



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización con cenizas de carbón para mejoramiento de
subrasante del Asentamiento Humano, Ciudad del Niño, distrito
de Castilla, Piura, 2021**

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

AUTORES:

Longa Saavedra, Keiver Ivan (ORCID:0000-0003-4233-3009)

Sánchez Pozo, Diana Leydi Di (ORCID:0000-0002-9622-1363)

ASESOR:

Dr. Atilio Rubén López Carranza (ORCID:0000-0002-3631-2001)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

Piura – Perú

2021

DEDICATORIA

A mi madre Luz Pozo por apoyarme cada día, por sus consejos, amor y dedicación, por demostrarme que con esfuerzo y entrega se pueden lograr grandes objetivos. A mi papa Hermes Mogollón por haber cuidado siempre de mí, por ser mi soporte en el transcurso de mi vida, por sus enseñanzas y amor incondicional. A mi abuelita Luzmila Román por ser mi compañera constantemente, por escucharme, por su paciencia, comprensión, y por sus constantes palabras de aliento en el transcurrir de mi carrera profesional. A mis Hermanos Stefany Timana y Julio Timana por motivarme a seguir luchando por mis metas y por echarme una mano en situaciones difíciles. A mi compañero de aventuras Keiver Longa, por brindarme su amor y apoyo incondicional, por ser partícipe de este sueño, por cuidarme y permanecer conmigo en este extenso camino de altibajos.

Diana Leydi Di Sánchez Pozo

A mis padres Iver Longa y Mery Saavedra por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y consejos, por influir en el crecimiento de mi persona. A mi hermano e Ing. Iver Longa por haberme enseñado en el trayecto de mi carrera profesional y a mi hermana Heidy Longa por apoyarme. A mis padrinos Cesar Longa y Zumilda Saavedra por su cariño y motivarme a seguir adelante. A mis abuelos Gilberto y Bertha (Q.E.P.D) por sus grandes enseñanzas y por haberme dejado los mejores recuerdos de mi infancia. A mi compañera Diana Sánchez por apoyarme constantemente en muchas situaciones, por ser mi soporte en cada decisión, por su amor y confianza. Porque gracias a ella hoy puedo con alegría presentar y disfrutar juntos nuestra tesis.

Keiver Ivan Longa Saavedra

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por cada una de sus bendiciones, por cuidarnos y guiarnos en este camino, por mantenernos con salud, brindarnos la fuerza y sabiduría para salir adelante.

Agradecemos a nuestro padres y hermanos por sus constantes muestras de apoyo y haber estado con nosotros en cada momento, por motivarnos a superar nuestros objetivos.

Agradecemos al Ingeniero José Rivas Saavedra y a todo a su equipo profesional del laboratorio “S de ingeniería” por haber sido participes del desarrollo de los ensayos en nuestro proyecto de tesis.

Agradecemos a nuestro asesor Dr. Atilio Rubén López Carranza por su apoyo, tiempo y paciencia brindada en el desarrollo de esta tesis.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO:.....	4
III. MÉTODO.....	15
3.1. Tipo y Diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos de acuerdo al tamaño del agregado que lo compone.....	12
Tabla 2. Clasificación de suelos de acuerdo a su plasticidad.....	13
Tabla 3. Clasificación de suelos SUCS	13
Tabla 4. Clasificación de suelos AASHTO	14
Tabla 5. Calidad de subrasante según CBR	14
Tabla 6. Ubicación de calicatas de extracción de muestras – A.H. Ciudad del Niño.	17
Tabla 7. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras sin adición de ceniza de carbón	19
Tabla 8. Resultados de Proctor Modificado de muestras sin adición de ceniza de carbón	20
Tabla 9. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1”) de muestras sin adición de ceniza de carbón	22
Tabla 10. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras con adición de ceniza	23
Tabla 11. Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de ceniza	27
Tabla 12. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1”) de muestras con adición de ceniza.....	31
Tabla 13. Análisis gráfico comparativo - CBR	35
Tabla 14. Resultados de prueba T de Student.....	36

Índice de figuras

Figura 1. Curva granulométrica C-1 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	19
Figura 2. Curva granulométrica C-2 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	20
Figura 3. Proctor modificado C-1 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	21
Figura 4. Proctor modificado C-2 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	21
Figura 5. CBR C-1 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	22
Figura 6. CBR C-2 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	23
Figura 7. Curva granulométrica C-1: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	24
Figura 8. Curva granulométrica C-1: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	24
Figura 9. Curva granulométrica C-1: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	25
Figura 10. Curva granulométrica C-2: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	25
Figura 11. Curva granulométrica C-2: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	26
Figura 12. Curva granulométrica C-2: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	26
Figura 13. Proctor modificado C-1: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	28
Figura 14. Proctor modificado C-1: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	28
Figura 15. Proctor modificado C-1: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	29

Figura 16. Proctor modificado C-2: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	29
Figura 17. Proctor modificado C-2: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	30
Figura 18. Proctor modificado C-2: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	30
Figura 19. CBR C-1: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	32
Figura 20. CBR C-1: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	32
Figura 21. CBR C-1: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	33
Figura 22. CBR C-2: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	33
Figura 23. CBR C-2: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	34
Figura 24. CBR C-2: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)	34
Figura 25. Análisis gráfico comparativo.....	35

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la influencia de la estabilización con cenizas de carbón en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021. Este estudio fue de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental. La población de estudio consistió en toda la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, y del cual se extrajeron 2 muestras de suelo de 2 calicatas perforadas en diferentes ubicaciones. Se empleó la técnica de la Observación y como instrumento se utilizaron las fichas de caracterización de suelos producto del laboratorio de mecánica de suelos. Entre los principales hallazgos, se encontró que las muestras de suelo sin adición de ceniza evaluadas se clasificaron como SP-SM según SUCS, no presentaron plasticidad, y el CBR fue de 15.50 para la C-1 y 15.86 para la C-2. La muestra extraída de la C-1 aumentó su CBR con la adición de ceniza de carbón, aumentando hasta en 7.9 con la adición del 15%, de manera similar a la muestra extraída de la C-2 (aumentó en 8.1 con la adición 15%. Se concluye que la estabilización con ceniza de carbón influyó en el mejoramiento de subrasantes del asentamiento humano Ciudad del Niño, Piura.

PALABRAS CLAVE: Cenizas de carbón, Estabilización de suelos, Mejoramiento de subrasante, mecánica de suelos.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the influence of coal ash stabilization on the improvement of the subgrade of the human settlement Ciudad del Niño, Castilla 2021. This study had a quantitative approach, with a quasi-experimental design. The study population consisted of the entire subgrade of the human settlement Ciudad del Niño, from which 2 soil samples were extracted from 2 pits drilled in different locations. The observation technique was used and the soil characterization sheets from the soil mechanics laboratory were used as an instrument. Among the main findings, it was found that the soil samples without ash addition evaluated were classified as SP-SM according to SUCS, did not present plasticity, and the CBR was 15.50 for C-1 and 15.86 for C-2. The sample extracted from C-1 increased its CBR with the addition of coal ash, increasing up to 7.9 with the addition of 15%, similar to the sample extracted from C-2 (increased by 8.1 with the addition of 15%). It is concluded that the stabilization with coal ash influenced the improvement of subgrades of the human settlement Ciudad del Niño, Piura

KEYWORDS: Coal ash, soil stabilization, subgrade improvement, soil mechanics.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, las diferentes construcciones han enfrentado problemas o dificultades con respecto al terreno de fundación, y esta inestabilidad presente en los suelos depende de muchos factores que condicionan las capacidades del mismo (Schmalbach, s.f.). Esta situación es uno de los problemas más comunes en el campo de la ingeniería civil y se presenta en diferentes partes del mundo y Latinoamérica (Murat, 2016), ya que de acuerdo a las regiones geográficas algunos suelos en su estado natural no cumplen con las características mínimas requeridas, en otras palabras, estos suelos no tienen la resistencia adecuada para soportar la construcción de infraestructura, por lo tanto, con el paso del tiempo empiezan a presentarse problemas como desgastes, deterioro a temprana edad y deformaciones. Dado esto, diferentes expertos plantearon como solución emplear aditivos como cloruro de sodio, cloruro de calcio, cal e incluso consideran como un aditivo a distintos tipos de ceniza en diferentes tipos de suelo con la finalidad de mejorar su capacidad portante y durabilidad.

En el Perú la estabilización de los suelos principalmente en las vías terrestres ha sido un método notablemente aprovechado para corregir estas dificultades (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006). En el país se puede encontrar varios tipos de suelos de diferentes características geotécnicas según la ubicación geográfica, por lo que los métodos de estabilización varían de acuerdo a estos condicionantes. En Piura según un estudio realizado por el INDECI (2003) predominan los suelos de tipo permeables como lo son los suelos arenosos, secos en la cual hay muy poca humedad, de manera que se estudia el proceso constructivo donde debe tener una adecuada resistencia, estabilidad volumétrica, compresibilidad y permeabilizada entre otros componentes y así cumplir con una adecuada ejecución de obras y evitar futuras fallas y desgastes ocurridos por asentamientos, obteniendo infraestructuras con mejor capacidad de soporte y mayor durabilidad.

El asentamiento humano Ciudad del Niño localizado en el distrito de Castilla, provincia de Piura, departamento de Piura, el cual está asentado sobre suelos arenosos y muestra espacios no pavimentados, con sub rasantes que dan la apariencia de suelo inestable, por lo que se deberían realizar estudios que determinen las características mecánico físicas de la misma y asimismo

proponer alternativas de mejoramientos, teniendo en cuenta que esta zona es de expansión urbana, y además existe un tránsito de vehículos recurrente.

Una alternativa eco amigable es el uso de cenizas de carbón el cual diferentes investigadores han empleado en diferentes tipos de suelos para sus estudios experimentales, demostrando que existe influencia de estas sobre las características originales del suelo natural, mejorando sus propiedades, razón por la que este estudio evalúa como la adición de ceniza de carbón afectará sobre las características de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño de Castilla. Este estudio experimental podría brindar una buena alternativa ecológica y de bajo costo para estabilizar un suelo arenoso restableciendo sus propiedades físicas y mecánicas, mejorando así su resistencia y evitar deformaciones u otro tipo de afectaciones.

Ante ello, se planteó como problema general: ¿Cómo influye la estabilización con cenizas de carbón en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021? Y como problemas específicos se planteó: ¿Cómo será la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021?, ¿Cómo será la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021?, y ¿Cómo será el análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón y la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021?

El objetivo general de este estudio fue: determinar la influencia de la estabilización con cenizas de carbón en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021. Los objetivos específicos de este estudio fueron primero: determinar la caracterización de suelos sin la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021; segundo: determinar la caracterización de suelos con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021; y tercero: determinar el análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón y con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021.

La hipótesis general de esta investigación fue: La estabilización con cenizas de carbón influiría significativamente en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021 y como hipótesis específicas se planteó primero: la caracterización de suelos sería pobre sin la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021; segundo: la caracterización de suelos sería buena con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021 y tercero: el análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón y con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021 demostraría influencia de la estabilización con cenizas en el mejoramiento de subrasante.

Esta investigación es importante porque contribuye al uso de desechos naturales como lo es la ceniza de carbón como un insumo que mejoraría las características de las subrasantes, especialmente de aquellas que no cumplen con las características mínimas que exigen en cuanto a densidad, capacidad portante, entre otros; perjudicando a las estructuras que se asientan sobre ella ya que la inestabilidad puede causar asentamientos o licuefacción de suelos, por lo que esta investigación plantearía la viabilidad de esta alternativa que además de ser natural es ecológica y económica por lo que su justificación es práctica y ambiental. Los métodos empleados en esta investigación podrán ser empleados por futuros investigadores y académicos que pretendan estudiar la influencia de la estabilización con ceniza de carbón para mejoramiento de subrasantes, dándole una justificación metodológica.

II. MARCO TEÓRICO:

En el marco teórico se exponen los estudios previos realizados a nivel internacional y nacional, así como se sustentan las teorías, conceptos y fundamentos científicos. Entre los antecedentes internacionales citados se exponen:

Hauashdh, Radin, Junaidah, y Rahman (2020) realizaron una investigación titulada “Estabilización de suelos de arcilla con cenizas volantes, cenizas de fondo y cemento portland: Enfoque de mejora del suelo y reducción de residuos de cenizas de carbón” con el objetivo de estudiar la estabilización del suelo de arcilla utilizando cenizas volantes, cenizas de fondo y cemento Portland ordinario (OPC) mejorando las cualidades de un suelo arcilloso y darle aplicaciones de ingeniería, cosa que a su vez se ve una posibilidad de reducir los residuos de cenizas volantes y de fondo mediante su uso como estabilizante natural. Concluyeron que estabilizar el suelo con los materiales mencionados aumentó la resistencia a la compresión del suelo arcilloso de 5 kPa a 47 kPa, comprobando la eficacia de emplear cenizas en mejorar la resistencia de la arcilla y la aplicabilidad de la utilización de los residuos de cenizas de carbón como materiales aglutinantes.

Bayshaki *et al* (2018) en Bangladesh, realizaron una investigación titulada “Propiedades geotécnicas del suelo compuesto de grano fino y ceniza de madera” con el objetivo de evaluar el comportamiento geotécnico que tiene el suelo cuando se le adiciona ceniza de madera, y corroborar si este material es apto para su uso como estabilizador de suelos blandos con alto grado de plasticidad como los arcillosos, planteando un estudio experimental y evaluó diferentes porcentajes de adición de ceniza, precisamente 0%, 5%, 7,5%, 10% y 12,5%. Se evaluó parámetros como límites de Atterberg, Proctor modificado, resistencia a la compresión, entre otros. Concluyeron que la ceniza de madera reduce la plasticidad y la densidad máxima en seco de la arcilla y que la estabilización con cenizas provoca un aumento de la resistencia a la compresión, siendo el 10% de adición la mezcla óptima.

Parra (2018) en Colombia, en su estudio: “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” con el objetivo de estabilizar con cal y ceniza un determinado suelo y encontrar un diseño óptimo de adición de ceniza evaluando los

resultados de resistencia a la compresión y tracción. El estudio fue experimental. Los resultados demostraron que emplear cal trae mayores beneficios que emplear ceniza dado que aporta mayor resistencia a los suelos en los cuales se aplica. Ambos materiales adicionados (al 0% y 2% de adición) al suelo dan resultados similares en lo que respecta a deformación máxima. Al aumentar la dosificación al 4%, la deformación en ambos materiales disminuye significativamente. Se comprobó que el porcentaje óptimo para evitar deformaciones en el suelo fueron 4% para la adición de ceniza y 6% para la adición de cal. En rigidez, el porcentaje óptimo para alcanzar el valor máximo se logra con el 6% de adición de cal y el 8% de adición de ceniza. Concluyó que la aplicación de cal y ceniza volante influyen en la estabilización química en los suelos, especialmente en aquellos considerados arcillosos y por tanto se trataría de una opción económica y de fácil empleo para el tratamiento de suelos.

Pérez y Cañar (2017), en Ecuador, hicieron un estudio sobre “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinados con cenizas de carbón” con la finalidad de estudiar la resistencia proporcionada por los tipos de suelos mencionados, y como se ve influenciada con la estabilización con cenizas de carbón. Para ello, hizo un estudio experimental, explorativo, descriptivo y explicativo. Entre los principales hallazgos se obtuvo un aumento considerable del CBR de los suelos estudiados (+4.6% con la adición del 25% de cenizas de carbón), mejorando la resistencia inicial que fue del 15.0%. Concluyeron que las cenizas de carbón mejoran las cualidades de suelos expansivos como el CBR y la resistencia de corte.

Morales (2015) en Colombia, realizó el estudio “Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas” con el propósito de evaluar como se comporta la ceniza de carbón como estabilizante de suelos arenosos y arcillosos, planteando un estudio experimental y concluyendo que la aplicación de cenizas de carbón es capaz de mejorar las condiciones de resistencia en diferentes tipos de suelo y obtener valores que se encuentran dentro de la normativa colombiana vigente.

Entre los antecedentes nacionales se citan: Medina (2020) en su investigación “Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para estabilización de la sub rasante, Carabayllo, Lima-2019” tuvo el propósito de estudiar el

impacto generado en las cualidades mecánicas de una subrasante por la adición de aserrín y la ceniza de carbón. Realizó un estudio de diseño no experimental, explicativo, transeccional. La población de estudio abarcó la superficie total del distrito de Carabayllo y como muestra trabajó el área que abarca una determinada calle del Asentamiento Humano Milagros. Como técnica de estudio empleó la observación y análisis documental y como instrumento empleó una ficha de recopilación de datos de tipo "checklist". Se evaluó contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, proctor modificado y CBR. Los resultados mostraron que hay un aumento del CBR en un 75% cuando al suelo se le adiciona el 6% aserrín y el 20% de cenizas de carbón siendo la adición al 25% la mezcla óptima para la ceniza de carbón, dado que a este porcentaje se logra un valor máximo de la resistencia. Concluyó que existe impacto en las cualidades mecánicas de los suelos cuando a estos se les adiciona carbón de modo que este material logra estabilizar la subrasante del suelo.

Ríos y Neyra (2020) en su investigación "Influencia de las cenizas de carbón mineral en las propiedades de una subrasante arcillosa en Huamachuco, Libertad-2020" estudiaron el impacto de la adición de cenizas de carbón mineral sobre las propiedades de una subrasante de carácter arcillosa en la vía de circunvalación distrito de Huamachuco, para lo cual realizaron un estudio de diseño no experimental, explicativo y transeccional. La población de estudio abarcó la totalidad de la superficie de la vía circunvalación y trabajó una muestra de 2.5km. La técnica empleada fue la observación y como instrumentos se emplearon las fichas de los ensayos de caracterización de suelos para tres tipos de adición: 24%, 28% y 32%. Se evaluó granulometría, Proctor modificado, límites de Atterberg y CBR. Los resultados indicaron que, agregar las cenizas de carbón mineral disminuye la plasticidad dado que los porcentajes dieron el 0%, en cuanto al contenido de humedad se obtuvo mejor resultado con la adición 32% dado que este aumentó 13.6 % y disminuye la máxima densidad seca a 1.789 g/cm³. En cuanto al CBR, la adición 28% fue la que dio mejor resultado en aumentar su capacidad de soporte del suelo natural. Concluyeron que la adición de cenizas de carbón mineral logra mejorar la subrasante de suelos arcillosos.

Chilcon y León (2020) en su investigación “Evaluación de estabilización de suelos arcillosos aplicando cenizas de carbón en la subrasante de la Av. Cusco, distrito de San Martín de Porres, Lima-2020” con el objetivo de determinar la influencia de la ceniza carbón en la estabilización de subrasantes de suelos arcillosos para lo cual, realizó un estudio cuasiexperimental. La población de estudio abarcó la totalidad de la subrasante de la Av. Cusco y trabajó una muestra de 1km. La técnica que emplearon fue de la observación y el análisis documental, empleando como instrumentos las fichas producto de los ensayos de caracterización de suelos para tres tipos de adición (13%,21% y 24%) y trabajos previos realizados por otros autores. Evaluaron granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Los resultados obtenidos indicaron que para la adición 13%, 21% y 24% se obtuvieron índices de plasticidad de 24.4, 18.4 y 16.6 respectivamente. En cuanto al contenido de humedad optimo se obtuvo 28.37%, 29.27% y 30% respectivamente. Asimismo, para los valores de CBR se obtuvo 9.815%, 10.200% y 10.700% respectivamente. Concluyeron que la ceniza de carbón influye en la estabilización de suelos arcillosos.

