 4 con adición al 35% de ceniza de cañ

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION				
Pasa %	93.20	88.70	62.90	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL	16.4	IP	0.56	Clasificación	A-6 - (0)	ASSTHO	1.75	7.50
Molde N°	1		2		3			
Altura Molde	11.3		18.1		18.05			
Diámetro Molde	15.3		15.23		15.21			
Altura disco Espaciador	0		6.14		6.14			
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19			
Capas N°	5		6		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8125	8378	8649	9929	9431	9880		
Peso de molde (g)	4251	4251	5631	5631	5689	5689		
Peso del suelo húmedo (g)	3874	4127	3018	4298	3742	4191		
Volumen del molde (cm ³)	2078	2078	2179	2179	2164	2164		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.866	1.986	1.798	1.973	1.729	1.937		
Recipiente (N°)	A		B		C			
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	178.13	123.35	166.25	154.19	162.40	216.30		
Peso Recipiente + suelo seco	159.54	102.21	147.54	133.19	153.02	185.25		
Peso Recipiente	21.14	23.61	22.88	12.25	23.26	23.13		
Peso de agua (g)	19.59	21.14	18.71	21.09	9.38	31.05		
Peso de suelo seco (g)	138.40	78.60	124.66	120.85	129.76	162.12		
Contenido de humedad (%)	14.15	26.90	15.01	17.45	7.23	19.15		
Densidad seca (g/cm ³)	1.633	1.565	1.564	1.680	1.613	1.625		

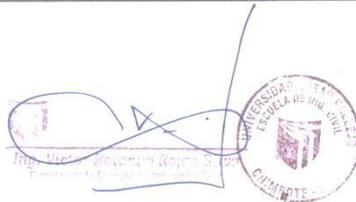
DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
	10:20	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.162	0.000	0.00
	10:30	24	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.045	0.000	0.00
	11:00	48	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.036	0.000	0.00
	10:30	72	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.027	0.000	0.00

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar Kg/cm ²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	% CBR
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025	12	34.6			9	23.4			8	19.6			
1.270	0.050	35	121.0			24	79.7			12	34.6			
1.905	0.075	89	323.8			67	203.6			22	72.2			
2.540	0.100	70.465	92	335.1	377.5	27.7	81	293.8	307.6	22.6	33	113.5	102.8	7.5
5.080	0.200	105.68	119	436.5	432.3	21.1	106	387.7	394.8	19.3	57	203.6	192.3	9.4

CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

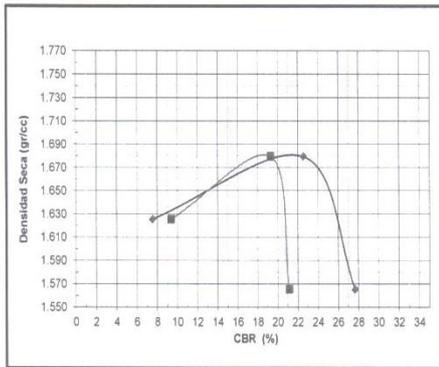
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS Estabilizacion de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA 10/05/2017

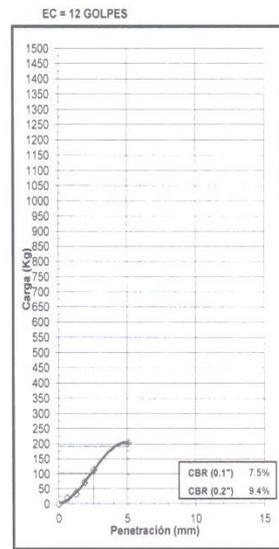
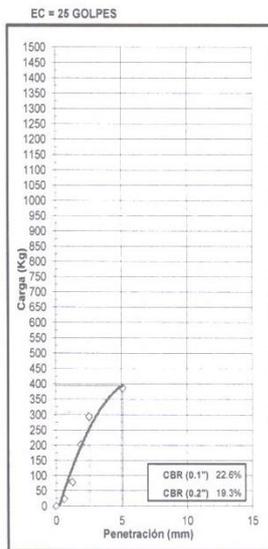
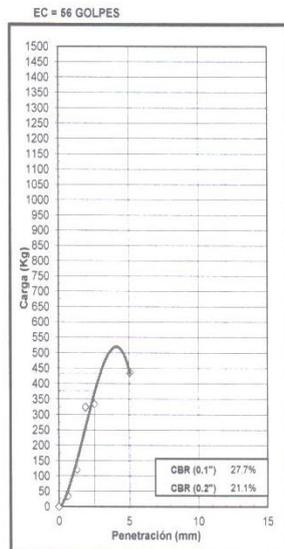
MUESTRA : CALICATA C-4

MATERIAL : C-4 adicinado el 35% de cenizas de caña de azucar
CLASIFICACION (SUCS) : sc

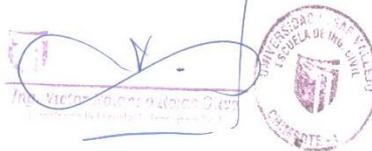
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.75
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	91.29	0.2":	63.04
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.39	0.2":	16.16



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA 10/05/2017

CALICATA : CALICATA C-4 **MUESTRA** : Calicata 4 con adición al 25% de ceniza de cañ

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	93.20	68.70	62.90	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	16.4	IP	0.56	Clasificación	A1 - (0)	ASSTHO
						1.68
						7.50

Molde N°	1	2	3			
Altura Molde	11.3	18.1	18.05			
Diámetro Molde	15.3	15.23	15.21			
Altura disco Espaciador	0	6.14	6.14			
Diámetro disco espaciador	15.19	15.19	15.19			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	66	25	12			
Condición de la muestra	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8032	8212	9414	9852	9311	9775
Peso de molde (g)	4252	4252	5631	5631	5681	5681
Peso del suelo húmedo (g)	3780	3960	3783	4221	3630	4094
Volumen del molde (cm³)	2078	2078	2179	2179	2164	2164
Densidad húmeda (g/cm³)	1.819	1.906	1.736	1.937	1.677	1.892
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	159.45	103.29	146.30	144.20	152.27	206.28
Peso Recipiente + suelo seco	149.51	92.11	137.45	123.11	143.15	176.15
Peso Recipiente	21.14	23.61	22.88	12.25	23.26	23.13
Peso de agua (g)	9.94	11.18	8.85	21.09	9.12	31.13
Peso de suelo seco (g)	128.37	68.50	114.57	110.86	119.89	152.02
Contenido de humedad (%)	7.74	16.32	7.72	19.02	7.61	20.48
Densidad seca (g/cm³)	1.689	1.639	1.612	1.628	1.559	1.570

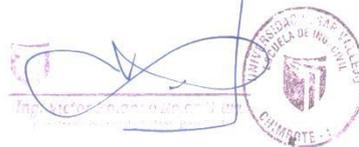
DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
	10:20	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.160	0.000	0.00
	10:30	24	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.040	0.000	0.00
	11:00	48	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.030	0.000	0.00
	10:30	72	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.023	0.000	0.00

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
mm.	pulg.		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0	0		0	0			0	0			
0.635	0.025		14	42.1		10	27.1			10	27.1			
1.270	0.050		28	94.7		16	49.6			14	42.1			
1.905	0.075		85	308.8		64	229.9			22	72.2			
2.540	0.100	70.455	110	402.7	377.5	27.7	89	323.8	307.6	22.6	28	94.7	102.8	7.5
5.080	0.200	105.68	125	459.0	432.3	21.1	104	380.2	394.8	19.3	60	214.9	192.3	9.4

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



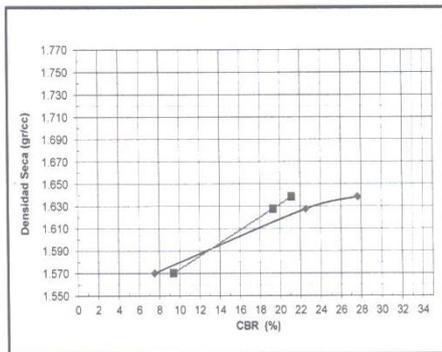
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS : Estabilizacion de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN : Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA : Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA : 10/05/2017

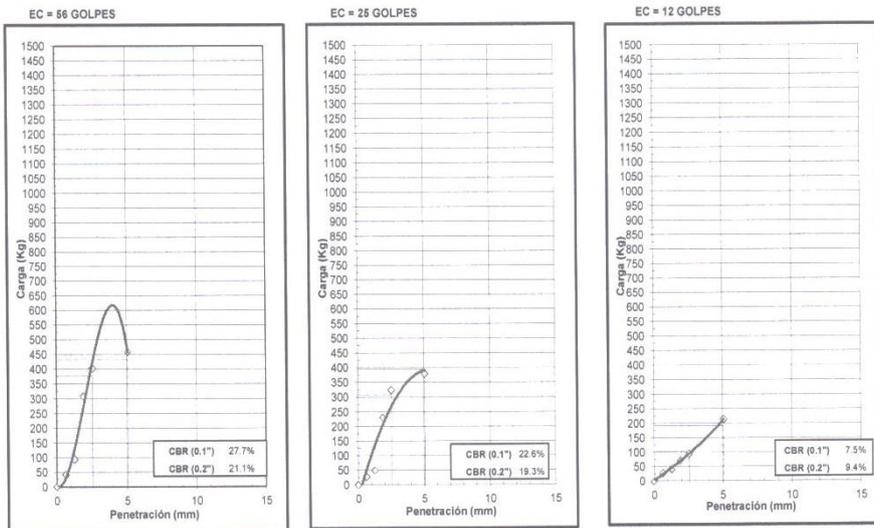
MUESTRA : CALICATA C-4

MATERIAL : Adicion al 25% de cenizas de caña de azucar
CLASIFICACION (SUCS) : SC

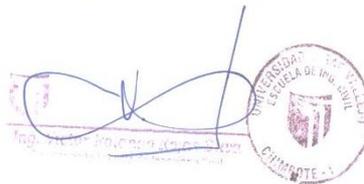
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.68
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	28.55	0.2":	20.93
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.24	0.2":	7.50



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017

UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa

SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro

FECHA 10/05/2017

MUESTRA : TERRENO NATURAL- C-4
CLASIFICACION (SUCS) : SC

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	93.20	88.70	62.90	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	16.40	IP	0.56	Clasificación	A - 6 (0)	ASSTHO
					1.66	7.50

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado	Antes de mojar	despues de mojado
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8427	8721	9784	10021	10056	10279
Peso de molde (g)	4245	4245	5628	5628	5859	5859
Peso del suelo húmedo (g)	4182	4476	4156	4393	4197	4420
Volumen del molde (cm³)	2290	2316	2303	2333	2312	2347
Densidad húmeda (g/cm³)	1.826	1.933	1.805	1.883	1.816	1.883
Recipiente (N°)	A	11	B	22	C	33
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	130.47	117.89	112.00	99.97	169.28	115.91
Peso Recipiente + suelo seco	119.93	103.72	101.63	87.91	150.42	101.20
Peso Recipiente	22.60	22.60	25.67	22.89	29.01	26.02
Peso de agua (g)	10.54	14.17	10.37	12.06	18.86	14.71
Peso de suelo seco (g)	97.33	81.12	75.96	65.02	121.41	75.18
Contenido de humedad (%)	10.83	17.47	13.65	18.55	15.53	19.57
Densidad seca (g/cm³)	1.647	1.645	1.588	1.588	1.572	1.575

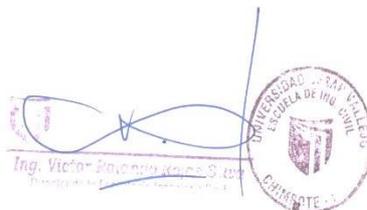
DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	48	1.219	1.1	57	1.448	1.3	62	1.575	1.4
		48	49	1.245	1.1	58	1.473	1.3	67	1.702	1.5
		72	51	1.295	1.1	60	1.524	1.3	70	1.778	1.5

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar Kg/cm2	MOLDE N°						MOLDE N°						MOLDE N°					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR		Lect. Dial	kg	% CBR	kg	% CBR	
0.000	0.000	0	0				0	0				0	0				0	0	
0.635	0.025	19	60.9				10	27.1				6	12.1				6	12.1	
1.270	0.050	28	94.7				17	53.4				8	19.6				8	19.6	
1.905	0.075	43	151.1				21	68.4				12	34.6				12	34.6	
2.540	0.100	70.455	51	181.1	186.8	13.7	28	94.7	90.1	6.6		17	53.4	74.0	5.4		17	53.4	
3.810	0.150		70	252.5			36	124.8				22	72.2				22	72.2	
5.080	0.200	105.68	86	312.6	309.2	15.1	40	139.8	136.0	6.6		29	98.5	103.5	5.1		29	98.5	

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

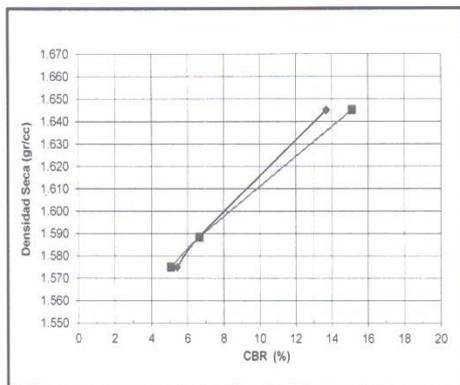


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA 10/05/2017

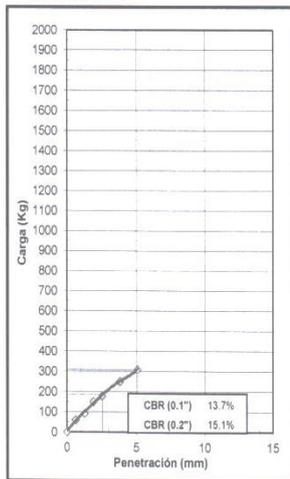
MUESTRA : TERRENO NATURAL- C-4
CLASIFICACION (SUCS) : SC

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.66
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50

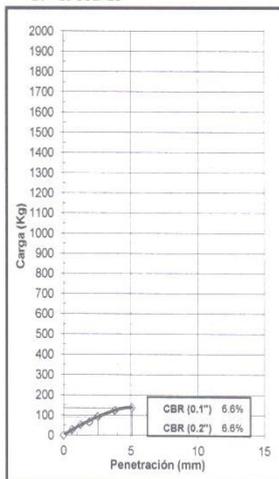


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.31	0.2":	14.46
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	4.51	0.2":	4.46

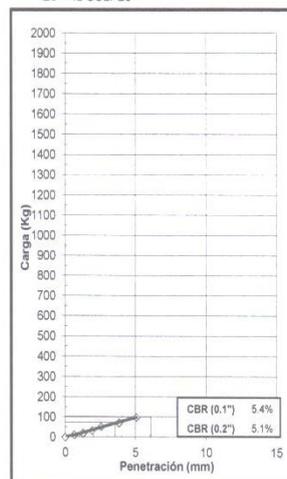
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

Ing. Victor Alejandro Rojas Torres
Docente de la Escuela de Ingeniería Civil
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CHIMBOTE

fb/ucv_peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



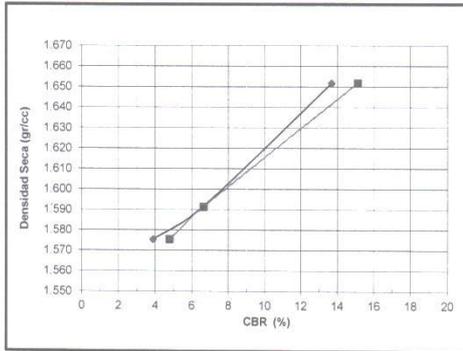
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

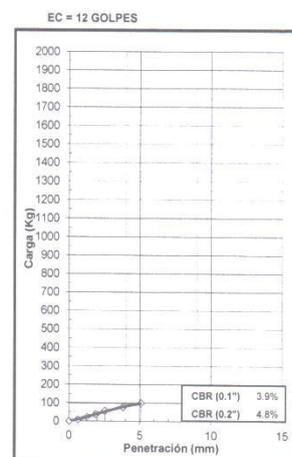
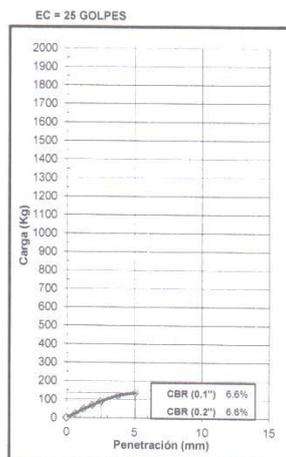
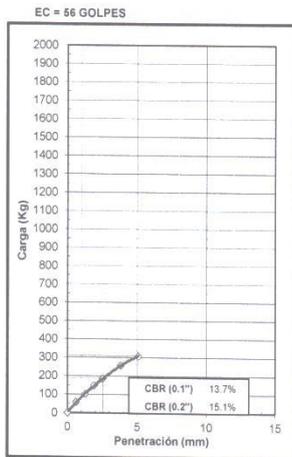
TESIS : Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACION : Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA : Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA : 10/05/2017

MUESTRA : TERRENO NATURAL- C-2
CLASIFICACION (SUCS) : SC

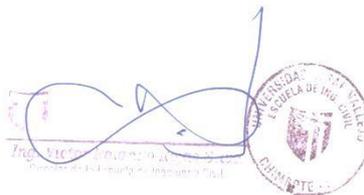
METODO DE COMPACTACION : cc
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.67
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.60