Goñas (2019), en su investigación “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada, Chachapoyas-2019” con el propósito de estudiar la influencia del carbón mineral y carbón vegetal en las propiedades de la subrasante de calles de Chachapoyas, para lo cual realizó un estudio experimental. Trabajó como muestra la calle Las Lomas de Chachapoyas, precisamente ente las cuadras ocho y nueve. La técnica empleada fue la observación y como instrumentos se emplearon las fichas producto de cada ensayo realizado en laboratorio para tres tipos de adición (15%, 20% y 25%). Se evaluó Limites de consistencia, Proctor estándar y CBR. Entre los principales hallazgos se encontró que para las adiciones del 15%, 20% y 25%, el CBR obtenido en la Calicata-1 fue 2.3%, 2.9% y 3.5% respectivamente, y de 2.6%, 3.0% y 3.7% para la Calicata-2. Concluyó que la aplicación de ceniza de carbón modifica las propiedades del suelo siendo la adición 25% el porcentaje óptimo, sin embargo, estos valores siguen siendo inferiores a lo recomendado por la normativa peruana vigente.

Bueno y Torre (2019) en su estudio “Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el Barrio del Pinar,

Independencia, Huaraz – 2018” tuvieron el propósito de realizar un mejoramiento del suelo considerando el empleo de cenizas de carbón para estabilización. El estudio fue no experimental de enfoque cuantitativo, en el que se emplearon como instrumentos de investigación las fichas técnicas de laboratorio de suelos que dieron resultados de ensayos de granulometría, límites de consistencia, proctor y CBR. Se encontró que el diseño óptimo fue la adición 5% de ceniza de carbón, bajando el índice de plasticidad de 11.10% a 3.00%, se obtuvo una densidad seca de 2.10 gr/cm³ y contenido de humedad de 14.60% y el CBR fue 14.32%. Concluyó que las cenizas de carbón estabilizaron a la muestra de suelo natural.

A nivel local se cita los siguientes antecedentes: Mory (2020) en su estudio “Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas” planteó como objetivo evaluar los efectos de la incorporación de las cenizas de cascara de arroz en la subrasante arenosa, para lo cual propuso un estudio experimental de enfoque cuantitativo obteniendo como resultado que la añadidura de ceniza reduce la máxima densidad seca y se incrementa el contenido óptimo de humedad solicitado para su idónea compactación. Al adicionarle un 5% de ceniza el suelo consigue una enorme resistencia, 109% más que el suelo natural, esto debido a que el diminuto tamaño de las partículas de la ceniza consigue rellenar los espacios vacíos del suelo, realizando que la mezcla sea más densa y, por consiguiente, más resistente. Al añadir un 10% y 15% de ceniza, la función de soporte reduce respecto al suelo con el 5% de ceniza, sin embargo, todavía es superior a la del suelo natural. Concluyó que existe impacto en las propiedades del suelo al adicionarse la ceniza de cáscara de arroz, el cual se puede incorporar hasta en un 15% en subrasante arenosas. Ramal, Raymundo y Chávez (2020) realizaron una investigación titulada “Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz envías de bajo tránsito de Piura” con el objetivo de brindar una alternativa ecológica basada en el empleo de ceniza de cáscara de arroz con fines de estabilización, lo que ayudaría a reducir las grandes cantidades que se producen de este residuo y darles un mejor fin, por lo que plantearon un estudio descriptivo y llegaron a la conclusión que es factible utilizar ceniza de cáscara de arroz como agente estabilizador, ya que es una alternativa natural, ecológica, económica

que es capaz de mejorar el suelo, aumentando los valores de CBR y solucionando el problema de la disposición final de este tipo de residuo, brindándole una aplicación al campo de la ingeniería Civil.

Zevallos y Honores (2019) en su estudio “Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido de calcio como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19 – Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2018” tuvieron como objetivo estudiar el comportamiento de la estabilización con ceniza de cáscara de Arroz y uso de cal para lo que realizaron un estudio experimental, y concluyeron que para suelos arcillosos es mejor emplear cal como agente estabilizador que emplear ceniza de cáscara de arroz, dado que el primer material logra aumentar la capacidad de soporte hasta en un 144.9 % y el segundo solo un 72.9% considerando que sin la aplicación de las cenizas el suelo originalmente tenía una capacidad de soporte de 3.3%

Maluquis y Zegarra (2019) realizaron una investigación titulada “Uso de las cenizas volantes de carbón para mejorar la subrasante en la Avenida San Josemaría Escrivá de Balaguer [Progresiva: 2+880-3+880], Piura – Piura -Piura, 2018” con el objetivo de usar las cenizas volantes de carbón para mejorar la subrasante de la mencionada vía para lo cual, planteó un estudio aplicado de diseño experimental y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos mostraron un suelo arcilloso, y antes de la aplicación del tratamiento el Proctor modificado dio como valor una densidad máxima seca de 1.932 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 11.65% y en cuanto al CBR se obtuvo un valor de 1.69%. Al adicionarle el tratamiento (15% de cenizas + 2% de cemento) se obtuvieron cambios en los parámetros, siendo los resultados del Proctor una densidad máxima seca de 1.840 gr/cm³ y contenido de humedad óptima de 14.61% y en cuanto al CBR, este aumentó a 21.5%. Concluyó que adicionar cenizas volantes de carbón y cemento mejora las cualidades originales de los suelos.

Entre las bases teóricas y conceptuales sobre uso de ceniza de carbón y mejoramiento de subrasante se expone lo siguiente: El suelo según Terzaghi-Peck (1948) es un conjunto de partículas unidas entre sí que se encuentran conglomeradas a causas de fuerzas cohesivas de baja potencia (Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica). Por otro lado, la ceniza según la Real

Academia Española (2021) es un “Polvo de color gris claro que queda después de una combustión completa, y está formado, generalmente, por sales alcalinas y térreas, sílice y óxidos metálicos”, en otras palabras, es un residuo producido por la combustión de un determinado material. Según Muñoz, King y Montenegro (2016), este tipo de residuo es muy utilizado en diferentes aplicaciones siendo una de ellas el ser empleado en aglomerados. Esto se debe a la composición química de las cenizas que según Caballero y Médico (2013) se componen de Sílice ($\text{SiO}_2\text{-S}$), Alúmina ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-A}$), óxido férrico ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-F}$), cal (CaO-C), carbón sin quemar y en proporciones pequeñas (aprox. 5 % en peso): magnesia (MgO), óxido de azufre (SO_3), alcalinos (Na_2O y K_2O y otros elementos trazas). De acuerdo a la ASTM C 618, las cenizas pueden clasificarse en dos tipos: C y F. Las cenizas de clase F se producen a partir de la combustión de antracita y carbones bituminosos y contiene una pequeña cantidad de cal (CaO). Estas cenizas son silíceas y aluminosas (puzolanas), que en sí mismas poseen poco o ningún valor cementicio, pero con la humedad, reacciona químicamente con la cal a temperatura ordinaria para formar compuestos cementantes. Las cenizas de clase C se producen normalmente a partir de lignito y carbones sub bituminosos, y suelen contener una cantidad significativa de cal (ASTM C618-12, 2018).

Algunas aplicaciones exitosas de la ceniza en muchos proyectos de ingeniería según la *U.S. Department of Transportation* (2021) ha sido en mejorar la resistencia de los suelos, así que pueden emplearse para estabilizar las capas granulares que conforman el paquete estructural de un pavimento como lo son bases, sub bases, rellenos y reducir las presiones laterales de la tierra. También influye en la estabilización de terraplenes y taludes. Esto se corrobora con lo dicho por Link et al (2001) quienes mencionan que adicionar cenizas aumenta los valores de CBR de las mezclas de suelo. Otra de las razones de usar ceniza como agente estabilizador es que su aplicación es mucho más económica que reemplazar suelos directamente (Şenol, Edil, Bin-Shafique, Acosta, & Benson, 2006). Mientras, países europeos y americanos emplean este material como parte de obras de pavimentación, precisamente en la estabilización de los mismos (Perez, 2012).

La estabilización de suelos según Winterkorn y Sibel (1991) se refiere a los métodos físicos, químicos, mecánicos o biológicos que se aplican a los suelos en estado natural para así cambiar sus propiedades y ser empleados para propósitos de ingeniería. Akbar et al (2017) indica que la estabilización del suelo es un método para mejorar las cualidades del suelo que consiste en mezclar con otros materiales. Según McDowell (1959), esta práctica data de hace 5 milenios de antigüedad; en el antiguo Egipto y Mesopotamia estabilizaban los suelos en donde se proyectaban los caminos y los griegos y romanos empleaban la cal como agente estabilizador.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en su Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013) lo define como el mejoramiento de las cualidades de suelos considerados inadecuados o malos mediante la adición o incorporación de insumos artificiales o naturales tales como el cemento, la cal, el asfalto, entre otros, que se realiza con la finalidad de dotar de mejor resistencia al mismo. Para ser empleados como subrasantes, el MTC (2013) menciona que el valor de CBR de un suelo debe ser superior a 6%; caso contrario se deberá recurrir a un estudio de estabilización, mejoramiento o reemplazo de subrasantes.

Si se requiere conocer las propiedades mecánicas, físicas y químicas de un determinado suelo, se recurre a los estudios de caracterización de suelos. Estos se definen como una investigación del subsuelo que sigue una serie de procedimientos y actividades para poder definir características de construcciones que tienen contacto con el suelo. Rodríguez y otros (1984) citado por Albarracín y Monterroza (2015) mencionan que un estudio de este tipo debe realizarse antes de construir un determinado proyecto para poder así determinar las condiciones y características de cimentación. Estos estudios implican técnicas que no son sencillas de realizar, y el análisis e interpretación de cada resultado obtenido por cada técnica es totalmente diferente y va a depender de las características geológicas de los suelos evaluados. Esto deberá determinar la clasificación de los mismos brindando parámetros que serán empleados en proyectos de ingeniería (Aguirre, 2007).

Los estudios de suelos involucran la extracción de muestras de unas perforaciones realizadas en el terreno natural a una profundidad no menor a

1.50m. Estas perforaciones se denominan calicatas o pozos de exploración, y las muestras que son extraídas se almacenan y transportan para sus posteriores ensayos en laboratorio. Estas calicatas deberán estar separadas unas de las otras a una distancia de 250m a 2km.

Según el MTC (2013), para aplicación en ingeniería es necesario conocer las cualidades del suelo antes de realizar alguna construcción. Algunas de las propiedades fundamentales que se deben conocer de un suelo son las siguientes:

Granulometría; producto del análisis granulométrico o tamizaje es la caracterización del agregado que compone el suelo según su tamaño, el cual pasa el tamizado y se agrupa porcentualmente de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1. *Clasificación de suelos de acuerdo al tamaño del agregado que lo compone*

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras del MTC 2013

Plasticidad: es la propiedad que tiene el suelo de saturarse de humedad sin desagregarse, esto quiere decir hasta qué punto es estable. Para determinar esta propiedad se recurre a los límites de Atterberg. Estos establecen la sensibilidad del suelo con respecto al contenido de humedad, miden la cohesión y son límite líquido (LL), límite plástico (LP) y límite de contracción (LC). Además de los límites se determina el índice de plasticidad (IP) que resulta de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. La clasificación de suelos de acuerdo a su índice de plasticidad es el siguiente:

Tabla 2. Clasificación de suelos de acuerdo a su plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras del MTC 2013

Proctor modificado: este ensayo es necesario para obtener la máxima densidad seca (MDS) y el contenido óptimo de humedad (COH), valores que son necesarios para obtener el CBR.

Clasificación de suelos: el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte indica que la clasificación se efectuará bajo los sistemas SUCS y AASHTO.

Tabla 3. Clasificación de suelos SUCS

Divisiones Mayores				Simbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos de grano grueso	Gravas	Gravas limpias	Cu ≥ 4 1 ≤ Cc ≤ 3	GW	Grava bien graduada
Mas del 50% retenido en Malla No. 200	Más 50% fracción gruesa retenido en Malla No. 4	Menos del 5% de finos	Cu < 4 1 > Cc > 3	GP	Grava mal graduada
		Gravas con finos	Finos clasific. como ML o MH	GM	Grava limosa
		Mas del 12% de finos	Finos clasific. Como CL o CH	GC	Grava arcillosa
	Arenas	Arenas limpias	Cu ≥ 6 1 ≤ Cc ≤ 3	SW	Arena bien graduada
	50% o más de gruesos	Menos del 5% de finos	Cu < 6 1 < CC < 3	SP	Arena mal graduada
	Fracción pasa la malla No. 4	Arenas con finos	Finos clasific. como ML o MH	SM	Arena limosa
		Mas del 12% de finos	Finos clasific. Como CL o CH	SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino	Limos y arcillas	Inorgánicos	IP > 7 en o sobre línea "A"	CL	Arcilla lean
50% o más pasa Malla No. 200	Limite liquido menor de 50		IP < 4 o plotea bajo línea "A"	ML	Limo arenoso
		Orgánico	LL secado al horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica
			LL no secado		Limo orgánico
	Limos y arcillas	Inorgánicos	IP ploteado en o sobre línea A	CH	Arcilla fat
	LL 50 o más		IP ploteado bajo línea "A"	MH	Limo elástico
		Orgánico	LL secado al horno < 0.75	OH	Arcilla orgánica
			LL no secado		Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos	Matriz primaria	Orgánica, color	Negro, olor orgánico	PT	Turba

Fuente: (American Society for Testing and Materials, 1985)

Tabla 4. Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	mín. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 ^(a)	mín. 11 ^(a)
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	Exelente a bueno						Regular a insuficiente					

Fuente: AASHTO M 145

Ensayos CBR: es el valor de soporte o de resistencia del suelo, el cual está referido al 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga de 1". De acuerdo a la siguiente tabla se clasifica la resistencia de la subrasante:

Tabla 5. Calidad de subrasante según CBR

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras del MTC 2013

Para algunos autores, la estabilización de suelos a lo largo de los años ha ido evolucionando y volviéndose un tema más consolidado e inclusive se podría decir que se ha convertido de arte a ciencia (Montejo & Montejo, 2019).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación: Básica. Según CONCYTEC (2018) este tipo de investigación es en donde se profundiza el conocimiento teórico existente al aportar fundamentos científicos sobre el uso de ceniza de carbón como estabilizante de suelos. Es de enfoque cuantitativo porque las variables pueden ser dimensionadas numéricamente empleando métodos estadísticos Kerlinger (2002).

Diseño de investigación: Experimental, de tipo cuasi experimental. Según Carrasco (2005) y Hernandez, Fernandez, y Baptista (2014) un estudio de este diseño es cuando hay manipulación de las características principales de las variables. Al adicionar cenizas de carbón en la muestra de suelo natural se está afectando las características iniciales de la subrasante. El esquema de investigación es el siguiente:



Donde:

Gn: es el grupo de control

O1: observación antes de alterar la variable

X: Tratamiento que alterará la variable

O2: observación después de la variable

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Estabilización con cenizas de carbón

Definición conceptual: Son los métodos físicos, químicos, mecánicos o biológicos que se aplican a los suelos en estado natural para así cambiar sus propiedades y ser empleados para propósitos de ingeniería, como por ejemplo la adición de ceniza de carbón la cual son los restos obtenidos producto de la incineración del carbón en su estado natural (Winterkorn &

Sibel, 1991). Definición operacional: Esta variable se midió de acuerdo a los porcentajes de adición a las muestras de suelo estudiados los cuales fueron al 0%, al 5%, al 10% y al 15%. Escala de medición: Razón.

Variable dependiente: Mejoramiento de sub rasante

Definición conceptual: Es el mejoramiento de las cualidades de suelos mediante la adición o incorporación de insumos artificiales o naturales (Ministerio de Transportes, 2013). Definición operacional: Esta variable se medirá de acuerdo a: Análisis granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor y CBR. Escala de medición: Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Todo el terreno a nivel de sub rasante delimitado geográficamente por el asentamiento humano Ciudad del Niño del distrito de Castilla, Piura.

Muestra: La muestra de estudio fue no probabilística e intencional, y consistió en la extracción de 2 muestras de suelo extraídas de 2 calicatas cavadas al azar sobre el terreno, a las cuales se les ensayó de acuerdo a lo demandado por el estudio de caracterización de suelos. En laboratorio se ensayaron 8 sub-muestras (4 por cada calicata excavada) determinadas por los porcentajes de adición de ceniza los cuales fueron al 0% (Suelo natural), al 5% de adición de ceniza de carbón, al 10% de adición de ceniza de carbón y al 15% de adición de ceniza de carbón.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación; que incluye el estudio de caracterización de las muestras de suelo de acuerdo a los porcentajes de adición de ceniza previamente mencionados.

Instrumentos: Fichas de caracterización de suelos otorgados por el laboratorio de mecánica de suelos en donde se expresaron las características del suelo según cada ensayo realizado.

3.5. Procedimientos

Obtención de la ceniza: se coordinó la hora y lugar para el recojo de las cenizas de carbón. Estas fueron extraídas de la ladrillera “Valladoid” ubicada en calle José Olaya frente al Convento de las monjas – Chulucanas, almacenadas en sacos de plástico y llevadas a laboratorio para poder realizar los diferentes diseños que fueron: 95% de suelo + 5% de ceniza de carbón, 90% de suelo + 10% de ceniza de carbón y 85% de suelo + 15% de ceniza de carbón.

Obtención de las muestras de suelo: se coordinó la hora y lugar para realizar la extracción de muestras. Esta se realizó en las calles del asentamiento humano Ciudad del Niño en donde se perforaron dos calicatas de 1.50m x 1.50m y de 2.00m de profundidad, y estuvieron ubicadas a una separación mínima de 500m.

Tabla 6. *Ubicación de calicatas de extracción de muestras – A.H, Ciudad del Niño.*

CALICATA	COORDENADAS		COTA	UBICACIÓN
	NORTE	ESTE		
C-1	9426042	545685	51	A.H. CIUDAD DEL NIÑO
C-2	9426166	545898	47	A.H. CIUDAD DEL NIÑO

A 2.00 metros de profundidad se extrajeron las muestras que fueron almacenadas en sacos de plásticos, correctamente codificadas y llevadas a laboratorio para proseguir con respectivos ensayos.

Obtención de las características del suelo: posterior al recojo y transporte a laboratorio de las cenizas de carbón y de las muestras de suelos extraídas, se procedió a realizar los ensayos: Análisis granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor y CBR.

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados obtenidos en los ensayos de caracterización de suelos fueron ordenados y expresados en tablas descriptivas de simple entrada. En ellas se colocaron resultados agrupados de acuerdo a cada calicata perforada y a las muestras de suelo que se extrajeron de cada una. Se empleó el software Excel 2016.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación cumple con los lineamientos del Código de Ética de la Universidad Cesar Vallejo (2017). El respeto hacia la propiedad intelectual, por lo que se declara que el contenido es totalmente auténtico y no existe tentativa de plagio. El personal que participó dentro de la investigación no puso su vida en riesgo ni se le dañó de ninguna manera. Por otra parte, existió el consentimiento de los moradores de Ciudad del Niño de aplicar el estudio en su zona.

IV. RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo específico, los resultados de la caracterización de suelos sin adición de ceniza de carbón, del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla. Los ensayos realizados correspondieron a análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, y fueron aplicadas a las muestras extraídas de ambas calicatas excavadas:

Tabla 7. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras sin adición de ceniza de carbón

Granulometría						
Calicata	Profundidad (m)	Grava (%)	Arena (%)	Limo + Arcilla (%)	Clasificación SUCS	AASHTO
C-1	2.00	0.00	97.90	2.10	SP	A-3
C-2	2.00	0.00	98.30	1.70	SP	A-3

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

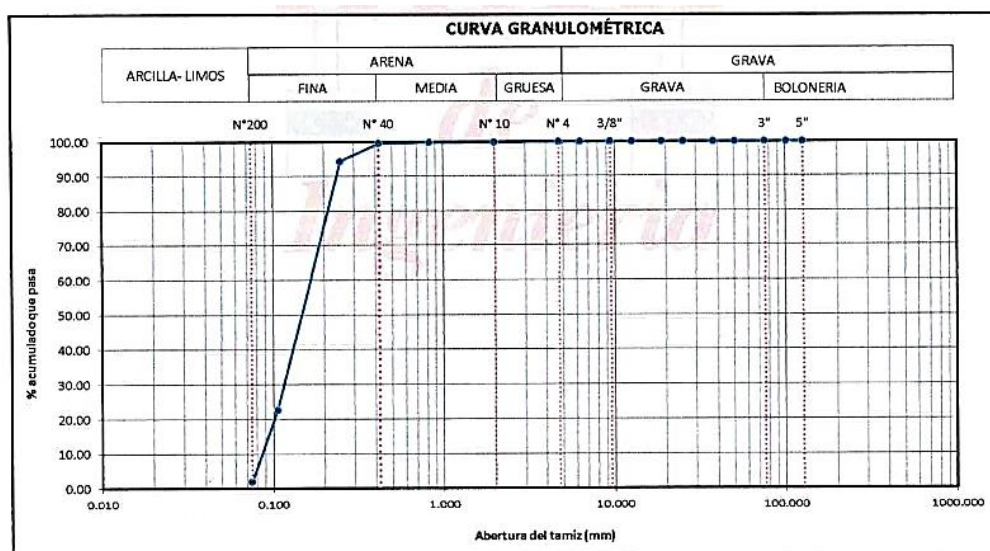


Figura 1. Curva granulométrica C-1 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

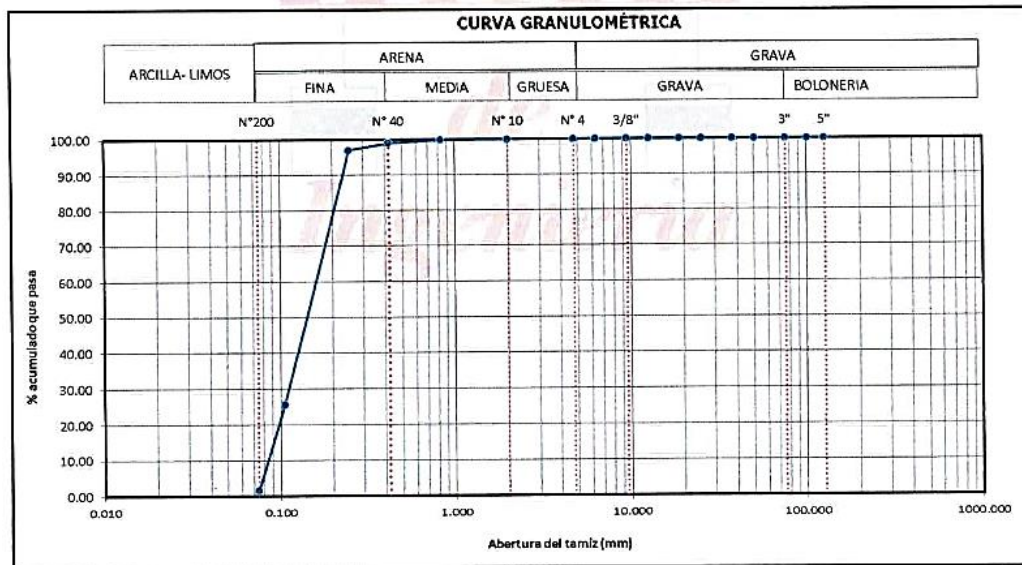


Figura 2. Curva granulométrica C-2 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

La Tabla 7 indica que, la muestra de suelo extraída de la calicata 1 se compone principalmente de arena (97.90%) y en un porcentaje muy bajo de limo + arcilla (2.10%). En cuanto a la muestra de suelo extraída de la calicata 2 los resultados fueron similares ya que la composición es principalmente arena (98.30%) y en un porcentaje muy bajo de limo + arcilla (1.70%). En cuanto a los límites de Atterberg, el suelo no presentó plasticidad en ninguna de sus mezclas. Según la clasificación SUCS, la muestra extraída de la calicata 1 pertenece al grupo SP que quiere decir arena pobremente graduada, al igual que la muestra extraída de la calicata 2. En cuanto a AASHTO, ambas muestras pertenecen al grupo A-3 que quiere decir material granular de buena calidad.

Tabla 8. Resultados de Proctor Modificado de muestras sin adición de ceniza de carbón

Calicata	Profundidad (m)	Proctor Modificado	
		Máxima densidad seca (gr/cm3)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-1	2.00	1.683	16.07
C-2	2.00	1.576	16.73

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

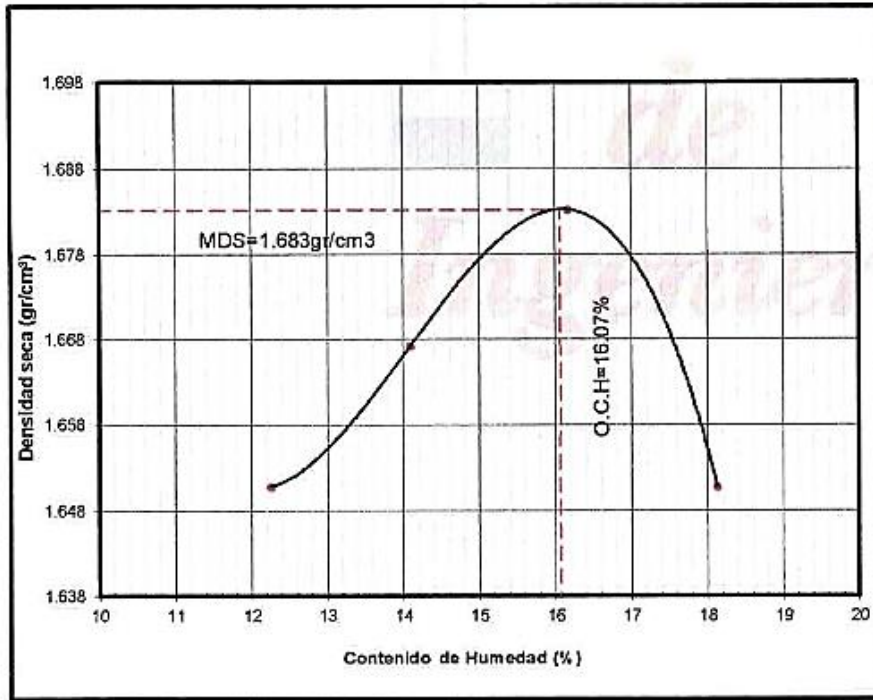


Figura 3. Proctor modificado C-1 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

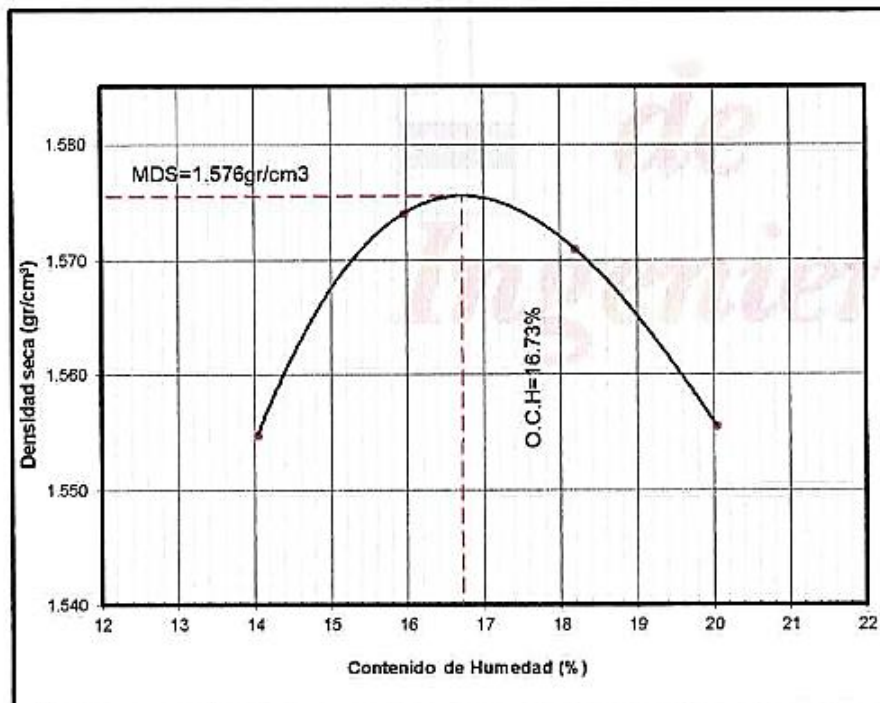


Figura 4. Proctor modificado C-2 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

La Tabla 8 indica que, la máxima densidad seca de la muestra de suelo extraída de la calicata 1 se obtuvo un valor de 1.683gr/cm³, y el contenido de humedad óptimo fue 16.07%. Respecto a la máxima densidad seca de la muestra de suelo extraída de la calicata 2 se obtuvo un valor de 1.576gr/cm³ y el contenido de humedad óptimo fue 16.73%.

Tabla 9. Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1") de muestras sin adición de ceniza de carbón

Calicata	Profundidad (m)	California Bearing Ratio (CBR a 1")	
		95%	100%
C-1	2.00	15.50	23.20
C-2	2.00	15.86	23.65

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

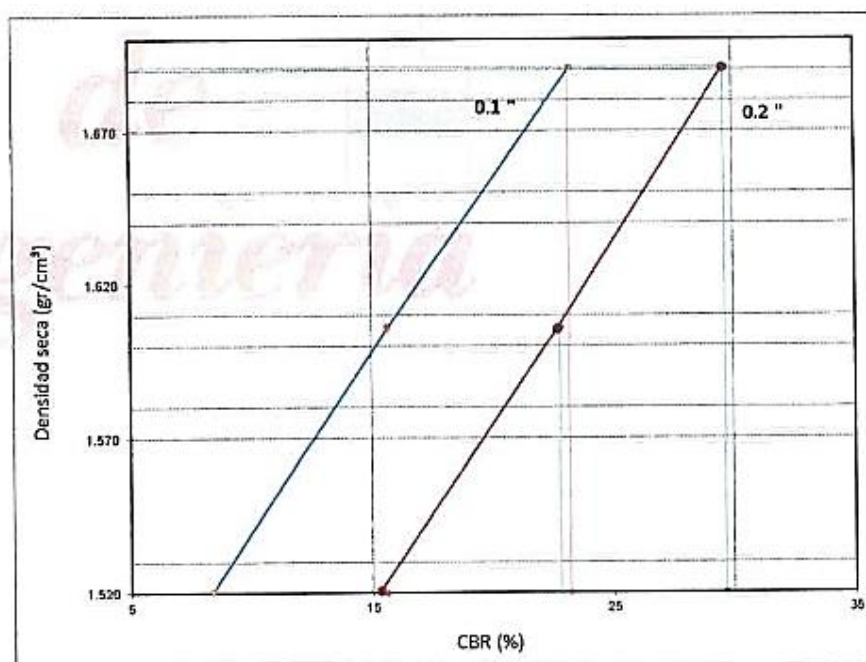


Figura 5. CBR C-1 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

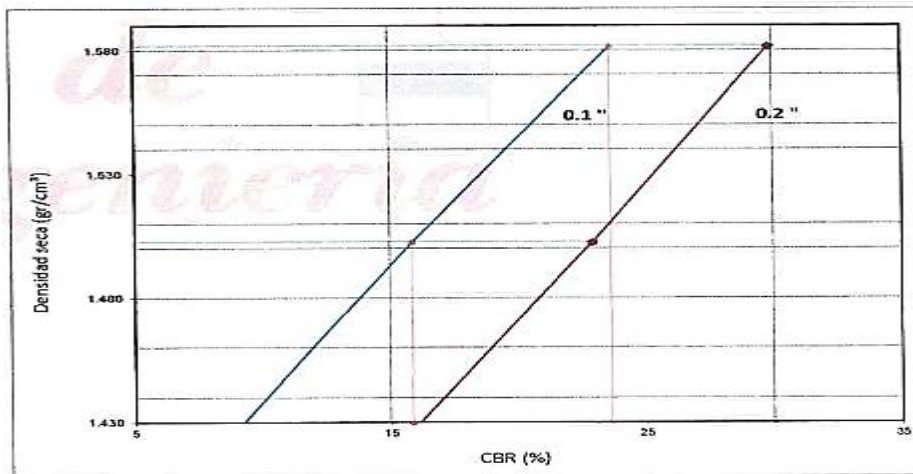


Figura 6. CBR C-2 suelo inalterado (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

La Tabla 9 indica que, a 1" de penetración y al 95% de la máxima densidad seca los resultados del CBR de la muestra de suelo extraída de la calicata 1 fue de 15.50 y en cuanto a la calicata 2, el CBR fue de 15.86.

Con respecto al segundo objetivo específico, los resultados de la caracterización de suelos con adición de ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021. Se realizaron los ensayos previamente establecidos, pero esta vez en las muestras con adiciones del 5%, 10% y 15%, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados de Análisis Granulométrico de muestras con adición de ceniza

Calicata	Porcentaje de adición de ceniza de carbón	Granulometría			Clasificación SUCS	AASHTO
		Grava (%)	Arena (%)	Limo + Arcilla (%)		
C-1	5%	0.00	95.60	4.40	SP SM	A-3
	10%	0.00	94.20	5.80	SP SM	A-3
	15%	0.00	93.00	7.00	SP SM	A-3
C-2	5%	0.00	92.60	7.40	SP SM	A-3
	10%	0.00	92.10	7.90	SP SM	A-3
	15%	0.00	89.70	10.30	SP SM	A-3

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

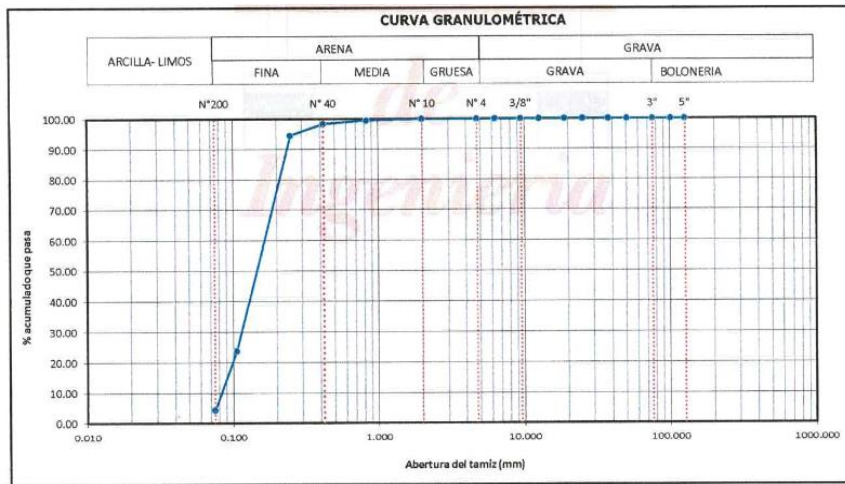


Figura 7. Curva granulométrica C-1: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

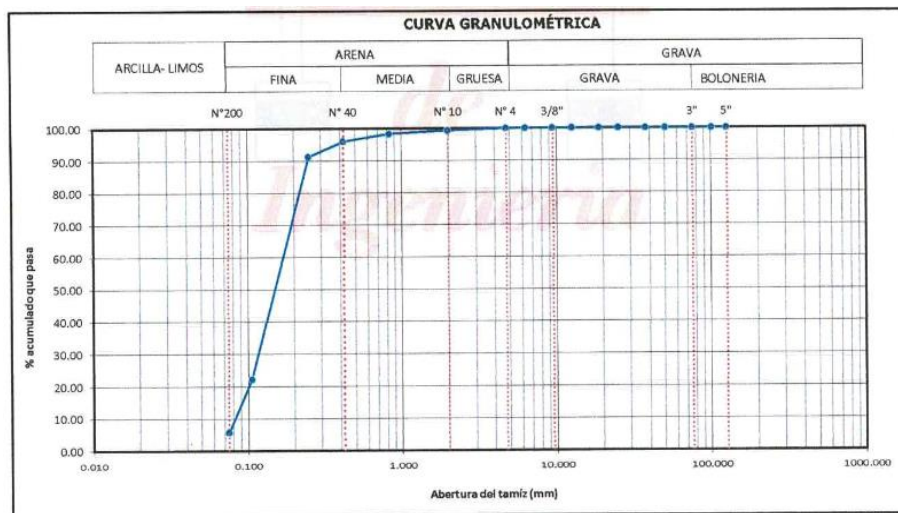


Figura 8. Curva granulométrica C-1: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

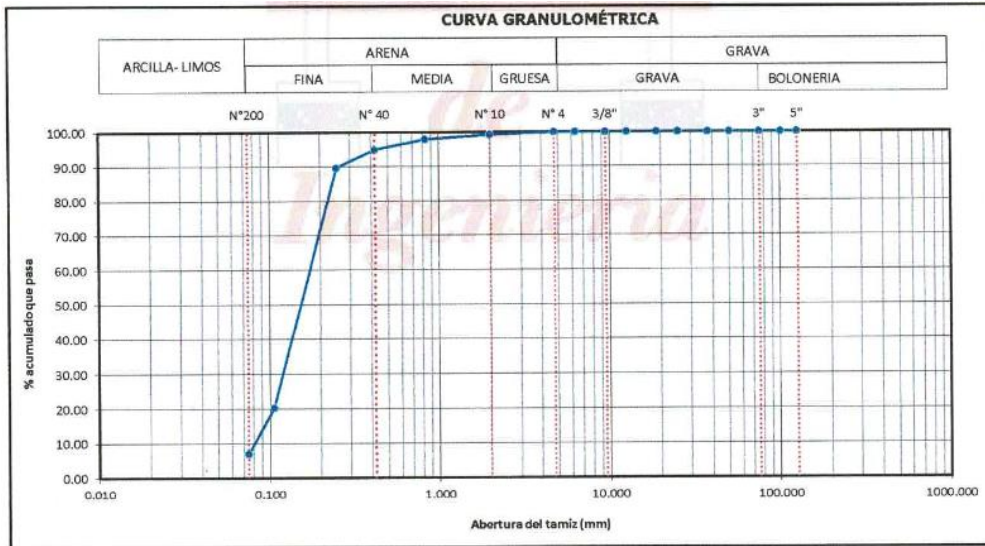


Figura 9. Curva granulométrica C-1: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

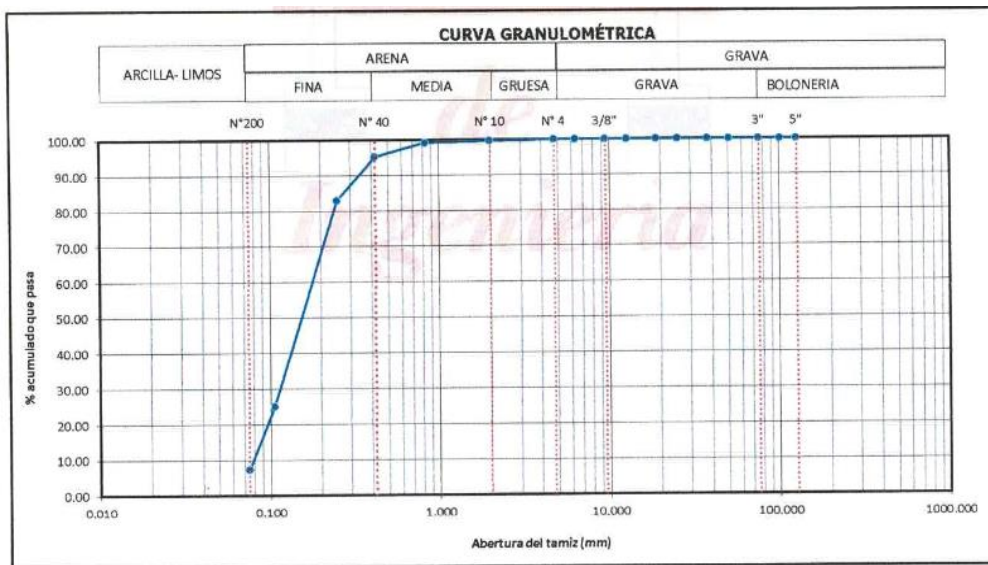


Figura 10. Curva granulométrica C-2: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