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.89	0.2":	18.13
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	4.17	0.2":	4.27



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuanca en el distrito de Moro Provincia del Santa 2017

UBICACIÓN Centro poblado de virahuanca - Distrito de Moro - Provincia del Santa

SOLICITA Carrasco Mejía Danny Alessandro

FECHA 10/05/2017

MUESTRA : TERRENO NATURAL- C-2
CLASIFICACION (SUCS) : SC

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION			
Pasa %	77.70	95.00	66.60	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima	
LL	17.00	IP	1.32	Clasificación	A - 6(0)	ASSTHO	1.67
							8.60

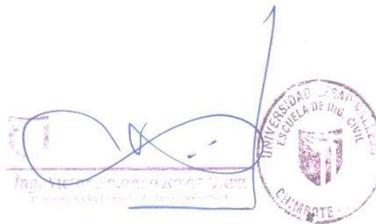
Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		17.8		17.85	
Diametro Molde	15.1		15.14		15.14	
Altura disco Espaciador	5.01		5.01		5.01	
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	66		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojarse		despues de mojado		Antes de mojarse	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8430	8729	9790	10028	10065	10278
Peso de molde (g)	4235	4235	6626	6626	5957	5857
Peso del suelo humedo (g)	4195	4494	4164	4402	4208	4421
Volumen del molde (cm³)	2290	2316	2303	2333	2312	2347
Densidad húmeda (g/cm³)	1.832	1.941	1.808	1.887	1.820	1.884
Recipiente (N°)	A		B		C	
Peso del Recipiente + suelo humedo (g)	130.47	117.89	112.00	99.97	169.28	115.91
Peso Recipiente + suelo seco	119.91	103.70	101.61	87.90	150.40	101.20
Peso Recipiente	22.60	22.60	25.67	22.89	29.00	26.00
Peso de agua (g)	10.56	14.19	10.39	12.07	18.88	14.71
Peso de suelo seco (g)	97.31	81.10	75.94	65.01	121.40	75.20
Contenido de humedad (%)	10.85	17.50	13.68	18.57	15.55	19.56
Densidad seca (g/cm³)	1.652	1.652	1.591	1.591	1.575	1.675

DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0	0	0.000	0.0
		24	45	1.143	1.0	56	1.422	1.2	63	1.600	1.4
		48	49	1.245	1.1	58	1.473	1.3	68	1.727	1.5
		72	50	1.270	1.1	60	1.524	1.3	70	1.778	1.5

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm²	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025	18	57.2			9	23.4			5	8.3			
1.270	0.050	30	102.2			16	49.6			9	23.4			
1.905	0.075	42	147.3			21	68.4			13	38.4			
2.540	0.100	70.455	52	184.9	186.8	13.7	27	91.0	90.1	6.6	18	57.2	52.9	3.9
3.810	0.150		71	256.2			35	121.0			23	75.9		
5.080	0.200	105.68	85	308.8	309.2	15.1	39	136.0	136.0	6.6	29	98.5	97.6	4.8



CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

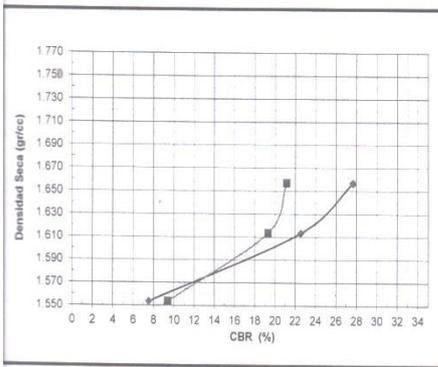


RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883

TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuanca en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN Centro poblado de virahuanca - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA Carrasco Mejía Danny Alessandro
FECHA 10/05/2017

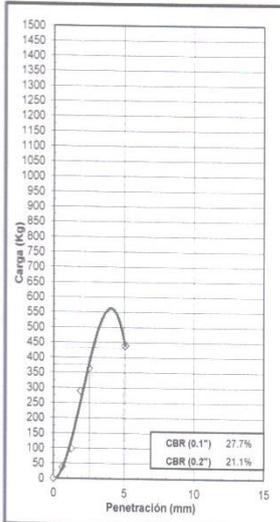
MUESTRA : CALICATA C-2 **MATERIAL** : Adición al 25% de cenizas de caña de azúcar
CLASIFICACION (SUCS) : SC

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.89
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.50

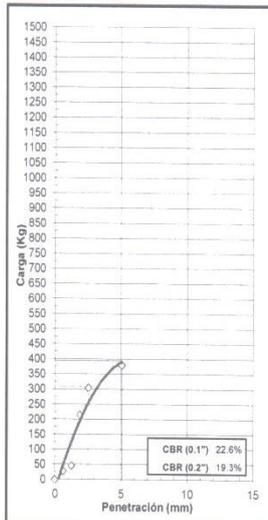


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	27.89	0.2":	20.93
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.60	0.2":	7.50

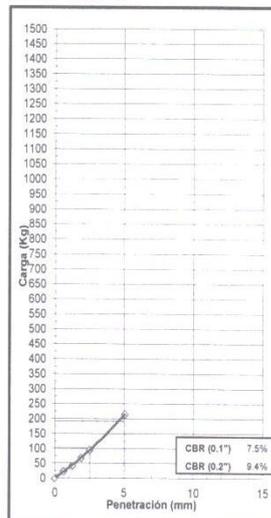
EC = 56 GOLPES



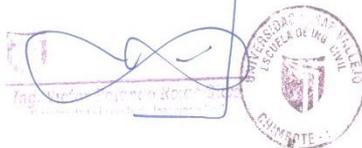
EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



IMPUS CHIMBOTE
H. L. T. 1 Urb. Buenos Aires
Central Nuevo Chimbote
Tel: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

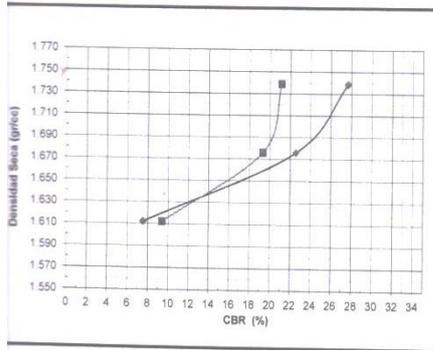
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883**

ESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
OLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro
ECHA 10/05/2017

UESTRA : CALICATA C-2

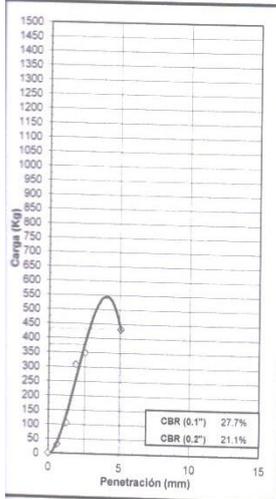
MATERIAL : Adición al 35% de cenizas de caña de azucar
CLASIFICACION (SUCS) : SC

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.73
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.50



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	27.62	0.2":	21.43
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.21	0.2":	15.34

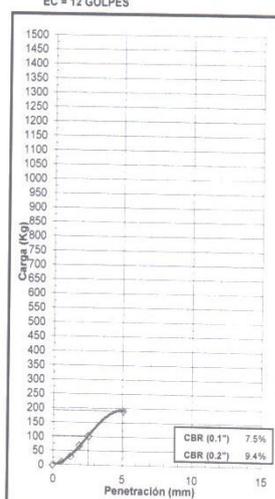
EC = 66 GOLPES



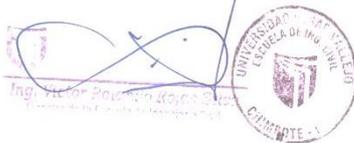
EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



MPUS CHIMBOTE
 H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Central Nuevo Chimbote
 (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



TESIS Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
 UBICACIÓ Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
 SOLICITA Carrasco Mejia Danny Alessandro
 FECHA 10/05/2017