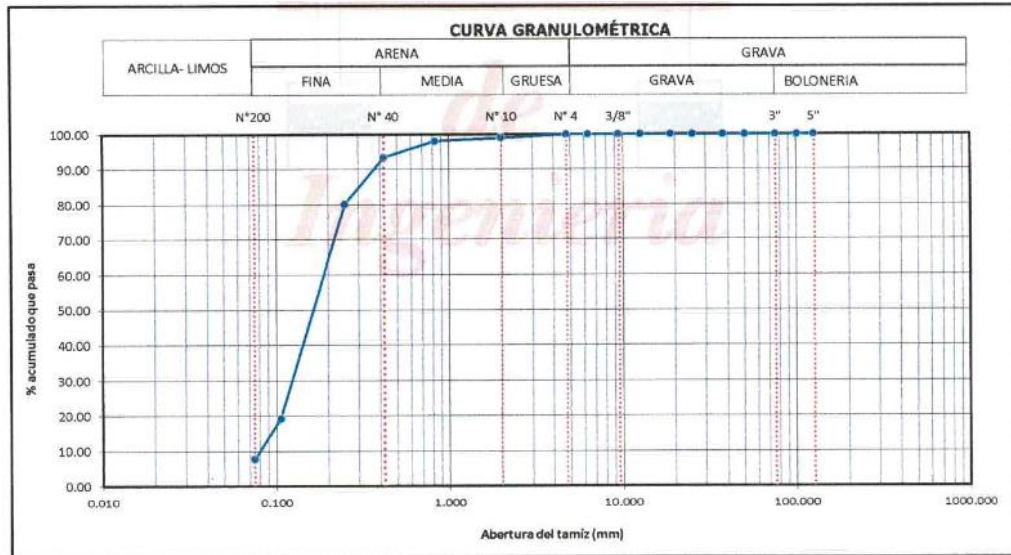


Figura 11. Curva granulométrica C-2: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

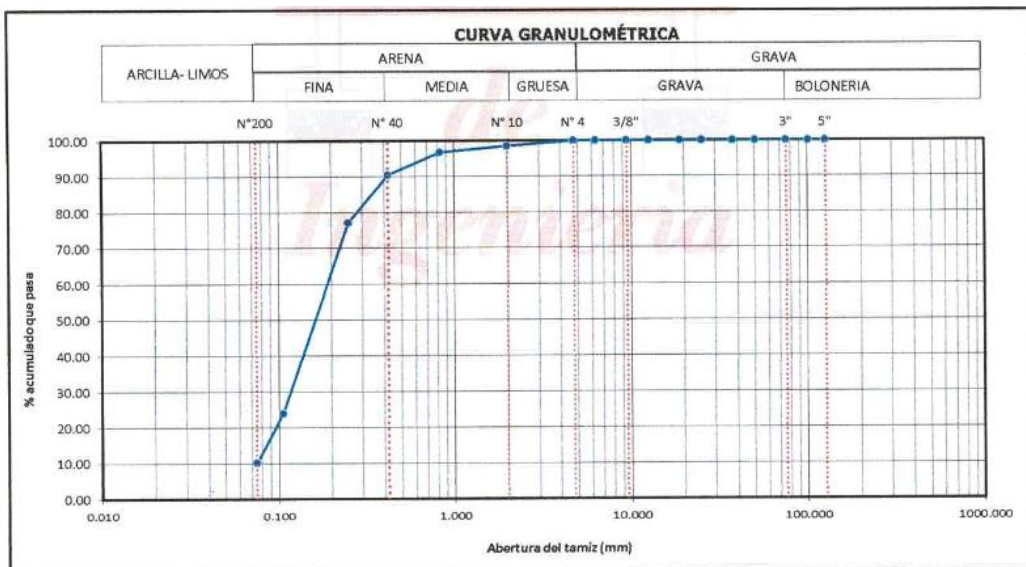


Figura 12. Curva granulométrica C-2: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

La Tabla 10 indica que, para la muestra de suelo extraída de la calicata 1 con adiciones del 5%, 10% y 15% de ceniza de carbón resultaron valores de 95.60% arena con 4.40% limo + Arcilla, 94.20% arena con 5.80% limo + Arcilla y 93.00% arena con 7.00% limo + Arcilla respectivamente. En cuanto a la muestra de suelo extraída de la calicata 2 con adiciones del 5%, 10% y 15% de ceniza de carbón resultan valores de 92.60% arena con 7.40% limo + Arcilla, 92.10% arena con

7.90% limo + Arcilla y 89.70% arena con 10.30% limo + Arcilla respectivamente. Según la clasificación SUCS, las adiciones del 5%, 10% y 15% de ceniza a la muestra extraída de la Calicata 1 y Calicata 2 pertenecen al grupo SP-SM que quiere decir arena limosa pobremente graduada. En cuanto a AASHTO, ambas muestras corresponden al grupo A-3 que quiere decir material granular de buena calidad.

Tabla 11. *Resultados de Proctor Modificado de muestras con adición de ceniza*

Calicata	Porcentaje de adición de ceniza de carbón	Proctor Modificado	
		Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-1	5%	1.655	18.89
	10%	1.641	18.36
	15%	1.660	16.18
C-2	5%	1.736	14.13
	10%	1.722	14.08
	15%	1.722	14.11

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

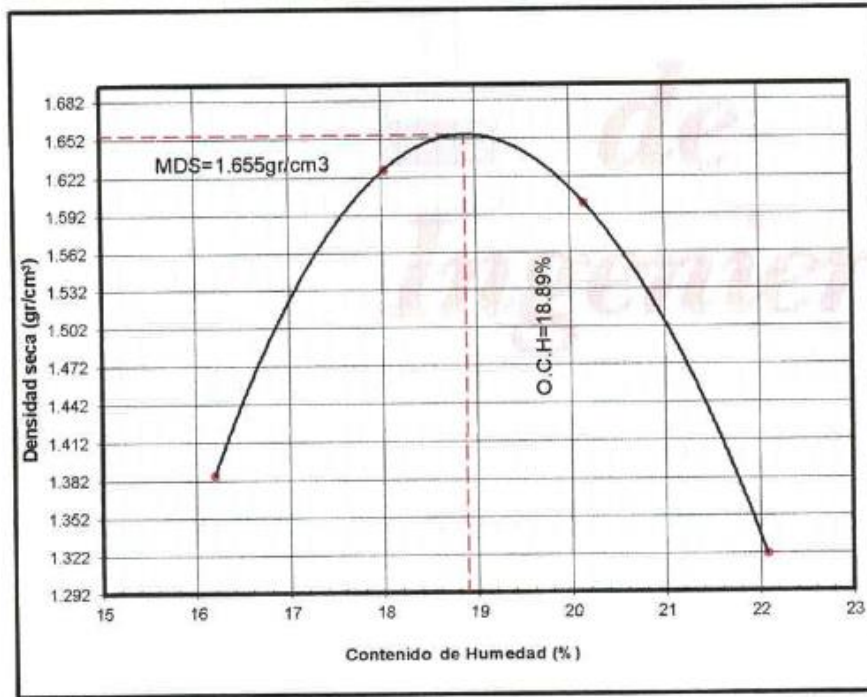


Figura 13. Proctor modificado C-1: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

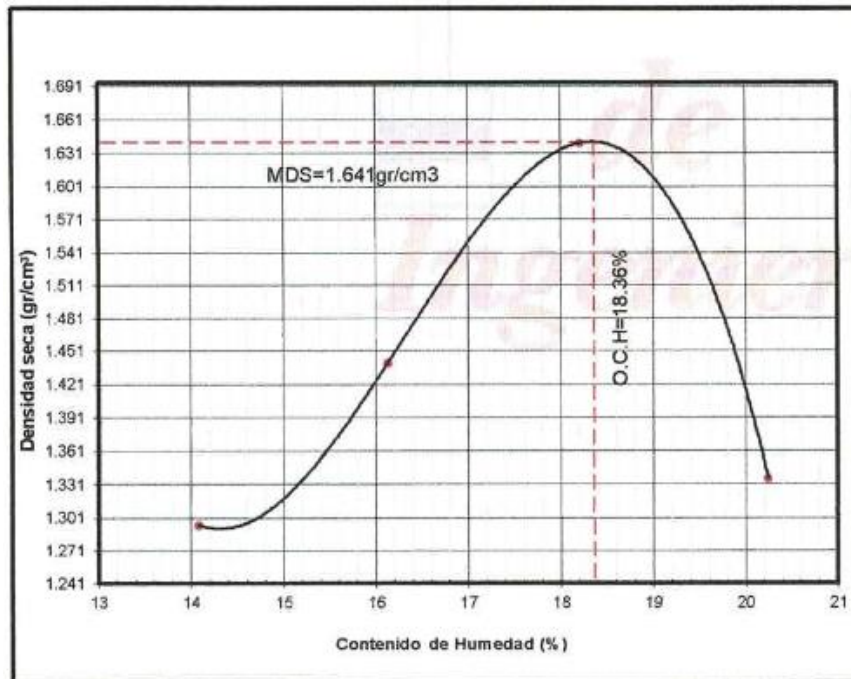


Figura 14. Proctor modificado C-1: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

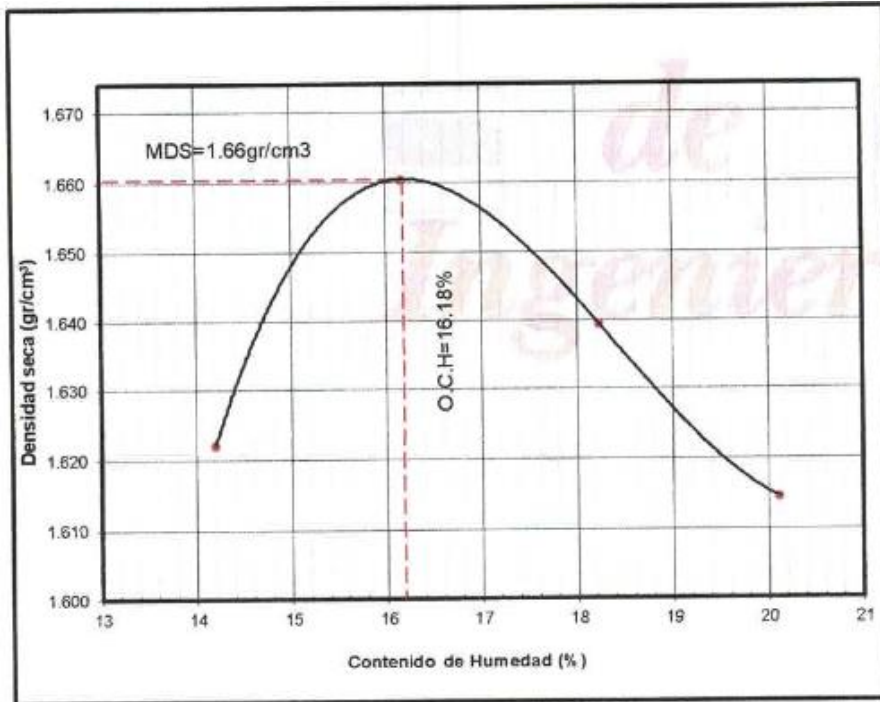


Figura 15. Proctor modificado C-1: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

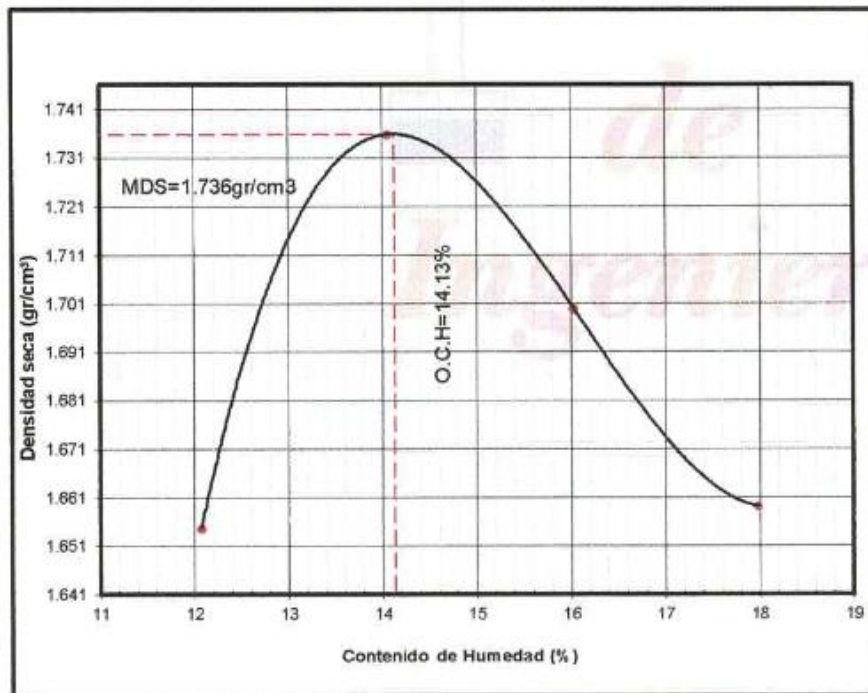


Figura 16. Proctor modificado C-2: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)



Figura 17. Proctor modificado C-2: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

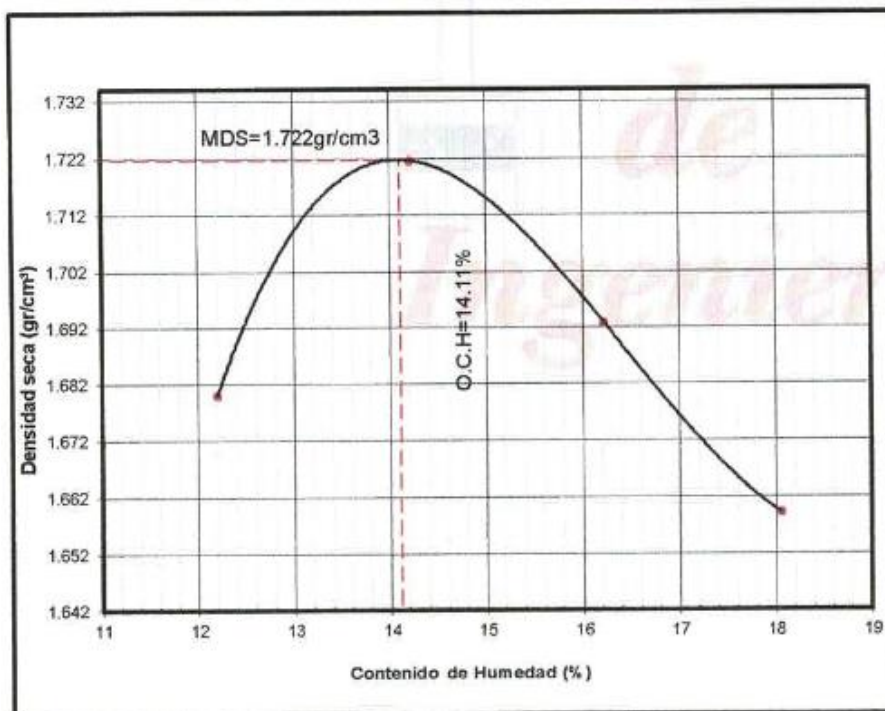


Figura 18. Proctor modificado C-2: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

La Tabla 11 indica que, la máxima densidad seca de la muestra de suelo extraída de la calicata 1 con adiciones del 5%, 10% y 15% de ceniza de carbón, se obtuvieron valores del 1.655gr/cm³, 1.641gr/cm³ y 1.660gr/cm³ respectivamente, y los contenidos de humedad óptimos fueron 18.89%, 18.36% y 16.18% respectivamente. Para la muestra de suelo extraída de la calicata 2 con adiciones de 5%, 10% y 15% de ceniza de carbón, los resultados de máxima densidad seca de la muestra de suelo fueron de 1.736, 1.722 y 1.722 gr/cm³ respectivamente al igual que los resultados de contenido de humedad óptimo que fueron de 14.13, 14.08 y 14.11% respectivamente.

Tabla 12. *Resultados de California Bearing Ratio (CBR a 1") de muestras con adición de ceniza*

Calicata	Porcentaje de adición de ceniza de carbón	California Bearing Ratio (CBR a 1")	
		95%	100%
C-1	5%	20.00	25.00
	10%	22.16	28.09
	15%	23.40	29.92
C-2	5%	20.40	25.40
	10%	22.50	28.60
	15%	24.00	30.50