CALICATA : CALICATA C-2 MUESTRA : Calicata 2 con adición al 45% de ceniza de cañ

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	N° 10	N° 40	N° 200	ENSAYO DE COMPACTACION		
Pasa %	97.70	95.00	66.60	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima
LL	17.0	IP	1.32	Clasificación	A6- (0)	ASSTHO
					1.646	9.10
Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	11.3		18.1		18.05	
Diámetro Molde	15.3		15.23		15.21	
Altura disco Espaciador	0		6.14		6.14	
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar	
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	8092	8266	9428	9821	9318	9732
Peso de molde (g)	4258	4258	5637	5637	5684	5684
Peso del suelo húmedo (g)	3834	3998	3791	4184	3634	4048
Volumen del molde (cm³)	2078	2078	2179	2179	2164	2164
Densidad húmeda (g/cm³)	1.845	1.924	1.740	1.920	1.679	1.871
Recipiente (N°)	A		B		C	
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	159.32	103.28	146.28	144.18	162.28	206.28
Peso Recipiente + suelo seco	149.59	92.21	137.54	123.10	143.08	175.25
Peso Recipiente	21.14	23.61	22.88	12.25	23.26	23.13
Peso de agua (g)	9.73	11.07	8.74	21.08	9.20	31.03
Peso de suelo seco (g)	128.45	68.60	114.66	110.85	119.82	152.12
Contenido de humedad (%)	7.57	16.14	7.62	19.02	7.68	20.40
Densidad seca (g/cm³)	1.715	1.657	1.617	1.813	1.560	1.554

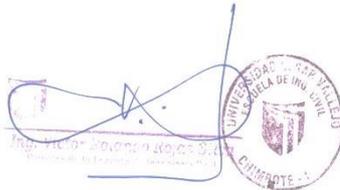
DETERMINACION DE LA EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
	10:20	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.160	0.000	0.00
	10:30	24	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.040	0.000	0.00
	11:00	48	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.030	0.000	0.00
	10:30	72	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.023	0.000	0.00

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración	Carga Estándar	MOLDE N°												
		MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
mm.	pu/g.	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025	13	38.4			10	27.1			9	23.4			
1.270	0.050	29	98.5			15	45.9			14	42.1			
1.905	0.075	80	290.0			60	214.9			21	68.4			
2.540	0.100	70.455	100	365.1	377.5	27.7	84	305.0	307.6	22.6	28	94.7	102.8	7.5
5.080	0.200	105.68	120	440.3	432.3	21.1	104	380.2	394.8	19.3	60	214.9	192.3	9.4

CAMPUS CHIMBOTE
 Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
 Av. Central Nuevo Chimbote
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

ASTM D-1883

TESIS : Estabilizacion de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azucar en el tramo de moro a virahuana en el distrito de Moro Provincia del santa 2017
UBICACIÓN : Centro poblado de virahuana - Distrito de Moro - Provincia del Santa
SOLICITA : Carrasco Mejia Danny Alessandro
FECHA : 10/05/2017

MUESTRA : CALICATA C-2

MATERIAL : Adicion al 45% de cenizas de caña de azucar
CLASIFICACION (SUCS) : SC

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.646
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.10

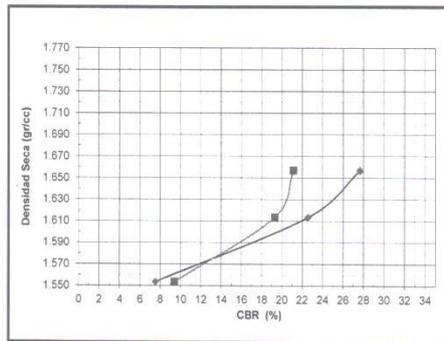
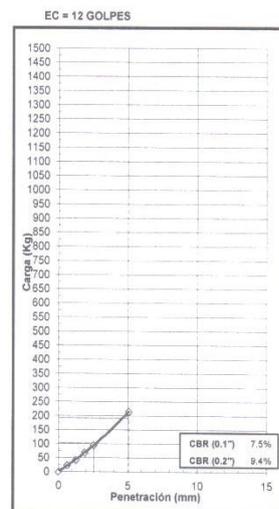
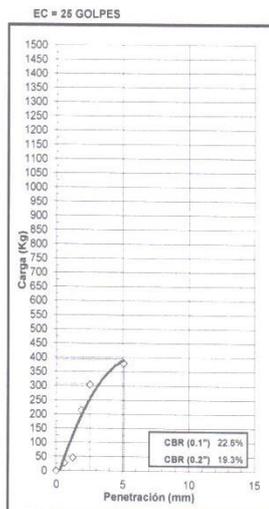
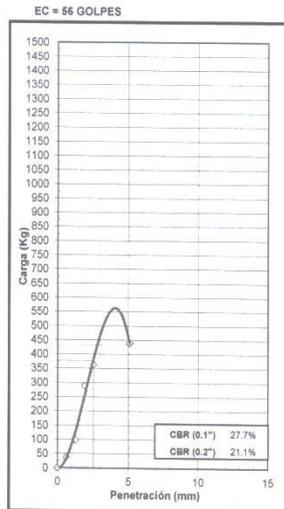
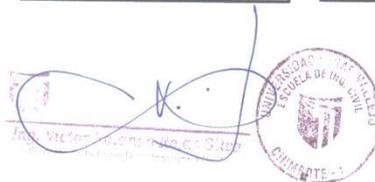


Table with 4 columns: C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%), 0.1", 0.2", and C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%), 0.1", 0.2". Values: 26.94, 20.93, 10.68, 7.50.



CAMPUS CHIMBOTE
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires
Av. Central Nuevo Chimbote
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



fb/ucv_peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

 **CALIBRACION DE EQUIPOS
DE LABORATORIO**



Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Aseguramiento Metrológico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM - 0206 - 2015

O.T. : 0353-U3532

Fecha de emisión : 2015 - 03 - 14

Página :

1 de 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
DIRECCIÓN : MZ. H LOTE 1 URB. LOS PORTALES ANCASH SANTA NUEVO CHIMBOTE

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA NO AUTOMÁTICA
 Marca : OHAUS Capacidad Máxima : 22000 g
 Modelo : SE602F División de Escala, d : 0,1 g
 N° Serie : 7131150816 División de Verificación, e : 0,1 g
 Procedencia : NO INDICA Clase : I
 Código de Ident. : D510 Tipo : DIGITAL
 Ubicación : LAB.DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGIA DE CONCRETO

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.
La calibración se realizó el día 11 de Marzo del 2015 en las instalaciones de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

4. METODO.
La calibración se efectuó por comparación con patrones de masa calibrados.
Se usó como referencia el Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II, PC - 011 del SNM - INDECOPI, 4ta edición abril 2010.

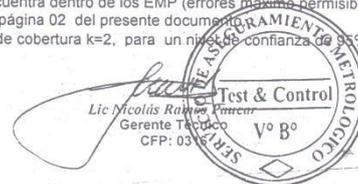
5. PATRON.
Se usó patrones trazables a las unidades de masa y temperatura; calibrados por el SNM - INDECOPI

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	DIV. DE ESCALA / RESOLUCIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO Y/O INFORME	ENTIDAD
JUEGO DE PESAS	1 mg a 1 kg	NO TIENE	F1	LM-C-323-2014	SNM-INDECOPI
PESAS	1 a 5 kg	NO TIENE	F1	LM-571-2014	SNM-INDECOPI
PESAS	10 kg	NO TIENE	F1	LM-568-2014	SNM-INDECOPI
PESAS	20 kg	NO TIENE	F1	LM-575-2014	SNM-INDECOPI
Barotermohigrometro	-20 a 50 °C / 0 a 100 %HR / 300 a 1300 hPa	0,1°C / 0,1 %HR / 0,1 hPa	±0,3 °C / ±2 %HR / 0,5 hPa	LT-066-2015	SNM-INDECOPI

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	25,4	26,3
HUMEDAD RELATIVA (%)	48,0	50,0

7. OBSERVACIONES.
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
Verificar la indicación de cero y el nivel del instrumento antes de cada medición.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
Según los resultados obtenidos en la calibración el equipo se encuentra dentro de los EMP (errores máximo permisibles)
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax.: 262-9545 Nextel: 51*419*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246
E-mail: informes@testcontrol.com.pe / Web: www.testcontrol.com.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 128-CBR-CH

Fecha de emisión: 08-04-2016

Página: 1 de 2

1. CLIENTE : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

DIRECCIÓN : MZ. H LOTE 1 URB. LOS PORTALES NUEVO CHIMBOTE, SANTA, ANCASH.
RUC : 20164113532

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA PARA ENSAYO DE C.B.R.

Marca : RICELI EQUIPOS
Modelo : ASTM
Serie : D-1883-CBRCH

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se realizó el 10 de marzo del 2016 en las instalaciones de MULTISERVICIOS PERU GROUP C&M SAC.

4. METODOLOGÍA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE PATRÓN DE MEDICIÓN

Para controlar y calibrar el equipo se utilizó una máquina de compresión estándar f-25EX-F-co-Pilot. Utilizando el método de compuestos de refrendado o almohadillas de neopreno. Capacidad 250000 Lbs. Marco Placa Superior e Inferior en acero, con cuatro columnas de acero, roscadas y soldadas en su sitio. Rejilla para seguridad al momento de ejecutar el ensayo. Pistón De 155 mm (6/18") diámetro; carrera de 76 mm (3"). Apertura vertical 318 mm (12 1/2") Apertura horizontal 229 mm (9") entre columnas. Bomba Hidráulica manual de dos velocidades. Pantalla Marca MCC Safir digital programable.

5. NORMA APLICADA

Este equipo se encuentra revisado, controlado y calibrado, según la norma UNE 83-306-85 y EN 12390-6:2000

6. CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	26,5 °C	26,8°C
HUMEDAD RELATIVA	54,0%	55,0%

7. RESULTADOS

VALOR DEL PATRÓN	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR
Rango bajo	0-5 KN	0 KN
Rango alto	0-50 KN	0 KN





Test & Control

Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación*

Aseguramiento Metrológico

Certificado N° : LM-0206-2015
Página : 2 de 2

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	SI	ESCALA	SI
OSCILACION LIBRE	SI	CURSOS	NO
PLATAFORMA	SI	NIVELACION	SI
SISTEMA DE TRABA	NO	PESAS ADICIONALES	NO

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Inicial			Final		
	Carga L1 = 11000 g	Temp. (°C)	25.4	Carga L2 = 22000 g	Temp. (°C)	26.3
	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	11 000,2	90,0	160,0	21 999,9	10,0	-60,0
2	11 000,3	50,0	300,0	22 000,0	90,0	-40,0
3	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	80,0	-30,0
4	11 000,3	30,0	320,0	22 000,0	90,0	-40,0
5	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	90,0	-40,0
6	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	90,0	-40,0
7	11 000,2	80,0	170,0	22 000,0	80,0	-30,0
8	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	80,0	-30,0
9	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	80,0	-30,0
10	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	90,0	-40,0
Valor absoluto de la diferencia Máxima			160,0	30,0		
Error máximo permitido ±			200 mg	± 300 mg		

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de carga (g)	Carga (g)	Inicial			Final				
		Temp. (°C)	25.8	26.0	L (g)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)
Determinación de Eo			I (g)	Δ L (mg)	Eo (mg)	Determinación del Error corregido			
1	1,1		60,0	90,0	7 000,1	20,0	130,0	40,0	
2	1,1		50,0	100,0	7 000,3	80,0	270,0	170,0	
3	1,1		60,0	90,0	7 000,1	40,0	110,0	20,0	
4	1,1		50,0	100,0	7 000,2	60,0	190,0	90,0	
5	1,1		60,0	90,0	7 000,3	90,0	260,0	170,0	
Error máximo permitido : ±			200 mg						

* valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Inicial				Final				e.m.p (**) (± mg)
	Temp. (°C)	26.0	26.3		Temp. (°C)	26.0	26.3		
	CRECIENTES				DECRECIENTES				
	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,1	60,0	90,0		5,1	80,0	70,0	-20,0	100
5,0	5,1	70,0	80,0	-10,0	10,1	70,0	80,0	-10,0	100
10,0	10,1	60,0	90,0	0,0	20,1	80,0	70,0	-20,0	100
20,0	20,1	80,0	70,0	-20,0	50,1	80,0	70,0	-20,0	100
50,0	50,1	70,0	80,0	-10,0	100,1	80,0	70,0	-20,0	100
100,0	100,1	80,0	70,0	-20,0	500,1	70,0	80,0	-10,0	100
500,0	500,1	70,0	80,0	-10,0	1 000,1	80,0	70,0	-20,0	100
1 000,0	1 000,1	80,0	70,0	-20,0	5 000,1	80,0	70,0	-20,0	100
5 000,0	5 000,1	90,0	60,0	-30,0	10 000,1	80,0	70,0	-20,0	100
10 000,0	10 000,2	70,0	180,0	90,0	15 000,2	70,0	180,0	90,0	200
15 000,0	15 000,2	60,0	190,0	100,0	20 000,2	70,0	180,0	90,0	200
20 000,0	20 000,3	80,0	270,0	180,0	22 000,3	80,0	270,0	180,0	200
22 000,0	22 000,3	90,0	260,0	170,0					300

(**) emp= error máximo permitido

Incertidumbre Expandida: $U = 2 \cdot \sqrt{8457,2 (mg)^2 + 6,5} \cdot 10^{-11} \cdot 1,2$

Lectura Corregida: $I_{corregida} = I - 6,7 \cdot 10^{-6} \cdot I$

I : Indicación del instrumento (en mg)

E : Error del instrumento

Δ L : Carga añadida

Ec : Error corregido

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax.: 262-9545 Nextel: 51*419*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246
E-mail: informes@testcontrol.com.pe / Web: www.testcontrol.com.pe



8. OBSERVACIÓN

ESTE EQUIPO ANTES DE SALIR DE NUESTRO LOCAL HA SIDO CHEQUEADO, Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO, ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACIÓN Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO. A LA FIRMA SE MUESTRA LA CONFORMIDAD.


Paul Rivas Vásquez
JEFE DE SERVICIO TÉCNICO





"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Aseguramiento Metroológico

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LD-0469-2015

O.P.: 0353-U3532

Fecha de emisión: 2015-03-16

Página 1 de 2

1. **SOLICITANTE:** UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
DIRECCIÓN: MZ. H LOTE 1 URB. LOS PORTALES ANCASH SANTA NUEVO CHIMBOTE

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** COPA DE CASAGRANDE
MARCA: FORNEY
MÓDELO: NO INDICA
Nº SERIE: NO INDICA
IDENTIFICACION: D 5.9
PROCEDENCIA: NO INDICA
UBICACION: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGIA DEL CONCRETO

3. **FECHA Y LUGAR DE CALIBRACION:**
La Calibración se realizó el día 11 de Marzo del 2015 en las instalaciones de UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

4. **MÉTODO:**
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados.

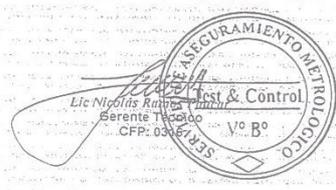
5. **PATRÓN DE MEDICIÓN:**

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACION	RESOLUCION	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO	ENTIDAD
Bloques planoparalelos	0,5 mm a 100 mm	NO TIENE	GRADO: 0	LLA-C-062-2014	SNM-INDECOPI
Termómetro digital	-150 °C a 450 °C	0,1 °C	± 0,02 °C	LT-745-2014	SNM-INDECOPI
Barotermohigrometro	-20 a 50 °C 1-0 a 100 % H.R. 300 hPa a 1300 hPa	0,1 °C ± 0,4 % 0,1 hPa	± 0,3 °C; ± 2% ± 0,5 hPa	LT-066-2015	SNM-INDECOPI

6. **CONDICIONES AMBIENTALES:**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,0 °C	21,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	50,9%	49,5%

7. **OBSERVACIONES:**
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95 %.
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Jr. Condesa de Lemos Nº 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax: 262-9545 Nextel: 51*419*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246
E-mail: informes@testcontrol.com.pe / Web: www.testcontrol.com.pe



INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	SI	ESCALA	SI
OSCILACION LIBRE	SI	CURSOS	NO
PLATAFORMA	SI	NIVELACION	SI
SISTEMA DE TRABA	NO	PESAS ADICIONALES	NO

ENSAYO DE REPETIBILIDAD						
Medición N°	Carga L1 = 11000 g			Carga L2 = 22000 g		
	Temp. (°C)	Inicial	Final	Temp. (°C)	Inicial	Final
		25,4	26,3			
	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	11 000,2	90,0	160,0	21 999,9	10,0	-60,0
2	11 000,3	50,0	300,0	22 000,0	90,0	-40,0
3	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	80,0	-30,0
4	11 000,3	30,0	320,0	22 000,0	90,0	-40,0
5	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	90,0	-40,0
6	11 000,3	40,0	310,0	22 000,0	80,0	-30,0
7	11 000,2	80,0	170,0	22 000,0	80,0	-30,0
8	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	80,0	-30,0
9	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	90,0	-40,0
10	11 000,2	90,0	160,0	22 000,0	90,0	-40,0
Valor absoluto de la diferencia Máxima			160,0	300 mg		
error máximo permitido ±			200 mg	±		

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Posición de carga	Carga (g)	Carga mínima *	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación del Error corregido		
			I (g)	Δ L (mg)	Eo (mg)		I (g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	7 000,0	1,0	1,1	60,0	90,0	7 000,1	20,0	130,0	40,0
2	7 000,0	1,0	1,1	50,0	100,0	7 000,3	80,0	270,0	170,0
3	7 000,0	1,0	1,1	60,0	90,0	7 000,1	40,0	110,0	20,0
4	7 000,0	1,0	1,1	50,0	100,0	7 000,2	60,0	190,0	90,0
5	7 000,0	1,0	1,1	60,0	90,0	7 000,3	90,0	260,0	170,0
Error máximo permitido ±			200 mg						

ENSAYO DE PESAJE									
Carga L (g)	I (g)	CRECIENTES			DECRECIENTES			e.m.p (**)	± (mg)
		Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	Δ L (mg)	E (mg)		
1,0	1,1	60,0	90,0		5,1	80,0	70,0	-20,0	100
5,0	5,1	70,0	80,0	-10,0	10,1	70,0	80,0	-10,0	100
10,0	10,1	60,0	90,0	0,0	20,1	80,0	70,0	-20,0	100
20,0	20,1	80,0	70,0	-20,0	50,1	80,0	70,0	-20,0	100
50,0	50,1	70,0	80,0	-10,0	100,1	80,0	70,0	-20,0	100
100,0	100,1	80,0	70,0	-20,0	500,1	70,0	80,0	-10,0	100
500,0	500,1	70,0	80,0	-10,0	1 000,1	80,0	70,0	-20,0	100
1 000,0	1 000,1	80,0	70,0	-20,0	5 000,1	80,0	70,0	-20,0	100
5 000,0	5 000,1	90,0	60,0	-30,0	10 000,2	80,0	170,0	80,0	200
10 000,0	10 000,2	70,0	180,0	90,0	15 000,2	70,0	180,0	90,0	200
15 000,0	15 000,2	60,0	190,0	100,0	20 000,2	70,0	180,0	90,0	200
20 000,0	20 000,3	80,0	270,0	180,0	22 000,3	80,0	270,0	180,0	300
22 000,0	22 000,3	90,0	280,0	170,0					

(**) siempre error máximo permitido

Incertidumbre Expandida: $U = 2 * \sqrt{8 457,2 (mg)^2 + 6,5} * 10^{-11} . I^2$

Lectura Corregida: $I \text{ corregida} = I - 6,7 * 10^{-6} . I$

- I : Indicación del instrumento (en mg)
- Δ L : Carga añadida
- E : Error del instrumento
- Ec : Error corregido

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.
 Calle de Torre N° 117 - San Miguel - Lima - Teléfono: 262-9536 / Telefax: 262-9545 Nextel: 51*419*4668 / RPM: # 990089889 / RPC: 941525246

NORMAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016

 **PERÚ** PROGRESO
PARA TODOS



MTC E 103

REDUCCION DE MUESTRAS DE CAMPO A TAMAÑOS DE MUESTRAS DE ENSAYO

1.0 OBJETO

1.1 Es la reducción de las muestras obtenidas en el campo a los tamaños de muestras requeridas para los ensayos, empleando procedimientos que minimizan la variación en la medición de las características entre las muestras de ensayo y las muestras de campo.

1.2 La reducción de muestras se obtiene mediante los siguientes tres métodos:

Método A: Cuarteador mecánico

Método B: Cuarteo

Método C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 La finalidad es el reducir las muestras obtenidas en el campo a las porciones requeridas para someterlas a ensayos. Las muestras más grandes tienden a ser más representativas de la muestra total.

Los métodos indicados tienen por finalidad reducir el tamaño de la muestra obtenida en el campo a tamaños convenientes para realizar varios ensayos a fin de describir el material y medir su calidad, de tal manera que la porción de muestra de ensayo más pequeña no deje de ser representativa de la muestra más grande y por lo tanto de la total suministrada. Los errores que se cometen en un seguimiento no cuidadoso de los métodos, conducirán a la obtención de muestras no representativas para su uso en ensayos posteriores.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM C 702: Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size.

4.0 EQUIPO

4.1 METODO A: CUARTEADOR MECÁNICO

4.1.1 Divisor de muestras: Los divisores de muestras deberán tener un número par de cajuelas con planos inclinados de igual ancho, pero no menor que ocho para suelos gruesos, o veinte para suelos finos, con descargas alternativas a cada lado del divisor. El ancho mínimo de la cajuela debe ser aproximadamente 1,5 veces el diámetro de la partícula de mayor tamaño contenida en la muestra a ser dividida. El divisor debe estar equipado con dos recipientes para recibir las dos mitades de la muestra dividida. Asimismo, debe estar equipado con una tolva, la cual tiene un ancho igual o ligeramente menor que el ancho total de la cajuela, por la cual la muestra debe ser depositada a una velocidad controlada a las cajuelas. El equipo y sus accesorios deben ser diseñados para que la muestra fluya suavemente sin restricciones o pérdidas de material. Ver [Figura 1](#).

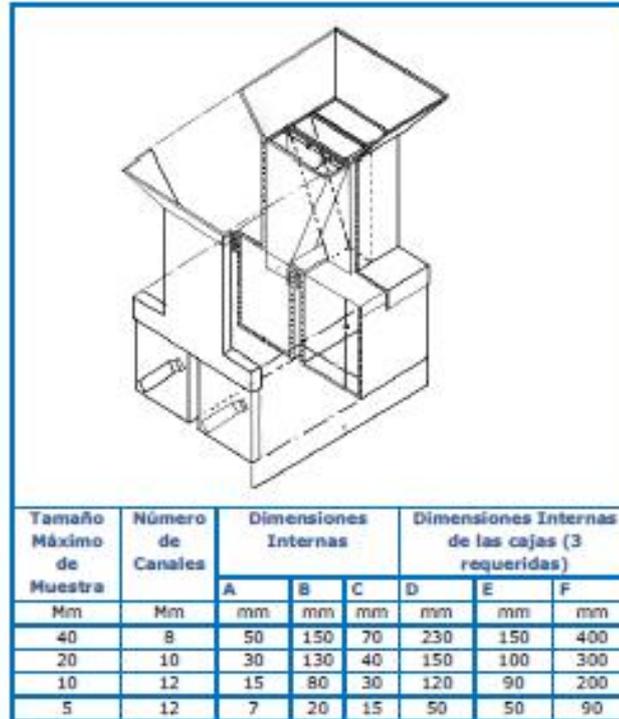


Figura 1. Cuarteador mecánico

4.2 METODO B: CUARTEO

4.2.1 El aparato consiste de un cucharón metálico, pala o badilejo y una lona para cubrir aproximadamente 2 m x 2,5 m. Ver [Figura 2](#).



Figura 2 Cuarteo.

4.3 METODO C: PILAS CONICAS (Agregado fino húmedo)

- 4.3.1 El equipo consiste de un cucharón metálico, pala o badilejo para mezclar y un muestreador (pequeño cucharón o pala). Ver [Figura 3](#)



Figura 3: Pilas cónicas

5.0 MUESTRA

La muestra de campo se toma de acuerdo con el método (MTC E101), o como lo establezca cada método de ensayo. Cuando se contempla solamente el ensayo de análisis granulométrico, el tamaño de la muestra de campo dada en MTC E 101 es usualmente adecuado. Cuando se van a realizar ensayos adicionales, el usuario deberá asegurar por sí mismo que el tamaño inicial de la muestra de campo sea adecuado para realizar todos los ensayos considerados.

5.1 SELECCION DEL METODO

5.1.1 Agregado fino

La muestra de campo de agregado fino que está seca o en condición de saturada superficialmente seca, se debe reducir de tamaño por medio de un cuarteador mecánico usando el Método A. Muestras de campo libres de humedad superficial se pueden reducir de tamaño por cuarteo de acuerdo al Método B o por tratamiento como una pequeña muestra conforme al Método C.

- 5.1.1.1 Si se desea utilizar el Método B ó C y la muestra de campo no tiene humedad libre sobre la superficie de las partículas, la muestra se debe humedecer para alcanzar esta condición, mezclarla bien y luego llevar a cabo la reducción de la muestra.
- 5.1.1.2 Si se desea utilizar el Método A y la muestra de campo tiene humedad libre sobre la superficie de las partículas, la muestra de campo se debe secar hasta la condición de superficie seca, usando temperaturas que no excedan aquellas especificadas para cualquiera de los ensayos contemplados y luego se procede a reducir la muestra. Alternativamente, si la humedad de la muestra de campo es muy grande, una división preliminar se debe realizar utilizando un cuarteador mecánico que tenga una abertura de 38 mm (1 1/2 pulg) o más para reducir la muestra a no menos de 5 000 g, la porción así obtenida se seca y se reduce al tamaño de muestra de ensayo usando el Método A.

Nota 1. El método para determinar la condición de saturado superficialmente seco se describe en NTP 400.022. A manera de aproximación, si el agregado fino mantiene su forma, cuando se moldea con la mano, se puede considerar que posee dicha condición.

5.1.2 Agregado grueso y mezcla de agregados grueso y fino

La muestra se reduce usando un cuarteador mecánico de acuerdo con el Método A (método preferido) o por cuarteo usando el Método B. No se debe usar el Método C para agregado grueso o mezcla de agregado grueso y fino.



6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 METODO A: CUARTEADOR MECANICO

6.1.1 La muestra de campo se coloca en la tolva distribuyéndola uniformemente de extremo a extremo de tal manera que, aproximadamente igual cantidad fluya a través de cada cajuela. La razón a la cual la muestra se deposita en la tolva, es tal que se debe alcanzar un flujo libre a través de las cajuelas hasta los recipientes colocados abajo. La muestra de uno de los recipientes se reintroduce al aparato las veces que sea necesario para reducir el tamaño de la muestra a la cantidad especificada para el ensayo. La porción de muestra acumulada en el otro recipiente se debe reservar para otros ensayos.

6.1.2 La muestra de campo se coloca en la tolva distribuyéndola uniformemente de extremo a extremo de tal manera que, aproximadamente igual cantidad fluya a través de cada cajuela. La razón a la cual la muestra se deposita en la tolva, es tal que se debe alcanzar un flujo libre a través de las cajuelas hasta los recipientes colocados abajo. La muestra de uno de los recipientes se reintroduce al aparato las veces que sea necesario para reducir el tamaño de la muestra a la cantidad especificada para el ensayo. La porción de muestra acumulada en el otro recipiente se debe reservar para otros ensayos.

6.2 METODO B: CUARTEO

6.2.1 Se puede usar cualquiera de los procedimientos descritos en los dos numerales siguientes o una combinación de ambos.

6.2.1.1 Se coloca la muestra sobre una superficie dura, limpia y horizontal evitando cualquier pérdida de material o la adición de sustancias extrañas. Se mezcla bien la muestra hasta formar una pila en forma de cono; se mezcla de nuevo hasta formar un nuevo cono, repitiendo esta operación tres veces. Cada palada tomada de la base se deposita en la parte superior del cono, de modo que el material caiga uniformemente por los lados del cono. Cuidadosamente se aplanar y extiende la pila cónica hasta darle base circular y espesor y diámetro uniforme presionando hacia abajo con la cuchara de la pala, de tal manera que cada cuarto del sector contenga el material original. El diámetro debe ser aproximadamente cuatro a ocho veces el espesor. Se procede luego a dividir diametralmente el material en cuatro partes iguales, de las cuales se separan dos cuartos diagonalmente opuestos, incluyendo todo el material fino limpiando luego con cepillo o escoba los espacios libres. Los dos cuartos restantes se mezclan sucesivamente y se repite la operación hasta obtener la cantidad de muestra requerida, tal como se aprecia en la Figura 2.

6.2.1.2 Como una alternativa al procedimiento anterior, cuando la superficie no es uniforme, la muestra de campo se coloca sobre una lona sobre la cual se homogeniza la muestra original por paleo. Se puede operar también, mezclando el material mediante la elevación alternativa de las esquinas de la lona tirando hacia la muestra, como si se tratara de doblar la lona diagonalmente haciendo rodar al material. En cualquiera de los casos se procede a aplanar y extender la pila como en 6.2.1.1 y luego dividirlo, o si la superficie bajo la lona es irregular, se coloca debajo de la lona en el centro de la muestra una varilla que al levantar sus extremos divida la muestra en dos partes iguales.

Doblando las esquinas de la lona se saca la varilla y se coloca nuevamente debajo del centro de la lona en ángulo recto a la primera división y levantando ambos extremos de la varilla se divide la muestra en cuatro partes iguales. Se descartan dos cuartos de muestra diagonalmente opuestos y cuidadosamente se limpia los filos de la lona.

Sucesivamente se mezcla y cuarteo el material remanente hasta reducir la muestra a la cantidad deseada, tal como se aprecia en la Figura 3.

6.3 METODO C: PILAS CONICAS (Agregado fino húmedo)

6.3.1 Se coloca la muestra de campo de agregado fino húmedo sobre una superficie limpia y nivelada para evitar cualquier pérdida de material o la adición de sustancias extrañas. Se mezcla el material completamente por volteo repitiendo la operación hasta tres veces. En la última

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO****MTC E 107- 2000**

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 422 y AASHTO T 88, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las medidas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

1.2 Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

2. APARATOS

2.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

2.2 Tamices de malla cuadrada

75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:

75 mm (3"), 37,5 mm (1-½"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (N° 4), 2,36 mm (N° 8), 1,10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50), 150 mm (N° 100), 75 mm (N° 200).

2.3 Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

2.4 Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.

2.5 Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

3. MUESTRA

3.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.



3.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

3.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

- Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1

Díámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (gr)
9,5 (3/8")	500
19,0 (3/4")	1000
25,0 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

- El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (N° 4) será aproximadamente de 115 g, para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

3.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral 5.1.

- Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4)

4. ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (N° 4).

4.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

75 mm (3"), 50 mm (2"), 38,1 mm (1 1/2"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (3/4"), 9,5 mm (3/8"), 4,7 mm (N° 4), o los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.



4.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuando no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunirlas con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente; el resultado se puede verificar usando el método manual.

4.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA FRACCIÓN FINA

5.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
- Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
- Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver modo operativo MTC E 109.
- Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
- La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200) se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200)

5.2 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200).

- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.01 g.
- Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.



- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y se pesa.
- Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones 4.2 y 4.3.

6. CÁLCULOS

6.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

- Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, restese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (N° 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.
- Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

6.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

- Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en la tamiz de } 0,074 \text{ mm}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en la tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$



6.3 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

- W = Peso de suelo secado al aire
- W₁ = Peso de suelo secado en el horno

7. OBSERVACIONES

7.1 El Informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprenda un ensayo completo de sedimentación.

Las pequeñas diferencias resultantes en el empare de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimentación, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

7.2 Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

- Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
- Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar esto, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
- Los tamices han sido agitados por un periodo demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
- La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
- Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
- Errores en las pesadas y en los cálculos.

**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)****MTC E 132 - 2000**

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 1583 y AASHTO T 193, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

1.2 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

1.3 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

2. APARATOS Y MATERIALES

2.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 2.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

2.2 Molde, de metal, cilíndrico, de $152,4\text{mm} \pm 0,66\text{ mm}$ ($6 \pm 0,026"$) de diámetro interior y de $177,8 \pm 0,46\text{ mm}$ ($7 \pm 0,018"$) de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm ($3/8"$) de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm ($28\ 1/16"$) las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

2.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150.8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127$ mm ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

2.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

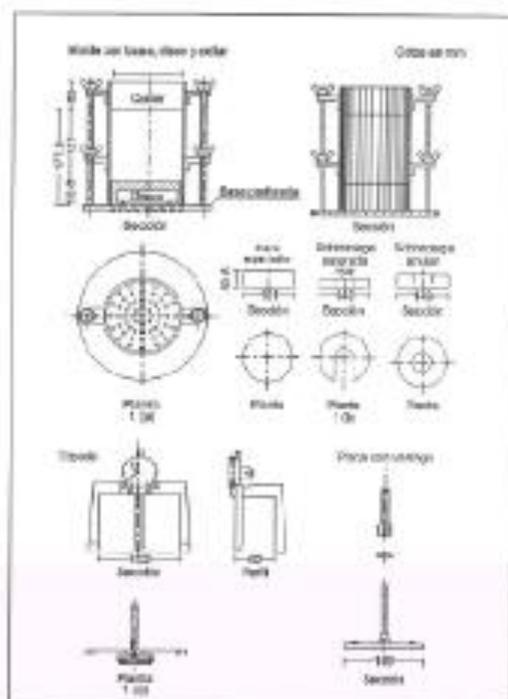


FIGURA 1.

2.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149.2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un tripode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0.025 mm (0.001") (véase Figura 1c).



2.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02$ kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener $5 \frac{7}{8}$ " a $5 \frac{15}{16}$ " (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de $2 \frac{1}{8}$ " aproximado (53,98 mm) de diámetro.

2.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm ($1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de $19,35$ cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 3.4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

2.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

2.9 Tanque, con capacidad suficiente para la Inmersión de los moldes en agua.

2.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

2.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0.1 g, respectivamente.

2.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm ($3/4$ ") y 50,80 mm (2").

2.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

3. PROCEDIMIENTO

El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un periodo de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

3.1 Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm ($3/4$ "), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm ($3/4$ ") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

3.2 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, Idem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Nota 1. En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.



Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellena con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

3.3 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg (5,5 lb) correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb) (véase Figura 2b).

Nota 2: A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg (10 lb) de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el tripode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un periodo de Inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del periodo de Inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el tripode en su posición, sin moverlo durante todo el periodo de Inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poder repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de Inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.

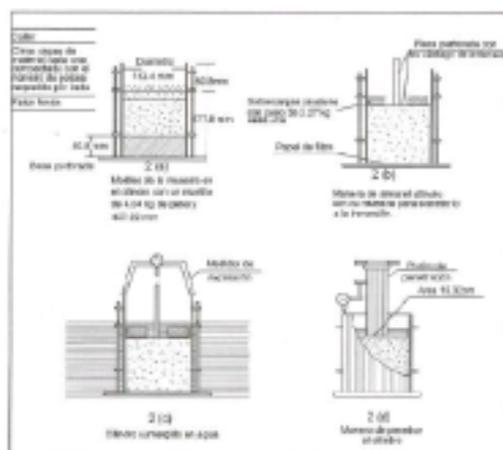


Figura 2. Determinación del valor de la reacción de soporte en el laboratorio

3.4 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra. Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05") por minuto. Las prensas



manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Penetración

Milímetros	Pulgadas
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

4. CÁLCULOS

4.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H-h}{100+h} \times 100$$

donde:

- H = Humedad prefijada
- h = Humedad natural

4.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.



4.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la Inmersión y después de ésta (numerales 3.2 y 3.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la Inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

4.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3)

4.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la Inmersión, numeral 3.2. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

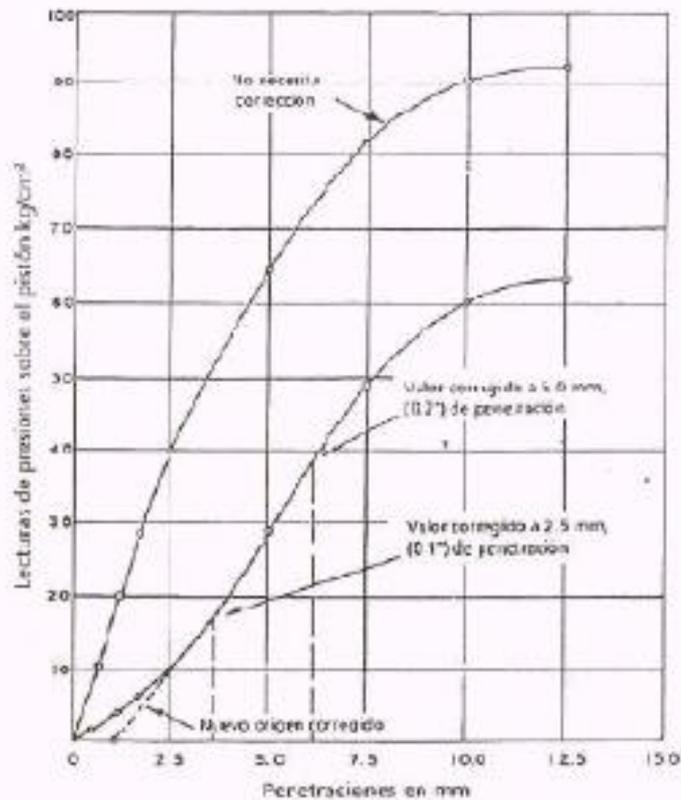


Figura 3.

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Siendo

- L_1 = Lectura inicial en mm.
- L_2 = Lectura final en mm.

4.6 Valor de la relación de soporte (Índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (Índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:



Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MIN/m ²	kgf/cm ²	lb/pig ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el Índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tórnense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000 lb/pig²) y 10,3 MPa (1500 lb/pig²) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

5. PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0.80 x 0.80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una dégada capa de suelo a su alrededor.
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio.



- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria ($7,0'' \pm 0,16''$) si se utiliza un molde con 127 mm ($5''$) de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

6. INFORME

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetradón.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).

7. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM	D 1863
AASHTO	T 193



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



“MANUAL DE CARRETERAS” SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10-2014-MTC/14



VERSION ABRIL DE 2014





SUELOS

En este capítulo se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú.

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

4.1 Exploración de suelos y rocas

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69; para el presente manual, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este capítulo se dan pautas complementarias para llevar a cabo el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- cambio en la topografía de la zona en estudio;
- por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m);
- en zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.





Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de sub rasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según Norma MTC E 101).

4.2 Caracterización de la sub rasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al [cuadro 4.1](#).

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía, tal como se mencionan en el [numeral 4.1](#) del presente manual.

Cuadro 4.1
Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Aeropistas: carreteras de IMDA mayor de 5000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Dúales o Multianillo: carreteras de IMDA entre 5000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico: carreteras con un IMDA < 200 vehículos, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD E07-2008-005-14 y el Manual de Ensayos de Materiales del MTC.





El número de calicatas indicado en el [cuadro 4.1](#), se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de calicatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de calicatas del [cuadro 4.1](#) espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km. En el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos se tendrá en cuenta los resultados de las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo 4 calicatas) en correspondencia con los puntos de ensayo, una calicata donde la deflexión es máxima, una segunda calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión característica, una tercera calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión promedio y una cuarta calicata donde la deflexión ha sido mínima.

Las calicatas y ensayos efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar calicatas y ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro indicada en el [cuadro 4.1](#). Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicada en el [cuadro 4.1](#).

Si a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo, muestran por ejemplo cambios en el perfil de corte a terraplén; o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos o irregulares, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro en puntos singulares, que verifiquen el cambio.

También se determinará la presencia o no de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios, de basura, etc., en cuyo caso las calicatas deben ser más profundas, delimitando los sectores con sub rasante pobre o inadecuada que requerirá, para determinar el tipo de estabilización o mejoramiento de suelos de la sub rasante, de estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable sustente en su Informe Técnico que la solución adoptada según la naturaleza del suelo, alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Este tipo de estudios también se realizarán en caso de terraplenes con altura mayor a 5.0 m. En este caso, los valores representativos resultado de los ensayos será sólo válida para el respectivo sector.

Donde se encuentre macizo rocoso dentro de la profundidad de investigación, se deberá aplicar lo establecido en la norma MTC E 101.

4.2.1 Registros de excavación

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM, WGS84), número de





muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada uno de los estratos del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (M_R) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de M_R , la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera (ver [cuadro 4.2](#)).

Cuadro 4.2
Número de Ensayos M_R y CBR

Tipo de Carretera	N° M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Doble o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 vehículos, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 vehículos, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 vehículos, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 vehículos, de una calzada	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Elaboración propia, basado en cuanto el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/H y el Manual de Diseño de Materiales del MTC.

(*) La necesidad de efectuar los ensayos de módulo de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

El número de ensayos indicado en el [cuadro 4.2](#), se aplica para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitación. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el referido cuadro, por 2 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Tercera Clase "Cada 4.0 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 2.0 km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de ensayos del [cuadro 4.2](#), por 3 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Segunda Clase "Cada 4.5 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 1.5 km). Para el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos, se tendrá en cuenta las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo dos CBR) en correspondencia con los puntos de ensayo, un CBR donde la deflexión ha





PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPÍTULO IX

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS





ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la sub rasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible.

9.1 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

- 1) Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar la rasante o cambiar el trazo vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.
- 2) Cuando la capa de sub rasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil, según lo justifique el Ingeniero Responsable.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

- 3) La superficie de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una sub rasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una sub rasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una sub rasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una sub rasante inadecuada. En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.
- 4) En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la sub rasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la sub rasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E 109).

- 5) Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.





PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

- (7) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8" Tamaño máximo 2", debe carecer de restos vegetales. Los suelos naturales, materiales de bancas de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto.
- (8) CMC: Contenido de materia orgánica.
- (9) Los diseños o especificaciones deben indicar: Fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple y resultados de ensayos Manual modificado o fines, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado.
- (6) Pisos altitudes mayores a 3000 metros.
- (5) Después de finalizado el proceso de compactación.

9.2 Estabilización mecánica de suelos

Con la Estabilización Mecánica de Suelos se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr este tipo de estabilización se utiliza la compactación, con la cual se reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo.

9.3 Estabilización por combinación de suelos

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de sub rasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la [Sección 207](#) del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, vigente.

9.4 Estabilización por sustitución de los suelos

Cuando se prevea la construcción de la sub rasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de sub rasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.





- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.
- Ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ligeramente y su densidad máxima y humedad-óptima aumentan o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

Cuadro 9.4
Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3-5
A-1-b	5-8
A-2	5-9
A-3	7-11
A-4	7-12
A-5	8-13
A-6	9-15
A-7	10-16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

Es conveniente que la compactación se inicie cuando la humedad in situ sea la prescrita y en todo caso, en menos de una hora a partir del mezclado, y se debe terminar entre 2 y 4 horas, según las condiciones atmosféricas. A nivel de sub rasante, se exige un grado de compactación mínimo 95% según AASHTO T180 en la capa de afirmado el mínimo es de 100%.

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cemento, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada, en el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cemento.

9.7 Suelos estabilizados con escoria

Hoy en día las escorias de acería o de otros hornos de fundición se emplean en muchas partes del mundo, en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y subbase en los pavimentos, en la estabilización de sub rasantes, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; en la agricultura también se ha encontrado aplicación, así como en el tratamiento de aguas residuales. Al emplearse este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita