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

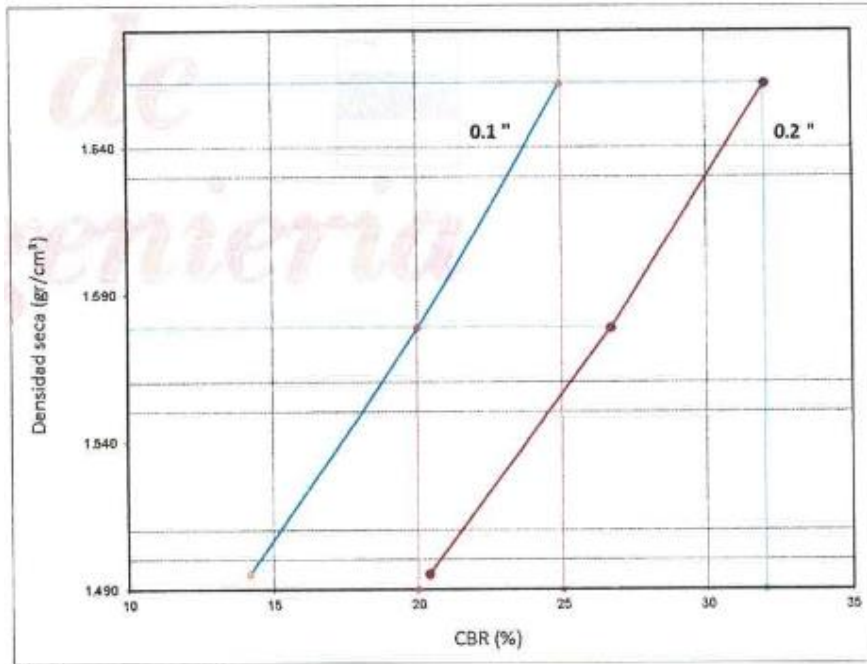


Figura 19. CBR C-1: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

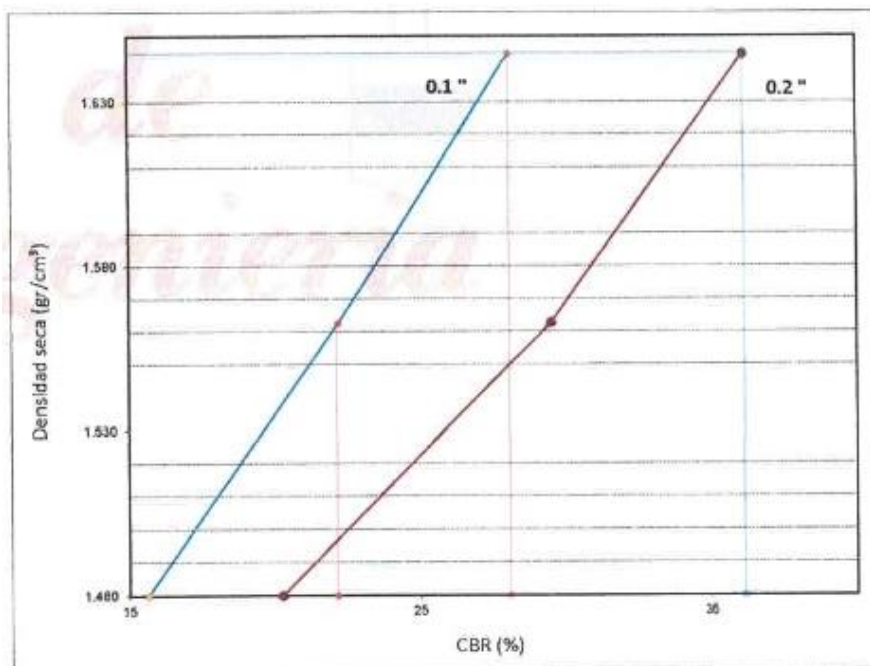


Figura 20. CBR C-1: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

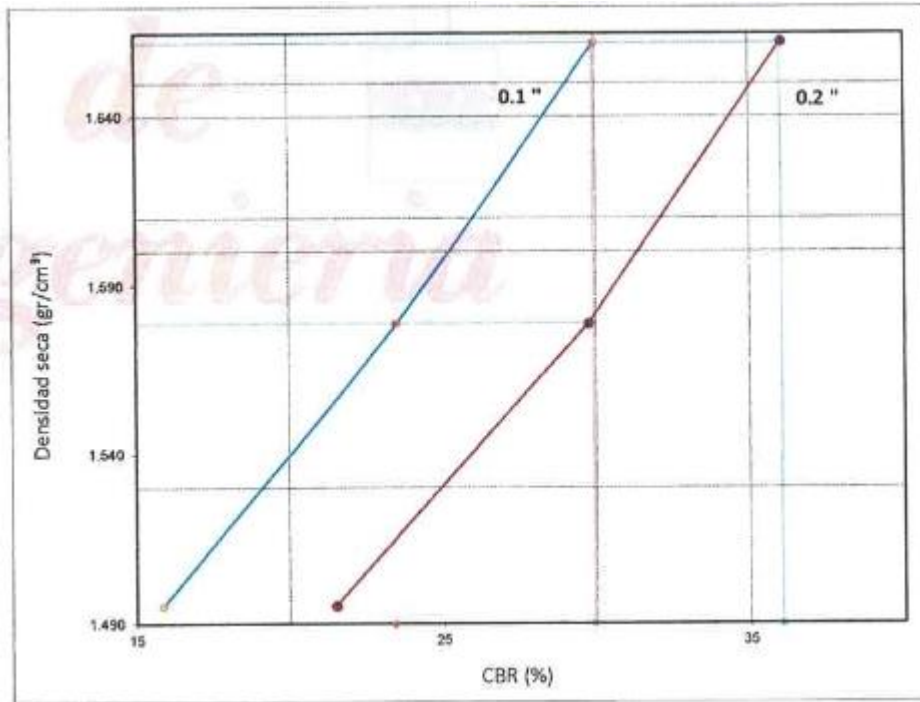


Figura 21. CBR C-1: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

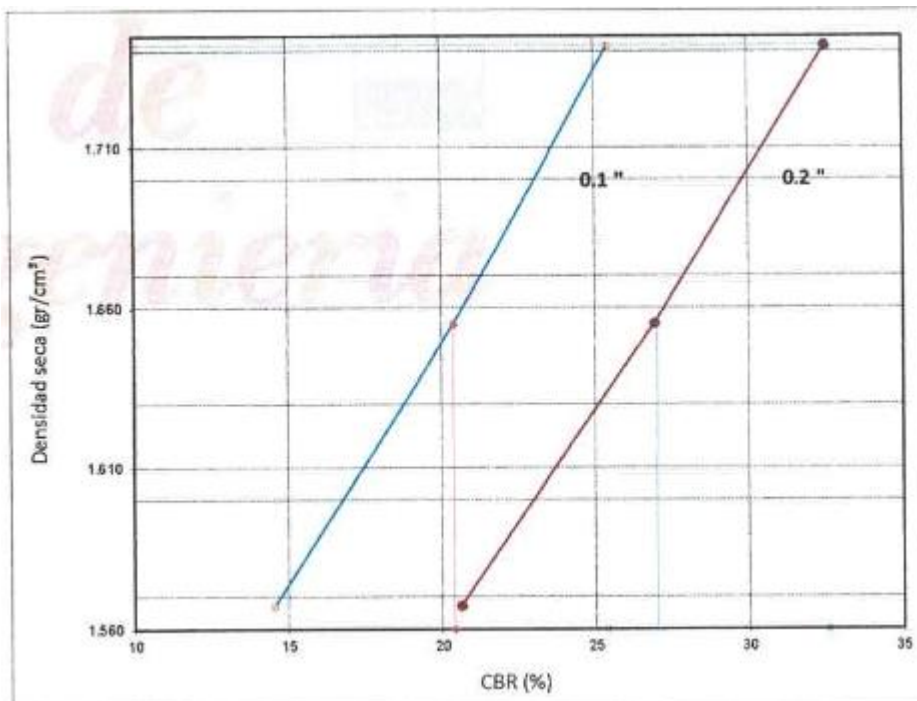


Figura 22. CBR C-2: 95% suelo + 5% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

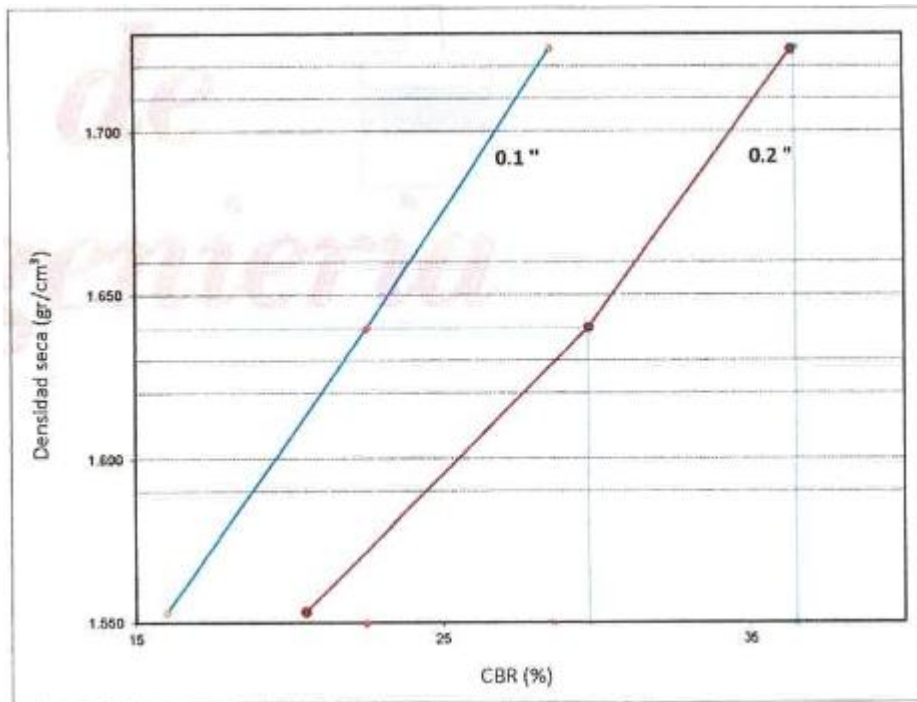


Figura 23. CBR C-2: 90% suelo + 10% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

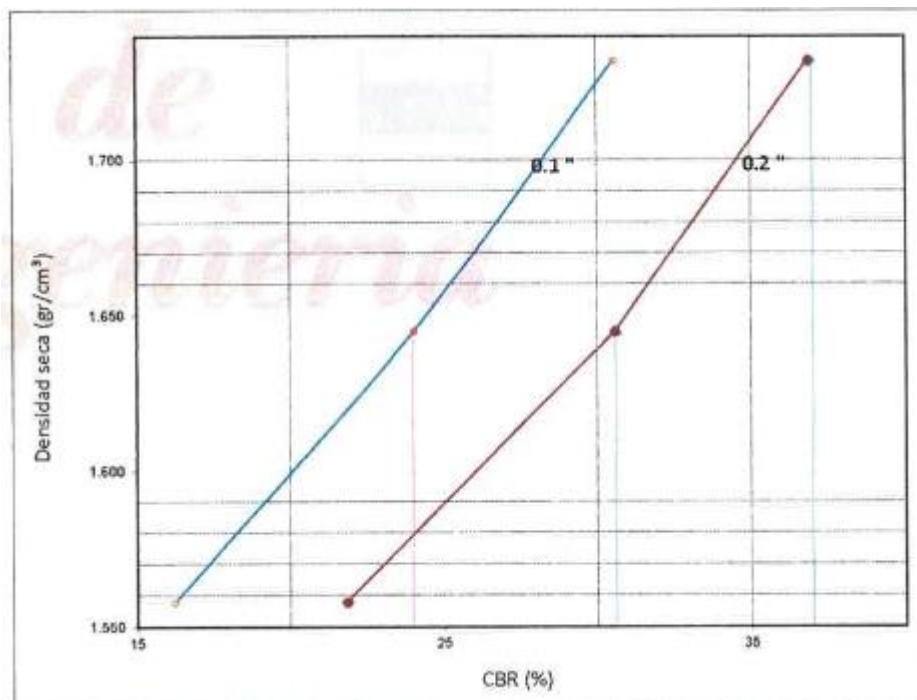


Figura 24. CBR C-2: 85% suelo + 15% ceniza (Fuente: Laboratorio S de ingeniería)

La Tabla 12 indica que, a 1" de penetración y al 95% de la máxima densidad seca los resultados del CBR de la muestra de suelo extraída de la calicata 1 con adición de ceniza de carbón al 5%, 10% y 15% fueron de 20.00, 22.16 y 23.40 respectivamente. En cuanto a la muestra de suelo extraída de la calicata 2 con adición de ceniza de carbón al 5%, 10% y 15%, los CBR fueron de 20.40, 22.50 y 24.00 respectivamente.

Con respecto al tercer objetivo específico, los resultados del análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin adición de ceniza de carbón y la caracterización del suelo con adición de ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021. Este se realizó mediante el método gráfico y asimismo se recurrió a realizar la prueba T de Student para comparar medias, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 13. *Análisis gráfico comparativo - CBR*

Tratamiento	Resultados de CBR			
	Sin tratamiento	+5% de ceniza	+10% de ceniza	+15% de ceniza
Calicata 1	15.50	20.00	22.16	23.40
Calicata 2	15.86	20.40	22.50	24.00
Promedio	15.680	20.200	22.330	23.700
Desviación estándar	0.255	0.283	0.240	0.424
Varianza	0.032	0.040	0.029	0.090

Fuente: Laboratorio S de ingeniería

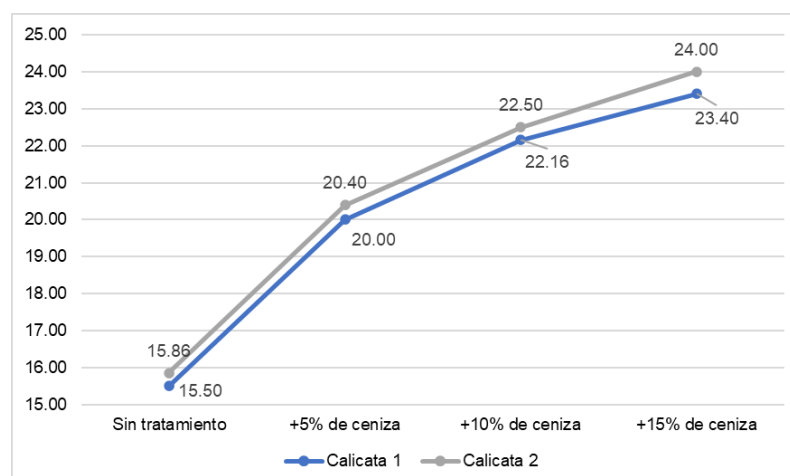


Figura 25. Análisis gráfico comparativo

La Tabla 13 y Figura 25. Análisis gráfico comparativo muestran el análisis gráfico comparativo del CBR obtenido en las muestras para cada diseño evaluado (muestra natural y muestras con 5%, 10% y 15% de ceniza de carbón). En la calicata 1 se puede observar un aumento significativo del CBR a medida que se ha ido adicionando ceniza de carbón a la muestra de subrasante, siendo la adición del 15% la que aumentó en mayor medida el CBR con respecto al valor original (+7.9). En la calicata 2 se puede observar un comportamiento similar del CBR al igual que en la calicata 1 siendo la adición del 15% la que aumentó en mayor medida el CBR con respecto al valor original (+8.1). El método gráfico permite visualizar como el valor del CBR aumentó a medida que se fueron aplicando las adiciones de ceniza.

Para la prueba T de Student se planteó como hipótesis nula: La ceniza de carbón no influye en la estabilización de subrasante en caso las medias sean iguales, y como hipótesis alterna: La ceniza de carbón influye en la estabilización de subrasante.

Tabla 14. *Resultados de prueba T de Student*

	<i>Antes de aplicación de ceniza</i>	<i>Después de aplicación de ceniza (+15%)</i>
Media	15.68	23.7
Varianza	0.0648	0.18
Observaciones	2	2
Coficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-66.83333333	
P(T<=t) una cola	0.004762386	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751515	
P(T<=t) dos colas	0.009524772	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620474	

La Tabla 14. Resultados de prueba T de Student muestra una variación significativa entre las medias obtenidas en ambas calicatas analizadas, antes de la aplicación de la ceniza y luego de la aplicación de la ceniza, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se determina que la ceniza de carbón influye en el mejoramiento de subrasantes.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación permitió estudiar la influencia del uso de la ceniza de carbón como aditivo estabilizante en subrasantes de tipo arenosas como lo es el caso del asentamiento humano Ciudad del Niño del distrito de Castilla, provincia de Piura, encontrando como principal hallazgo una notable diferencia entre las muestras evaluadas antes de la aplicación de la ceniza de carbón a la subrasante y después de la aplicación de las cenizas de carbón, principalmente en el mejoramiento de la capacidad de soporte o resistencia CBR. Esto corrobora la hipótesis planteada la cual fue que la estabilización con cenizas de carbón influiría significativamente en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021. La metodología aplicada en este estudio estuvo fundamentada por las investigaciones que sirvieron como antecedentes, quienes en su mayoría realizaron ensayos como análisis granulométrico, límites de Atterberg, proctor modificado y CBR, y emplearon muestras o diseños de adición de ceniza en porcentajes comprendidos entre 0% al 25%.

En el análisis granulométrico las características de suelo sin la adición de ceniza de carbón mostraron un suelo con un alto porcentaje de arena, no presentó grava y una ínfima cantidad de limo y arcilla y la clasificación fue SP según la clasificación SUCS y A-3 según la clasificación AASHTO. El Proctor modificado fue similar para las muestras de ambas calicatas, obteniéndose una máxima densidad seca de 1.683 gr/cm³ y 16.07% de contenido de humedad óptimo para la calicata 1, y 1.576 gr/cm³ con 16.73% de contenido de humedad óptimo para la calicata 2. En cuanto al CBR, las muestras de suelo natural extraída de la calicata 1 y 2 fueron similares: 15.50 y 15.86 respectivamente. Maluquis y Zegarra (2019) también realizó un estudio similar en la ciudad de Piura, obteniendo para su suelo una densidad máxima seca de 1.932 gr/cm³ y un contenido de humedad óptimo de 11.65% y en cuanto al CBR obtuvo un valor de 1.69%. Esto se debe a las diferencias de las subrasantes evaluadas: para este proyecto se evaluó una subrasante arenosa, mientras que Maluquis y Zegarra (2019) evaluaron una subrasante arcillosa.

Posterior a la aplicación de cenizas de carbón a las muestras de subrasante extraídas de la calicata 1. El diseño 95% de suelo + 5% de ceniza de carbón

estuvo dentro del grupo de clasificación SP-SM según la clasificación SUCS y A-3 según la clasificación AASHTO. El Proctor modificado dio valores de máxima densidad seca de 1.655 gr/cm³ y contenido de humedad óptimo de 18.89%, y se obtuvo un CBR de 20.0 indicando una subrasante buena. El diseño 90% de suelo + 10% de ceniza de carbón estuvo dentro del grupo de clasificación SP-SM según la clasificación SUCS y A-3 según la clasificación AASHTO. El Proctor modificado dio valores de máxima densidad seca de 1.641 gr/cm³ y contenido de humedad óptimo de 18.36%, y el CBR fue de 22.16 indicando subrasante buena. El diseño 85% de suelo + 15% de ceniza de carbón estuvo dentro del grupo de clasificación SP-SM según la clasificación SUCS y A-3 según la clasificación AASHTO. El Proctor modificado dio valores de máxima densidad seca de 1.660 gr/cm³ y contenido de humedad óptimo de 16.18%, y el CBR fue 23.4. Resultados similares se obtuvieron con la muestra de suelo extraída de la calicata 2 con adición de ceniza de carbón al 5%, 10% y 15%. Se obtuvo una máxima densidad seca de 1.736 gr/cm³, 1.722 gr/cm³ y 1.722 gr/cm³ respectivamente, y valores de contenido de humedad óptimo de 14.13%, 14.08% y 14.11 respectivamente. El CBR fue 20.4, 22.5 y 24.0 respectivamente.

Los ensayos de límites de consistencia demostraron que el suelo no presentó plasticidad a diferencia de Chilcon y León (2020) quienes mencionan que para sus diferentes adiciones de ceniza (13%, 21% y 24%) sí obtuvieron índices de plasticidad (24.4, 18.4 y 16.6 respectivamente) y esto es debido a la diferencia de subrasantes empleadas en ambos estudios. La muestra extraída de la calicata 1 mostró un aumento significativo del CBR a medida que se ha ido adicionando ceniza de carbón, siendo la adición del 15% la que aumentó en mayor medida el CBR (+7.9). La muestra extraída de la calicata 2 mostró aumento en el CBR siendo la adición del 15% la que aumentó en mayor medida (+8.1). Como se puede corroborar con la afirmación anterior, existe un aumento en las propiedades de resistencia del suelo a medida que se le ha ido aplicando la ceniza de carbón de acuerdo a los porcentajes determinados (5%, 10% y 15% de ceniza de carbon) siendo el CBR el valor más notable.

Estos resultados coinciden con lo expuesto Perez y Cañar (2017), quienes en Ecuador realizaron una investigación con el propósito de estudiar el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y

arcillosos con cenizas de carbón, encontrando que el CBR en suelos arenosos aumenta 4.6% al combinarlos con el 25% de cenizas de carbón, mejorando su resistencia inicial que fue 15.0%, y determinando que el suelo es apto para su uso como subrasante, y concluyendo que las cenizas de carbón son beneficiosas en cuanto a mejorar las capacidades de resistencia de los suelos. Goñas (2019), también obtuvo similitud en su investigación realizada en Chachapoyas, donde encontró aumento en los valores del CBR para cada adición de ceniza realizada (15%, 20% y 25%), el CBR obtenido en la Calicata-1 fue 2.3%, 2.9% y 3.5% respectivamente, y de 2.6%, 3.0% y 3.7% para la Calicata-2. concluyendo que la ceniza influye en las propiedades del suelo.

Por otro lado, se coincide con lo dicho por Bayshaki *et al* (2018) quienes en Bangladesh estudiaron el comportamiento geotécnico que tiene el suelo cuando se le adiciona ceniza de madera, concluyendo que esta es capaz de aumentar la resistencia a la compresión, al igual que Medina (2020) quien en Lima estudió el efecto que causa la adición de aserrín y la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas de suelos de subrasante, hallando que adicionar cenizas de carbón en una mezcla de 25% con subrasante incrementó el CBR permitiéndole afirmar que las cenizas de carbón de modo que la ceniza de carbón estabiliza la subrasante del terreno. Ríos y Neyra (2020) también concluyeron que la adición de ceniza mejora la capacidad de soporte del suelo natural, concluyendo que la adición de cenizas de carbón mineral logra mejorar la subrasante de suelos arcillosos.

Estos hallazgos permiten concluir que la ceniza de carbón puede emplearse como un aditivo estabilizante de subrasantes, ofreciéndose, así como una alternativa de fácil manejo y totalmente ecológica por lo que es recomendable su uso en aplicación del campo de la ingeniería civil, por otro lado, darle una mejor disposición final a un residuo como lo es la ceniza contribuiría a reducir el efecto contaminante ambiental.

VI. CONCLUSIONES

1. Las características de suelo sin la adición de ceniza de carbón mostraron un suelo de tipo SP según la clasificación SUCS y A-3 según la clasificación AASHTO. El Proctor modificado dio como resultado una máxima densidad seca de 1.683 gr/cm³ y 16.07% de contenido de humedad óptimo para la muestra extraída de la calicata 1, y 1.576 gr/cm³ con 16.73% de contenido de humedad óptimo para la muestra extraída de la calicata 2. En cuanto al CBR, la muestra extraída de la calicata 1 y 2 sin la adición de ceniza de carbón dieron como resultados valores de 15.50 y 15.86 respectivamente.
2. Las características de suelo con la adición de ceniza de carbón mostraron un suelo de tipo SP-SM según la clasificación SUCS y A-3 según la clasificación AASHTO. Para la muestra de suelo extraída de la calicata 1 y los porcentajes de adición de ceniza de carbón al 5%, 10% y 15% los resultados en cuanto a Proctor modificado fueron valores de máxima densidad seca de 1.655 gr/cm³, 1.641 gr/cm³ y 1.660 gr/cm³ respectivamente, y valores de contenido de humedad óptimo de 18.89% 18.36% y 16.18 respectivamente, y los valores de CBR fueron 20.0, 22.16 y 23.4 respectivamente. Para la muestra de suelo extraída de la calicata 2 y los porcentajes de adición de ceniza de carbón al 5%, 10% y 15% los resultados en cuanto a Proctor modificado fueron valores de máxima densidad seca de 1.736 gr/cm³, 1.722 gr/cm³ y 1.722 gr/cm³ respectivamente, y valores de contenido de humedad óptimo de 14.13% 14.08% y 14.11 respectivamente, y los valores de CBR fueron 20.4, 22.5 y 24.0 respectivamente.
3. En el análisis comparativo, la muestra extraída de la calicata 1 mostró un aumento significativo del CBR a medida que se ha ido adicionando ceniza de carbón, siendo la adición del 15% la que aumentó en mayor medida el CBR (+7.9). La muestra extraída de la calicata 2 mostró aumento en el CBR siendo la adición del 15% la que aumentó en mayor medida (+8.1). Al existir una variación significativa entre las medias obtenidas en ambas calicatas analizadas, antes de la aplicación de la ceniza y luego de la aplicación de la ceniza, se concluye que la estabilización con ceniza de carbón influyó en el mejoramiento de subrasantes del asentamiento humano Ciudad del Niño, Piura.

VII. RECOMENDACIONES

1. A los futuros investigadores, se recomienda realizar estudios que midan la influencia de la estabilización con cenizas de carbón en el mejoramiento de subrasantes con otras características o de otro tipo como por ejemplo las arcillosas. También se recomienda realizar los estudios en diferentes zonas geográficas de la región de Piura. Se debe considerar estudiar más porcentajes de adición de ceniza para poder evaluar cómo evoluciona las características de los suelos con respecto a su estado original.
2. A los profesionales: Se recomienda emplear la ceniza de carbón como agente estabilizante natural para mejoramiento de subrasantes, dado que los resultados de este estudio determinaron que este es capaz de mejorar las condiciones de resistencia de los suelos naturales, por lo que se debe considerar como una alternativa viable.
3. A las autoridades competentes: Se debe considerar el uso de la ceniza de carbón como agente estabilizante, ya que al convertirse en insumo este residuo se estaría contribuyendo al reciclaje, y dándole una adecuada disposición final se puede lograr un impacto ambiental positivo por lo que se debería brindar mayor importancia a la reglamentación del empleo de ceniza con fines de ingeniería, así como se encuentra reglamentado en normativas internacionales.

REFERENCIAS

1. Aguirre, H. (2007). *Estudio geotécnico y solución a nivel de ingeniería básica en El Km. 484 Oleoducto Nor-Peruano*. [Tesis de grado, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1346/ICI_159.pdf?sequence=1
2. Akbar, A., Guney, C., Asghar, A., & Shojaei, M. (2017). Fundamentals of soil stabilization. *International Journal of Geo-Engineering*. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-017-0064-9>
3. Albarracin, D., & Monterroza, C. (2015). *Evaluación geotécnica de una edificación de dos pisos en zonas aledañas a lagunas de la carrera 18 No. 45-28 Barrio Buenos Aires de Barrancabermeja*. [Tesis de grado, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/2931/1/Evaluaci%C3%B3n%20geot%C3%A9cnica%20de%20una%20edificaci%C3%B3n%20de%20dos%20pisos%20en%20zonas%20aleda%C3%B1as%20a%20lagunas%20de%20la%20carrera%2018%20no.%2045-28%20barrio%20Buenos%20Aires%20de%20Barr>
4. American Society for Testing and Materials. (1985). *Classification of Soils for Engineering Purposes: Annual Book of ASTM Standards*.
5. ASTM C618-12. (2018). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C618-12A.htm>
6. Bayshakhi, D., Grytan, S., Sumi, S., Rokunuzzaman, & Rafiqul, I. (2018). Geotechnical Properties of Wood Ash-Based Composite Fine-Grained Soil. *Advances in Civil engineering*. <https://doi.org/10.1155/2018/9456019>
7. Bueno, J., & Torre, H. (2019). *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz - 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40554>
8. Caballero, A., & Médico, O. (2013). Caracterización y posible uso de cenizas resultantes de la combustión del carbón, en la futura Termocentral de lecho

- fluidizado. Río Turbio (Argentina). VSUR-REDISA.
<http://www.redisa.net/doc/artSim2013/CaracterizacionDeResiduosSolidos/Caracterizacion%20Cenizas%20Combustion%20Carbon.pdf>
9. Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica* (1ra ed.). Editorial San Marcos.
 10. Chilcon, R., & León, G. (2020). *Evaluación de estabilización de suelos arcillosos aplicando cenizas de carbón en la subrasante de la Av. Cusco, distrito de San Martín de Porres, Lima-2020*. [Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57212>
 11. CONCYTEC. (2018). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT*. Recuperado el 20 de setiembre de 2020, de <https://portal.concytec.gob.pe>
 12. Goñas, O. (2019). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
<http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1801>
 13. Hauashdh, A., Radin, R., Junaidah, J., & Rahman, J. (2020). Stabilization of Peat Soil Using Fly Ash, Bottom Ash and Portland Cement: Soil Improvement and Coal Ash Waste Reduction Approach. *Conf. Ser.: Earth Environ.*
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/498/1/012011>
 14. Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta edición ed.). Mc Graw Hill Education.
 15. INDECI. (2003). *Estudio de mecánica de suelos y mapa de peligros de la ciudad de Piura*.
http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Piura/piura/piura.pdf
 16. Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento*. México D.F.: McGraw-Hill.
 17. Link, R., Pandian, N., & Krishna, K. (2001). California Bearing Ratio Behavior of Soil/Fly Ash Mixtures. *Journal of Testing and Evaluation*.
doi:10.1520/JTE12249J

18. Maluquis, A., & Zegarra, J. (2019). *Uso de las cenizas volantes de carbón para mejorar la subrasante en la Avenida San Josemaría Escrivá de Balaguer [Progresiva: 2+880-3+880], Piura-Piura-Piura,2018.* [Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36686>
19. McDowell, C. (1959). *Stabilization of soils with lime, lime-flyash, and other lime reactive materials.* (Vol. 231). Highway Res Board Bull.
20. Medina, G. (2020). *Estudio del comportamiento del aserrín y la ceniza de carbón para estabilización de la sub rasante, Carabylo, Lima-2019.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53368>
21. Ministerio de Transportes. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos geología, geotécnica y pavimentos.* Lima. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
22. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes.* http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf
23. Montejo, F., & Montejo, A. (2019). *Estabilización de suelos.* Ediciones de la U. https://books.google.com.pe/books?id=MzSjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=estabilizacion+de+suelos&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
24. Morales, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas.* [Tesis de grado, Universidad de Medellín]. <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1236/Valoraci%C3%B3n%20de%20las%20cenizas%20de%20carb%C3%B3n%20para%20la%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20mediante%20activaci%C3%B3n%20alcalina%20y%20su%20uso%20en%20v%C3%ADas%20no%20pavimentadas>

25. Mory, W. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/4476>
26. Muñoz, M., King, R., & Montenegro, J. (2016). Caracterización geotécnica de cenizas volantes generadas a partir de la combustión del carbón en central termoeléctrica. *Universidad Católica de la Santísima Concepción*. <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1310/Mauricio%20Mu%C3%B1oz%20Adams.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Murat, O. (2016). Improvement in Bearing Capacity of a Soft Soil by Addition of Fly Ash. *Advances in Transportation Geotechnics*. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.063>
28. Parra, M. (2018). *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/22856>
29. Perez, R. (2012). *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería].
30. Pérez, R., & Cañar, E. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>
31. Ramal, R., Raymundo, J., & Chávez, A. (2020). Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista Científica institucional TZHOECOEN*. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251>
32. Real Academia Española. (2021). *Diccionario de la Real Academia Española*. <https://dle.rae.es/>
33. Rios, N., & Neyra, A. (2020). *Influencia de las cenizas de carbón mineral en las propiedades de una subrasante arcillosa en Huamachuco, Libertad-2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59904>

34. Schmalbach, R. (s.f.). *Solución ingenieril para la estabilidad de suelo*. Recuperado el 7 de agosto de 2021, de iecaiberoamerica.org: <https://iecaiberoamerica.org/solucion-ingenieril-para-la-estabilidad-de-suelo/>
35. Şenol, A., Edil, T., Bin-Shafique, M., Acosta, H., & Benson, C. (2006). Soft Subgrades' Stabilization by Using Various Fly Ashes. *Resources, Conservation and Recycling*,.
36. Terzaghi-Peck. (1948). *Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*. El Ateneo S.A.
37. U.S. Department of Transportation. (2021). *Fly Ash Facts for Highway Engineers*. Chapter 7 - Fly Ash in Soil Improvement: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/fafacts.pdf>
38. Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de ética en investigación*. Trujillo. <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>
39. Winterkorn, H., & Sibel, P. (1991). *Soil stabilization and Grouting*. New York, NY: VanNostrand Reinhold.
40. Zevallos, M., & Honores, A. (2019). *Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido de calcio como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19 – Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2018*. [Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35921?show=full>

ANEXOS:

ANEXO : MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Vi: Estabilización con cenizas de carbón	La estabilización de suelos según Winterkorn y Sibel (1991) se refiere a los métodos físicos, químicos, mecánicos o biológicos que se aplican a los suelos en estado natural para así cambiar sus propiedades y ser empleados para propósitos de ingeniería, como por ejemplo la adición de ceniza de carbón la cual son los restos obtenidos producto de la incineración del carbón en su estado natural.	Esta variable se medirá de acuerdo a los porcentajes de adición de cenizas de carbón a las muestras de suelo.	Sin adición de cenizas de carbón Con adición de cenizas de carbón	Sin adición de cenizas de carbón 0% Con adición de cenizas de carbón 5% 10% 15%	Razón
Vd: Mejoramiento de subrasante	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) define como el mejoramiento de las propiedades de suelos mediante la adición o incorporación de insumos artificiales o naturales (estabilización).	Esta variable se medirá de acuerdo a la los ensayos de caracterización de suelos.	Análisis granulométrico, Límites de consistencia, Proctor Modificado CBR	Análisis granulométrico Según SUCS y AASHTO Límites de consistencia LL, LP, IP Proctor Modificado Optimo contenido de humedad (%) Máxima densidad seca (gr/cm3) CBR % de CBR	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Como influye la estabilización con cenizas de carbón en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021?	Determinar la influencia de la estabilización con cenizas de carbón en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021	La estabilización con cenizas de carbón influiría significativamente en el mejoramiento de la subrasante del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021	Estabilización con cenizas de carbón	Sin adición de cenizas de carbón	Sin adición de cenizas de carbón 0%	Fichas de caracterización de suelos otorgados por el laboratorio de mecánica de suelos
				Con adición de cenizas de carbón	Con adición de cenizas de carbón 5% 10% 15%	Fichas de caracterización de suelos otorgados por el laboratorio de mecánica de suelos
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Como será la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021?	Determinar la caracterización de suelos sin la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021	La caracterización de suelos sería pobre sin la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021	Mejoramiento de subrasante	Análisis granulométrico, Límites de consistencia,	Análisis granulométrico Según SUCS y AASHTO Límites de consistencia LL LP IP	Fichas de caracterización de suelos otorgados por el laboratorio de mecánica de suelos

<p>¿Como será la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021?</p>	<p>Determinar la caracterización de suelos con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021</p>	<p>La caracterización de suelos sería buena con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021</p>		<p>Proctor Modificado</p>	<p>Proctor Modificado Optimo contenido de humedad (%) Máxima densidad seca (gr/cm3)</p>	<p>Fichas de caracterización de suelos otorgados por el laboratorio de mecánica de suelos</p>
<p>¿Como será el análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón y la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla 2021?</p>	<p>Determinar el análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón y la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021</p>	<p>El análisis comparativo entre la caracterización del suelo sin la estabilización con ceniza de carbón y la caracterización del suelo con la estabilización con ceniza de carbón del asentamiento humano Ciudad del Niño, Castilla, 2021 demostraría influencia de la estabilización con cenizas en el mejoramiento de subrasante.</p>		<p>CBR</p>	<p>CBR % de CBR</p>	<p>Fichas de caracterización de suelos otorgados por el laboratorio de mecánica de suelos</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: INSTRUMENTO DE INVESTIGACION



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

INFORME DE ENSAYOS

"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE
SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA,
2021"

SOLICITANTES:

BACHILLER: KEIVER LONGA SAAVEDRA
DIANA SANCHEZ POZO

Ingeniería



[Signature]
Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

1.0 GENERALIDADES

1.1 Introducción

A solicitud de los bachilleres KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO, se realizaron los ensayos para el proyecto de Tesis para la obtención de Grado de Título en Ingeniería Civil, para lo cual se trabajaron ensayos para "ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBON PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021". Como parte de este Proyecto se realizó el muestreo y los ensayos de Estudio de Mecánica de Suelos a cargo de SI. Los trabajos de campo se desarrollaron en el mes de agosto con la ejecución excavación de 02 calicatas, con toma de muestras, ensayos de laboratorio en el mes de septiembre, en el ámbito del proyecto.

1.2 Objetivo

Estabilizar y mejorara la capacidad portante de la subrasante de los suelos arenosos

1.4 Ubicación y descripción del área en estudio

La zona de interés, políticamente se ubica en la zona Norte del territorio peruano, en la Región de Piura, AA.HH. Ciudad del Niño, del distrito de Castilla, Provincia de Piura. Geográficamente el área se encuentra enmarcada dentro de las siguientes coordenadas topográficas absolutas:

ITEM	COORDENADAS		COTA	NIVEL FREATICO	UBICACIÓN
	N	E			
C - 1	9426042	545,685	51	NP	AREA DE PROYECTO
C - 2	9426042	9,426,042	47	NP	AREA DE PROYECTO



Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



1.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio comprenden los ensayos estándar.

Se tomaron muestras alteradas de las excavaciones para la ejecución de los ensayos de laboratorio correspondientes, para lo cual cada muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno que fueron remitidas al laboratorio. Con las muestras alteradas obtenidas de las excavaciones (calicatas), se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas consistentes en:

Ensayos Estándar

- ✓ Clasificación SUCS ASTM D-2487
- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- ✓ Límites de Atterberg ASTM D-4318
- ✓ Proctor Modificado ASTM D- 1557
- ✓ Contenido de humedad ASTM D-2216

Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM-D-422).-

Consistiendo este Ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

Límites de Consistencia (ASTM D 4318)

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del Contenido de Humedad en las características de Plasticidad de un suelo.

La obtención de los Límites Líquido y Plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

Proctor Modificado ASTM D- 1557

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³).



Diego José Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



CBR - ASTM D 1883-07

El CBR es un ensayo para evaluar la calidad del un material de suelo con base en su resistencia. Es un ensayo de carga que usa un pistón metálico, de 0.5 pulgadas cuadradas de área, para penetrar desde la superficie de un suelo compactado en un molde metálico a una velocidad constante de penetración. Se define CBR, el parámetro del ensayo, como la relación entre la carga unitaria en el pistón requerida para penetrar 0.1" (0.25 cm) y 0.2" (0.5 cm) en el suelo ensayado, y la carga unitaria requerida para penetrar la misma cantidad en una piedra picada bien gradada estándar; esta relación se expresa en porcentaje

Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216).-

Este es un Ensayo rutinario de Laboratorio para determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad específica de suelo en términos de su peso en seco.

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). La relación de ensayos se muestra en el siguiente cuadro:





SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.



Dr. José Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



ANEXO 1

RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALICATA	PROFUND. (mts)	MUESTRA		GRANULOMETRIA			LIMITES DE ATTERBERG			PROCTOR MODIFICADO		CBR a 1"		HUMEDAD w (%)	SUCS	ASSTHO
				GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO + ARCILLA (%)	LL	PL	PI	MDS (gr/cm3)	OCH (%)	95%	100%			
		Codigo	Profund. (mts)													
C-1	2.00	M-1	0.15 - 2.00	0.00	97.90	2.10	0	0	0	1.863	16.07	15.6	23.2	2.4	SP	A-3
		Diseño 1	95% arena + 5% ceniza	0.00	95.80	4.40	0	0	0	1.855	16.89	20.0	25.0	-	SP SM	A-3
		Diseño 2	90% arena + 10% ceniza	0.00	94.20	5.80	0	0	0	1.841	18.36	22.16	28.08	-	SP SM	A-3
		Diseño 3	85% arena + 15% ceniza	0.00	93.00	7.00	0	0	0	1.66	16.16	23.4	29.92	-	SP SM	A-3
C-2	2.00	M-1	0.00 - 2.00	0.00	88.30	1.70	0	0	0	1.578	16.73	15.66	23.66	3.1	SP	A-3
		Diseño 1	95% arena + 5% ceniza	0.00	92.80	7.40	0	0	0	1.736	14.13	20.4	25.4	-	SP SM	A-3
		Diseño 2	90% arena + 10% ceniza	0.00	92.10	7.90	0	0	0	1.722	14.06	22.5	26.6	-	SP SM	A-3
		Diseño 3	85% arena + 15% ceniza	0.00	89.70	10.30	0	0	0	1.722	14.11	24.0	30.5	-	SP SM	A-3




Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.





ANEXO 2

REGISTROS DE CALICATAS




Jose
Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

REGISTRO DE EXCAVACIONES					
PROYECTO: "ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"				CALICATA:	C-1
CLIENTE: KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO				Norte:	9426042
UBICACIÓN: AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA				Este:	546685
FECHA: Agosto 2021				Cota:	51 m.s.n.m
PROFUNDIDAD: 2.00		Método Excavación:		Manual	Nivel Agua: NP
DATOS DE LA MUESTRA					Registrado por: JCRS
Prof. (m)	Muestra	Humedad (%)	Clasificación		DESCRIPCION DEL MATERIAL
			SUCS	Símbolo	
-0.00					Material de relleno (restos de ladrillos y concreto), contaminado con bolsas plásticas.
0.15					
-1.00	M-1	2.4	SP		Arena mal graduada de color beige, compacidad medianamente densa, humedad baja, no presenta plasticidad. Según su clasificación SUCS pertenece a un SP.
-2.00					
-3.00					




 Diego Jose Torres Rojas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

REGISTRO DE EXCAVACIONES					
PROYECTO: "ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"				CALICATA: C-2	
CLIENTE: KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO				Norte: 9426042	
UBICACIÓN: AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA				Este: 9426042	
FECHA: Agosto 2021				Cota: 47 m.s.n.m	
PROFUNDIDAD: 2.00		Método Excavación: Manual		Nivel Agua: NP	
DATOS DE LA MUESTRA					DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
Prof. (m)	Muestra	Humedad (%)	Clasificación		
			SUCS	Símbolo	
-0.00					Arena mal graduada de color beige, compacidad medianamente densa, humedad baja, no presenta plasticidad. Según su clasificación SUCS pertenece a un SP.
-1.00	M-1	3.1	SP		
-2.00					
-3.00					




 Diego Jose Torres Rivas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

ANEXOS 3
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE
CALICATAS



fs
D^o José Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

Proyecto:	"ESTABILIZACION CON CENZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
-----------	---

CLIENTE:	REYER LONGA BAYVEDA Y DANA SANCHEZ POZO	INORTE:	3428042
UBICACION:	A.A.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	EDITE:	149235
FECHA:	AGOSTO 2021	COYA:	47
CALICAYA:	C-2	PROFUNDIDAD:	1.00 - 2.00
		MUESTRA:	M-1

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 306.126)

TAMICES ABTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gf)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
5"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.05	0.04	0.04	99.96
20	0.854	0.15	0.10	0.14	99.86
40	0.420	1.22	0.81	0.97	99.03
80	0.250	3.10	2.07	3.04	96.96
140	0.106	106.30	71.22	74.30	25.64
200	0.075	25.90	23.92	98.39	1.71
FONDO		2.8	1.71	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESO TOTAL INICIAL (gr)		153.00
PESO DE LA FRICCION DE FINOS (gr)		150.00
PESO DE LA FRICCION FINA LAVADA (gr)		147.44
PESO DE BOLONERIA (gr)		0.00
PESO DE LA GRAVA (gr)		0.00
PESO DE ARENA + FINOS		150.00
% DE HUMEDAD		3.1
TAMANO MAXIMO		18
% DE GRAVA		0.0
% DE ARENA		99.3
% PASANTE N° 200		1.7
LL		0
L.P.		0
I.P.		0
CLASIFICACION SUELO		SP
CLASIFICACION AASHTO		A-3
U15	0.985	CU 1.88
U30	0.112	
U50	0.180	CC 0.83

% GRAVA + BOLONERIA	0.00	Gruesa	0.00
		Fina	0.00
% Arena	99.29	Gruesa	0.26
		Medio	0.91
% FINOS	1.71	Fina	97.32

CONDICIONES	Arena nel graduado
-------------	--------------------



S DE INGENIERIA VOBº
 Diego Jose Torres Rojas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
 serviciosdeingenieria.jcra@gmail.com
 jcraasaye@gmail.com

A.H LA PRIMAVERA 3 ETAPA - MZ 5 - LT03 - CASTILLA - PIURA
 CEL. 939249027 RUC: 10411459631



Proyecto :	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRABANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
------------	--

CLIENTE:	KEIVER LOMBA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO	NORTE:	042042
UBICACION:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	ESTE:	546885
FECHA:	AGOSTO 2021	COTA:	47
CALICATA:	C-2	PROFUNDIDAD:	0.00 - 2.00
OBJETO:	95% ARENA - 5% CENIZA	MUESTRA:	M-1

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 338.138)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
5"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
# 10	2.000	0.10	0.10	0.10	99.90
# 20	0.850	0.79	0.89	0.89	99.11
# 40	0.425	5.75	6.64	6.64	93.36
# 60	0.250	18.32	18.91	18.91	81.09
# 100	0.150	86.99	87.88	87.88	12.12
# 200	0.075	28.51	17.87	69.37	30.63
TOTAL		111.1	7.43	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL (MEDIO) (gr)	100.00		
PESO DE LA FRICCION DE FINOS (gr)	100.00		
PESO DE LA FRICCION FINA (gr)	100.00		
PESO DE LA GRAVA (gr)	0.00		
PESO DE ARENA + FINOS	100.00		
% DE HUMEDAD			
TAMAZO MAXIMO			
% DE GRAVA	0.00		
% DE ARENA	99.90		
% PASANTE N° 200	7.43		
LL	0		
LP	0		
IP	0		
CLASIFICACION SUCE	SP SM		
CLASIFICACION AASHTO	A-3		
CU	0.079	CU	2.25
UCS	0.114		
UCS	0.178	UC	0.83

% GRAVA + BOLONERIA	0.00	Grava	0.00
		Fina	0.00
% Arena	99.97	Grava	0.00
		Medio	0.00
% FINOS	7.43	Fina	0.00
		Fine	0.00

OBSERVACIONES	Arena mal graduada con limo
---------------	-----------------------------



Ing. Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293

Proyecto:	*ESTABILIZACION CON CENZAS DE CARBON PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PURA, 2021*		
-----------	--	--	--

CLIENTE:	KEVER LONGA SAavedra Y DIANA GARCIA POZO	NORTE:	920042
UBICACION:	A.A.H. CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PURA	ESTE:	545535
FECHA:	AGOSTO 2021	COTA:	47
CALCATA:	C-3	PROFUNDIDAD:	0.00 - 2.00
DEBENO:	80% ARENA - 10% CENIZA	MUESTRA:	M-1

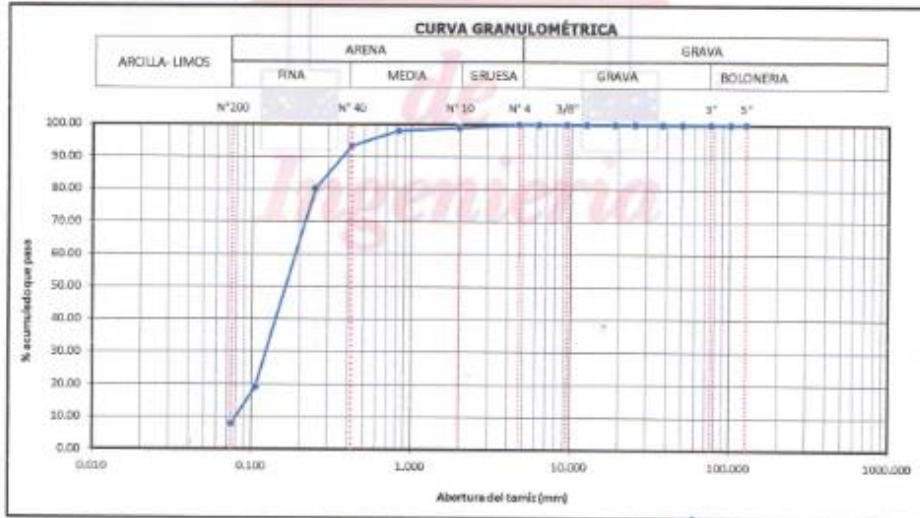
METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 200.128)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
5"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	1.49	0.88	0.00	99.91
20	0.850	1.40	0.87	1.98	98.04
40	0.425	6.94	4.83	6.89	93.11
60	0.250	19.79	13.98	19.77	80.23
100	0.150	91.45	64.37	65.74	34.26
200	0.075	17.57	11.26	81.12	18.74
PONDO		11.5	7.83	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL FICAL (g)	130.00		
PESO DE LA FRACCION DE FINOS (g)	130.00		
PESO DE LA FRACCION FINA LAVADA	135.18		
PESO DE BOLONERA (g)	0.00		
PESO DE LA GRAVA (g)	0.00		
PESO DE ARENA + FINOS	100.00		
% DE HUMEDAD			
TAMANO MAXIMO			
% DE GRAVA	0.0		
% DE ARENA	82.1		
% PASANTE N° 200	7.8		
LL	0		
LP	0		
IP	0		
CLASIFICACION SUCS	SP SM		
CLASIFICACION AASHTO	A-3		
D10	0.080	CU	2.36
D50	0.125		
D60	0.166	CC	1.01

% GRAVA + BOLONERA	0.00	Gruesa	0.00
		Fina	0.00
% Arena	82.12	Gruesa	0.30
		Medio	5.00
% FINOS	7.88	Fino	85.83

DESCRIPCIONES	Arena mal graduada con limo		
---------------	-----------------------------	--	--



Ing. Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257969

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.icrs@gmail.com
icriavasave@gmail.com

A.V. Primavera II ETAPA - M2 3 - LT 03 - CASTILLA - PURA
CEL. 938249027 RUC: 10411459631



Proyecto:	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
-----------	--

CLIENTE:	REFER LUNGA SANCHEZ Y DIANA SANCHEZ POZO	NORTE:	942842
UBICACIÓN:	A.H. CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	ESTE:	545985
FECHA:	AGOSTO 2021	COTA:	47
CALCATA:	C-2	PROFUNDIDAD:	EDE-2.00
OBREG:	85% ARENA - 15% CENIZA	MUESTRA:	M-1

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETICO
(NTP 538.128)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (g.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
5"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
# 10	2.000	1.55	1.48	1.48	98.52
# 20	0.850	2.63	1.76	3.23	96.77
# 40	0.420	9.40	8.27	11.56	88.44
# 60	0.250	19.95	13.39	22.90	77.00
# 100	0.150	79.94	33.23	76.03	23.97
# 200	0.075	20.50	13.87	89.89	10.11
FONDO		18.3	10.31	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MOJAL (gr)	151.93
PESO DE LA FRACCION DE FINOS (gr)	133.93
PESO DE LA FRACCION FINA LAVADA (gr)	134.34
PESO DE BOLONERIA (gr)	0.00
PESO DE LA GRAVA (gr)	0.00
PESO DE ARENA + FINOS	133.93
% DE HUMEDAD	
TAMANO MAXIMO	
% DE GRAVA	0.00
% DE ARENA	88.77
% PASANTE N° 200	10.11
LL	0
LP	0
IS	0
CLASIFICACION SUCS	SP-BM
CLASIFICACION AASHTO	A-3
D10	0.117
D50	0.117
D90	0.150

% GRAVA + BOLONERIA	0.00	Gruesa	0.00
		Fine	0.00
% Arena	88.44	Gruesa	1.48
		Medio	8.00
		Fine	80.12
% FINOS	10.11		

OBSERVACIONES	Arena mal graduada con limo
---------------	-----------------------------



Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257988



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

Proyecto:	* ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021 *
-----------	--

CLIENTE:	KIEVER LONGA SAavedra Y DIANA SANCHEZ POGO	NORTE:	942042
UBICACION:	A.A.H. CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	ESTE:	546685
FECHA:	AGOSTO 2021	COTA:	01
CALICATA:	C-1	PROFUNDIDAD:	0.15 - 2.00
		MUESTRA:	M-1

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 338.128)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (g.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)
3"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
6	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.10	0.1%	0.1%	99.9%
20	0.850	0.14	0.09	0.20	99.8%
40	0.420	0.45	0.30	0.50	99.5%
80	0.250	7.75	5.17	5.69	94.3%
140	0.100	167.49	71.82	77.51	22.4%
300	0.075	30.89	20.57	47.94	2.0%
FOLDO		3.1	2.09	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL (MCSAL) (g)			130.30
PESO DE LA FRACCION DE FINOS (g)			130.30
PESO DE LA FRACCION FINA LAVADA			146.87
PESO DE BOLONERIA (g)			3.28
PESO DE LA GRAVA (g)			0.0
PESO DE ARENA + FINOS			130.0
% DE HUMEDAD			2.4
TAMANO MAXIMO			12
% DE GRAVA			0.0
% DE ARENA			37.3
% PASANTE N° 200			3.1
L.L.			0
L.P.			0
L.P.			0
CLASIFICACION USCS			SP
CLASIFICACION AASHTO			A-3
D10	0.068	CU	1.90
D30	0.176		
D60	0.106	CC	0.94

% ARENA - 475 MICRAS	0.66	Gruesa	0.00
		Fina	0.00
% ARENA	97.91	Gruesa	0.13
		Medio	0.39
		Fina	97.33
% FINOS	2.09		

DESCRIPCION	Arena mal graduada		
-------------	--------------------	--	--



Diego Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.jcrs@gmail.com
jcrivasave@gmail.com

ZONA PRIMAVERA II ETAPA - MZ B - LT 03 - CASTILLA - PIURA
CEL. 938249027 RUC: 10411488031



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

Proyecto:	* ESTABILIZACION CON CENZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PURA, 2021 *
-----------	--

CLIENTE:	NEIVER LORCA SÁNCHEZ Y DIANA SÁNCHEZ POZO	NORTE:	9420042
UBICACIÓN:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PURA	ESTE:	545935
FECHA:	AGOSTO 2021	COTA:	51
CALCATA:	C-1	PROFUNDIDAD:	0.30 - 2.00
DISEÑO:	95% ARENA - 5% CENIZA	MUESTRA:	M-1

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 338.128)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
9"	125.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.20	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.50	0.06	0.76	99.24
20	0.850	0.70	0.92	0.57	99.43
40	0.420	1.71	1.94	1.71	98.29
60	0.250	5.65	3.77	5.48	94.52
100	0.150	106.04	78.66	78.17	23.83
200	0.075	29.10	18.40	95.67	4.42
FOFDO		6.5	4.43	100.00	

% GRAVA + BOLONERIA	0.00	Groesa	0.00
		Fina	0.00
% Arena	95.57	Groesa	0.35
		Medio	1.95
% FINOS	4.43	Fina	35.85

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL INICIAL (gr)	100.00
PESO DE LA FRICCION DE FINOS (gr)	100.00
PESO DE LA FRICCION FINA LAVADA	142.30
PESO DE BOLONERIA (gr)	0.00
PESO DE LA GRAVA (gr)	0.0
PESO DE ARENA + FINOS	100.0
% DE HUMEDAD	-
TAMANO MAXIMO	-
% DE GRAVA	0.0
% DE ARENA	95.0
% PASANTE N° 200	4.4
LL	0
L.P	0
U.P	0
CLASIFICACION SUES	SM
CLASIFICACION AASHTO	A-3
CU	1.08
UCS	0.114
CC	0.96

CONDICION	Arena mal graduada
-----------	--------------------



Diego Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



Proyecto:	* ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021 *
-----------	--

CLIENTE:	INVER LONGA SAavedra y DWA SANCHEZ P.O.20	MUNICIPIO:	920042
UBICACION:	A.H.H. CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	ESTADO:	50885
FECHA:	AGOSTO 2021	COTA:	51
CALCATA:	C-1	PROFUNDIDAD:	0.00 - 2.00
DISEÑO:	10% ARENA - 10% CENIZA	MUESTRA:	M-1

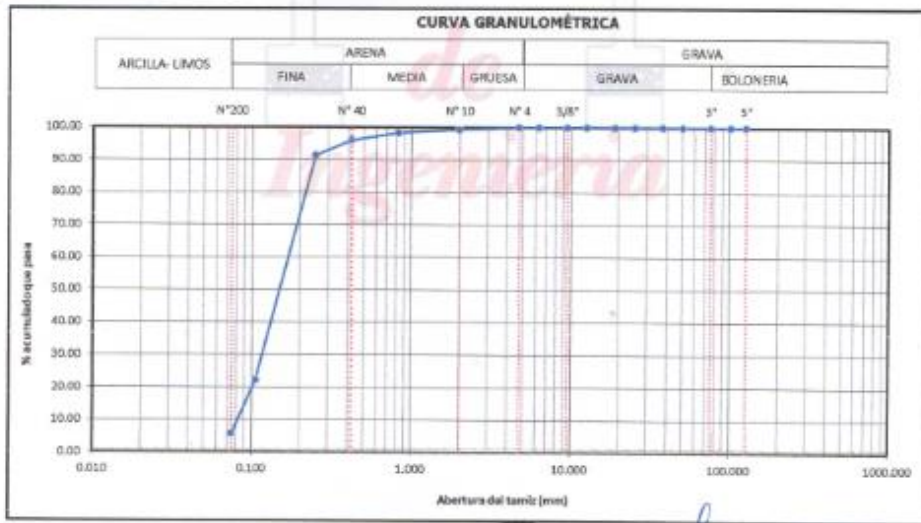
METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (N° 7 335.120)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (N)	QUE PASA (%)
2"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
6	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	1.21	0.00	0.00	99.79
20	0.850	1.54	1.00	1.70	98.30
40	0.425	3.38	2.25	3.85	96.05
60	0.250	6.95	4.83	8.55	91.41
100	0.150	103.62	69.08	77.87	22.32
200	0.075	24.87	16.58	94.25	5.79
FONDO		8.8	5.75	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
PESO TOTAL INICIAL (gr)	150.00		
PESO DE LA FRICCIÓN DE FINOS (gr)	150.00		
PESO DE LA FRICCIÓN FINA LAVADA	141.37		
PESO DE BOLONERIA (gr)	0.00		
PESO DE LA GRAVA (gr)	0.0		
PESO DE ARENA + FINOS	150.0		
% DE HUMEDAD	-		
TAMANO MAXIMO	-		
% DE GRAVA	0.0		
% DE ARENA	94.2		
% PASANTE N° 200	5.8		
L.L.	0		
L.P.	0		
I.P.	0		
CLASIFICACION SUCS	SP SM		
CLASIFICACION AASHTO	A-5		
D10	0.082	CU	2.07
D30	0.117		
D60	0.184	CC	0.08

% GRAVA + BOLONERIA	0.00	Gruesa	0.00
		Fina	0.00
% ARENA	94.25	Gruesa	0.00
		Medio	5.20
		Fine	96.20
% FINOS	5.75		

REMARKS:	Arene mel gradada con fino
----------	----------------------------



VºBº

 Dr. Jose Torres Rivas

 INGENIERO CIVIL

 Reg. CIP 257989



S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

Proyecto:	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
-----------	--

CLIENTE:	RENED LONZA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ PUZO	NORTE:	942602
UBICACIÓN:	A.H.HI CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	ESTE:	942659
FECHA:	AGOSTO 2021	SUR:	51
CALICATA:	C-1	PROFUNDIDAD:	0.90 - 2.00
DIRECC:	85% ARENA - 15% CENIZA	MUESTRA:	M-1

METODO DE ENSAYO PARA EL ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
5"	127.000	0.00	0.00	0.00	100.00
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	18.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	1.32	0.31	0.31	99.69
20	0.850	1.96	1.31	2.12	97.88
40	0.425	4.30	3.09	5.12	94.88
60	0.250	7.61	5.21	10.33	89.67
100	0.150	104.09	89.28	79.72	20.28
200	0.075	19.30	13.27	66.45	7.51
PORCDO		92.5	7.31	100.00	

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL INICIAL (gr)	150.00
PESO DE LA FRACCION DE FINOS (gr)	150.00
PESO DE LA FRACCION FINA (LAVERE) (gr)	134.69
PESO DE BOLONERIA (gr)	0.00
PESO DE LA GRAVA (gr)	9.99
PESO DE ARENA + FINOS	150.00
% DE HUMEDAD	-
TAMANO MAXIMO	-
% DE GRAVA	6.66
% DE ARENA	83.00
% PASANTE N° 200	7.51
LL	0
LP	0
IP	0
CLASIFICACION SUCE	SP SM
CLASIFICACION AASHTO	A-3
D12	0.001
D30	0.120
D60	0.175
CC	1.02

% GRAVA + BOLONERIA	6.66	Gruesa	0.00
		Fina	0.00
% Arena	83.00	Gruesa	0.31
		Medea	4.33
% FINOS	7.51	Fine	87.37

RECOMENDACIONES	Area mal graduada con 8%
-----------------	--------------------------



Diego Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

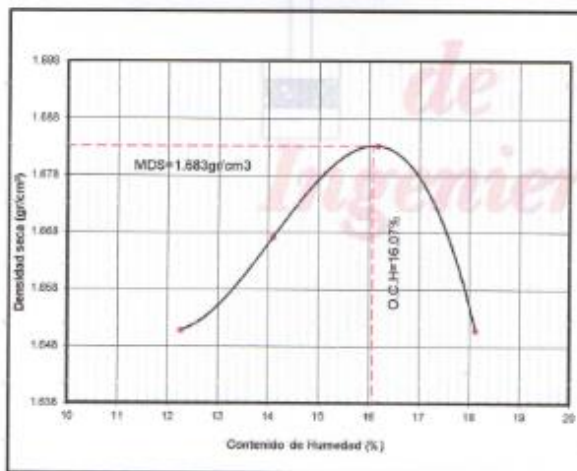


Proyecto:	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
Solicitante:	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³)
(NTP 339.141)

Ubicación:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA
Calicarta:	C-1
Material:	ARENA
Fecha:	SEPTIEMBRE 2021

Nº de capas	5	Altura de caída plást.: 45.7 cm				Peso de plást. (kg): 4.534				Molde:	A
Energía de Compact. Modificada:		27.7 kg cm / cm ³				Número de golpes/capa: 25/5				Plást. Manual:	A
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3364			3440				3460	
2	Peso de Molde	gr	1850			1850				1850	
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1744			1790				1835	
4	Volumen del Molde	cm ³	941			941				941	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.853			1.902				1.955	
6	Relojerie N°		A-4	A-65	A-36	A-40	A-45	A-10	A-152	A-150	
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	338.0	454.0	370.6	393.9	395.8	384.6	378.3	369.1	
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	357.2	406.3	358.1	326.0	325.3	324.5	320.0	317.4	
9	Peso del Agua	gr	40.8	45.5	42.5	42.4	50.0	50.1	61.8	51.2	
10	Peso de Tara	gr	25.8	36.5	25.2	26.7	25.1	25.7	37.7	36.0	
11	Peso de Suelo Seco	gr	321.4	372.9	325.0	299.8	310.7	308.8	288.6	279.9	
12	Contenido de Humedad	%	12.3	12.2	14.0	14.1	16.1	16.2	18.0	18.3	
13	Promedio de Humedad	%	12.3		14.1		16.2		18.1		
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.651		1.667		1.663		1.651		
15	Cantidad de Agua	cm ³	270		222		265		214		



Procedimiento utilizado : A
Método de Preparación utilizado : Húmedo
Máxima densidad seca : 1.683 g/cm³
Óptimo contenido de humedad : 16.07 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
Material proporcionado por el solicitante.



Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

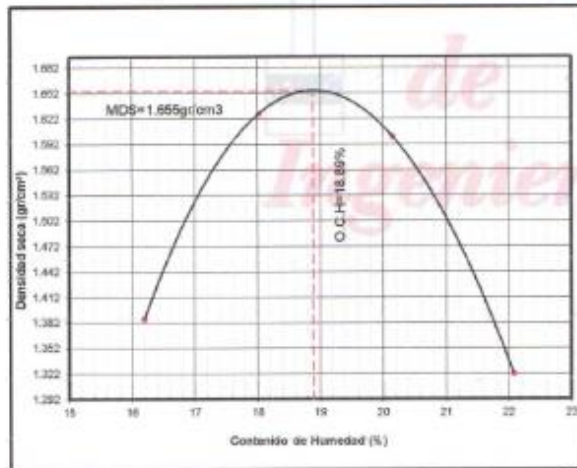
S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 001 14293.

Proyecto	"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
Solicitante	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³) (NTP 338.141)

Ubicación:	AA HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	
Calicata:	C-1	
Diseño:	98% ARENA + 5% CENIZA	Fecha: SEPTIEMBRE 2021

Nº de capas	δ	Altura de cada pión: 45.7 cm		Peso de pión (kg): 4.634		Molde: A				
Energía de Compact. Modificada		27.7 kg.cm / cm ³		Número de golpes/capa: 25/5		Pión Manual: A				
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3315	3812	3814	3318				
2	Peso de Molde	gr	1775	1775	1775	1775				
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1540	1637	1638	1543				
4	Volumen del Molde	cm ³	950	950	950	950				
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.611	1.922	1.624	1.614				
6	Respiente N°		A-4	V-2	B-8	R-1	A-7	D-1	K-10	A-1
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	277.8	308.4	356.7	343.8	288.3	345.8	208.8	234.2
8	Peso del cueto seco + Tara	gr	264.7	288.9	328.1	297.1	287.1	294.5	178.5	188.9
9	Peso del Agua	gr	33.2	37.5	48.8	46.8	42.2	51.3	30.4	35.3
10	Peso de Tara	gr	38.7	38.3	37.8	38.2	39.1	38.3	39.0	38.3
11	Peso de Suelo Seco	gr	208.0	230.6	270.3	258.9	208.0	256.1	137.5	100.6
12	Contenido de Humedad	%	18.1	18.3	18.0	18.1	20.3	20.0	22.1	22.0
13	Procedido de Humedad	%		16.2		18.0		20.2		22.1
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.380		1.828		1.601		1.322	
15	Cantidad de Agua	cm ³	308		414		400		506	



Procedimiento utilizado : A
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 1.655 gr/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 18.89 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
 Material proporcionado por el solicitante.



[Signature]
 Diego Jose Torres Rivas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

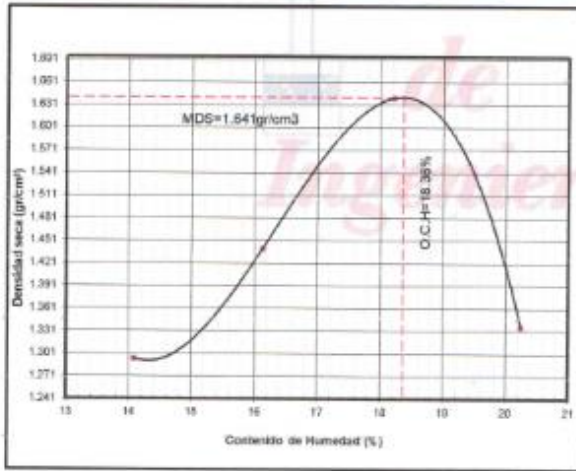
S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

Proyecto:	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
Solicitante:	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³)
(NTP 338.141)

Ubicación:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA
Calicata:	C-1
Diseño:	90% ARENA + 10% CENIZA
Fecha: SEPTIEMBRE 2021	

Nº de capas	5	altura de cada pisa				45.7	cm	Peso de pisa: (kg)	4.534	Molde:	A
Energía de Compact. Modificada		27.7					kg.cm / cm ³			26/5	Plán Mensual
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3197				3374		3628		3311
2	Peso de Molde	gr	1776				1775		1775		1775
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1412				1599		1853		1536
4	Volumen del Molde	cm ³	950				950		950		950
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.477				1.673		1.939		1.607
6	Resistente Nº		R-11	E-5	M-130	K-5	C-6	V-7	M-30	R-02	
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	292.9	282.1	219.1	218.8	284.1	222.4	338.7	379.6	
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	228.4	252.1	184.1	192.9	249.3	199.1	284.1	322.0	
9	Peso del Agua	gr	28.5	30.0	25.0	25.8	38.0	26.3	49.6	57.6	
10	Peso de Tara	gr	38.6	38.4	38.5	39.8	37.9	38.4	38.6	38.5	
11	Peso de Suelo Seco	gr	187.5	213.7	155.6	153.7	208.2	155.7	245.5	283.5	
12	Contenido de Humedad	%	14.1	14.1	16.1	16.2	16.2	16.2	20.2	20.3	
13	Promedio de Humedad	%		14.1		16.1		16.2		20.2	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³		1.356		1.440		1.640		1.939	
15	Cantidad de Agua	cm ³		66		56		414		460	



Procedimiento utilizado: A
Método de Preparación utilizado: Húmedo
Máxima densidad seca: 1.641 gr/cm³
Óptimo contenido de humedad: 16.36 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
Material proporcionado por el solicitante.



Diego José Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.jcrs@gmail.com
jcrivasve@gmail.com

A.H. LA PRIMAVERA II ETAPA - MZ B - LT 03 - CASTILLA - PIURA
CEL. 938249027 RUC: 10411459631

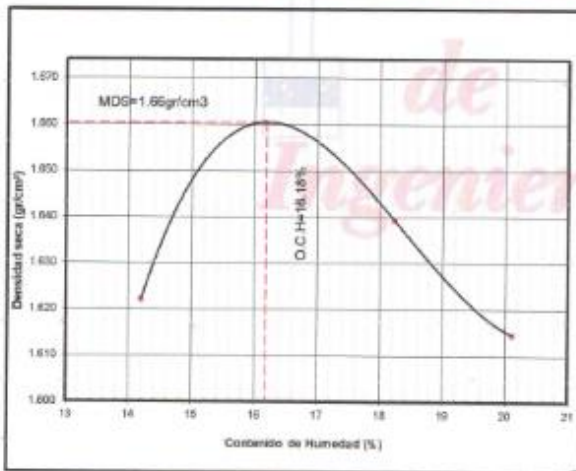


Proyecto	*ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PUNTA, 2021*
Solicitante	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³) (NTP 338.141)

Ubicación :	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA
Calicata :	C-1
Diseño :	85% ARENA + 15% CENIZA
Fecha: SEPTIEMBRE 2021	

Nº de capas	5	Altura de cada paño:		45.7	cm	Peso de paño (kg)		4.534	Moide:		A
Energía de Compact. Modificada		27.7		kg.cm / cm ³		Número de golpes/capa		250	Paño Manual:		A
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3548			3619		3629			3629
2	Peso de Moide	gr	1775			1775		1775			1775
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1771			1844		1853			1854
4	Volumen del Moide	cm ³	956			956		956			956
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.853			1.929		1.936			1.939
6	Recipiente N°		B-4	D-3	E-7	E-10	E-1	E-2	M-70	D-60	
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	220.4	240.1	292.0	304.5	295.9	295.4	320.9	323.5	
8	Peso sin Suelo Seco + Tara	gr	197.8	215.2	259.7	275.9	284.8	221.9	277.9	275.9	
9	Peso del Agua	gr	22.8	24.9	35.3	28.5	30.8	33.5	48.2	47.7	
10	Peso de Tara	gr	38.5	36.9	39.0	46.2	37.7	37.5	38.2	36.9	
11	Peso de Suelo Seco	gr	159.2	178.6	216.9	177.7	187.1	156.4	239.0	237.2	
12	Contenido de Humedad	%	14.3	14.1	16.3	16.1	18.3	18.2	20.1	20.1	
13	Promedio de Humedad	%		14.2		16.2		18.2		20.1	
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³		1.922		1.860		1.690		1.816	
15	Cantidad de Agua	cm ³		222		190		414		462	



Procedimiento utilizado : A
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 1.936 gr/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 16.18 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
 Material proporcionado por el solicitante.



Diego José Torres Rojas
 DIEGO JOSÉ TORRES ROJAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

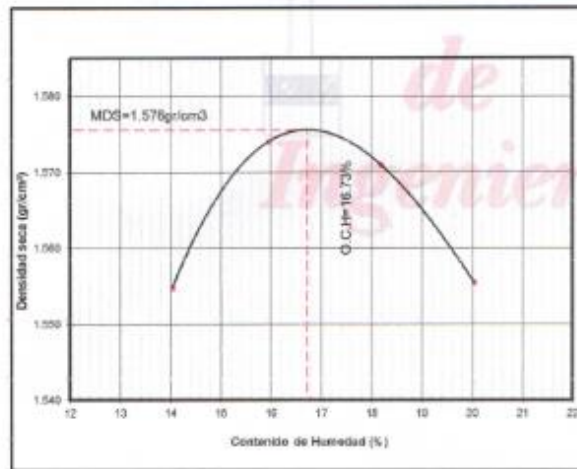


Proyecto	"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA"
Solicitante	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³) (NTP 559.141)

Ubicación:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA	Fecha:	SEPTIEMBRE 2021
Calicata:	C-2		
Diseño:	ARENIA		

Nº de capas	5	Altura de cada pisa	45.7	cm	Peso de pisa	4.534	kg	Moide	A	
Energía de Compact. Modificada		27.7		kg cm / cm ³				Número de golpes/capa	256	
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3470		3520		3520		3520	
2	Peso de Molde	gr	1775		1775		1775		1775	
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1695		1745		1775		1785	
4	Volumen del Molde	cm ³	956		956		956		956	
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.773		1.829		1.857		1.867	
6	Respiante N°		M-50	E-3	O-2	V-1	C-8	A-5	C-2	D-4
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	319.1	312.5	265.2	244.8	334.6	341.8	288.4	270.1
8	Peso del Cuero seco + Tara	gr	284.2	279.9	252.1	210.9	280.1	296.7	255.2	231.4
9	Peso del Agua	gr	34.9	32.6	13.1	33.9	54.5	45.1	33.2	38.7
10	Peso de Tara	gr	37.8	36.4	36.8	37.9	38.5	37.3	36.0	36.6
11	Peso de Suelo Seco	gr	246.5	240.6	213.3	176.5	250.6	257.5	216.2	192.8
12	Contenido de Humedad	%	14.1	14.0	16.0	15.9	19.1	16.3	20.0	20.1
13	Promedio de Humedad	%		14.0		16.0		16.2		20.0
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³		1.555		1.574		1.571		1.556
15	Cantidad de Agua	cm ³		362		365		414		466



Procedimiento utilizado : A
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 1.576 gr/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 16.73 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
 Material proporcionado por el solicitante.



Jose Torres Rivas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

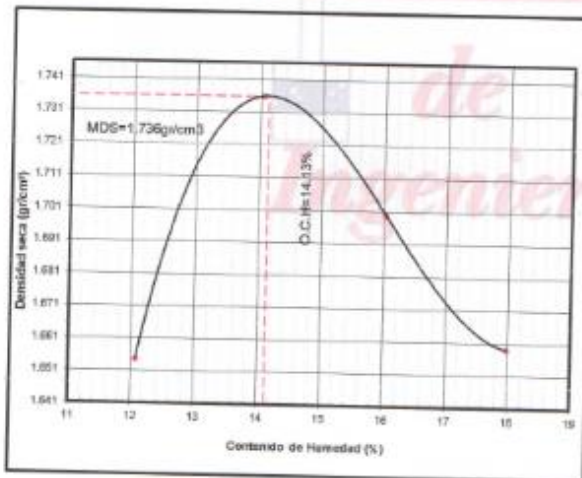


Proyecto:	"ESTABILIZACION CON CENZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
Solicitante:	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - mm³)
(NTP 339,141)

Ubicación:	AAJH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA
Calicata:	C-2
Diseño:	95% ARENA + 5% CENIZA
Fecha: SEPTIEMBRE 2021	

Nº de capas	8	Altura de caída pistón	45.7	cm	Peso de pistón (kg)	4.534	Molde	A		
Energía de Compact. Modificada		27.7		kg.cm / cm ³						
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3384		3602					
2	Peso de Molde	gr	1650		1630	3495		3481		
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1745		1665			1639		
4	Volumen del Molde	cm ³	941		941	1800		1842		
5	Densidad Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.854		1.880	1.972		1.957		
6	Respecto N°		R-12	K-5	M-9	L-30	B-6	A-1		
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	311.0	324.5	282.0	244.5	332.8	330.5	284.3	280.7
8	Peso sin Suelo Seco + Tara	gr	281.0	290.5	251.5	210.1	282.1	287.7	246.9	251.4
9	Peso de Agua	gr	28.4	31.0	30.1	25.4	40.7	41.7	37.4	38.9
10	Peso de Tara	gr	37.1	38.2	38.3	37.7	38.1	37.4	35.6	36.0
11	Peso de Suelo Seco	gr	244.5	255.3	213.6	181.4	254.0	250.3	209.1	212.8
12	Contenido de Humedad	%	12.0	12.1	14.1	14.0	16.0	16.0	18.0	18.0
13	Procedo de Humedad	%		12.1		14.1		16.0		18.0
14	Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³		1.856		1.736		1.700		1.658
15	Cantidad de Agua	cm ³		278		322		360		414



Procedimiento utilizado : A
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 108.37 at/m³
 Óptimo contenido de humedad : 1.736 gr/cm³
 : 14.13 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
 Material proporcionado por el solicitante.



fa
 Dr. José Torres Rojas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257969

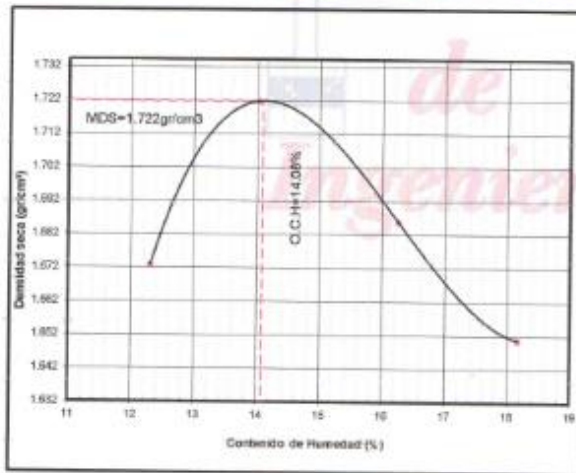


Proyecto	"ESTABILIZACION CON CENZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
Solicitante	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN · m/m³) (NTP 339.141)

Ubicación:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA
Calicata:	C-2
Diseño:	90% ARENA + 10% CENIZA
Fecha:	SEPTIEMBRE 2021

Nº de capa	5	Altura de cada pisón	45.7	cm	Peso de pisón (kg)	4.534	Molde	A		
Energía de Compact. Modificada		27.7		kg cm / cm ³	Número de golpes/capa	25/5	Pisón Manual	A		
1	Peso mojado + Suelo Húmedo	gr	3435		3513		3510	3501		
2	Peso de Molde	gr	1952		1952		1952	1952		
3	Peso suelo húmedo Compactado	gr	1791		1991		1959	1949		
4	Volumen del Molde	cm ³	948		948		948	948		
5	Densidad Suelo húmedo	g/cm ³	1.879		1.993		1.990	1.950		
6	Respiante N°		E-5	A-2	V-8	M-80	D-90	E-2		
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	235.7	225.5	248.3	240.8	251.9	254.0	247.1	246.8
8	Peso del Suelo seco + Tara	gr	214.3	204.6	222.9	215.6	222.1	223.7	214.9	214.9
9	Peso del Agua	gr	21.4	20.7	25.4	25.0	29.8	30.3	32.2	31.9
10	Peso de Tara	gr	38.4	38.4	40.9	38.4	38.7	37.5	38.5	38.5
11	Peso de Suelo Seco	gr	176.0	166.4	182.0	177.0	183.4	186.2	176.4	176.4
12	Contenido de Humedad	%	12.2	12.4	14.0	14.1	16.3	16.3	18.2	18.1
13	Promedio de Humedad	%		12.3		14.0		16.3		18.2
14	Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.873		1.722		1.889		1.851	
15	Contenido de Agua	cm ³	276		322		380		416	



Procedimiento utilizado : A
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 1.722 g/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 14.08 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
 Material proporcionado por el solicitante.



[Signature]
 Digno José Torres Rivas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

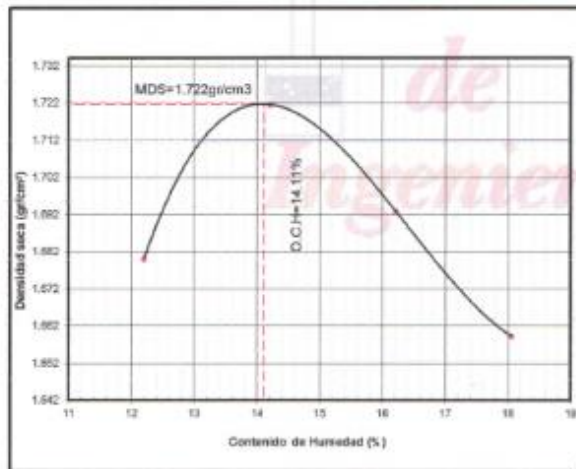


Proyecto	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"
Solicitante	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2,700 KN - m/m³) (NTP 339.141)

Ubicación:	AA.HH CIUDAD DEL NIÑO - CASTILLA - PIURA
Calicata:	C-2
Diseño:	85% ARENA + 15% CENIZA
Fecha:	SEPTIEMBRE 2021

Nº de capas	5	Altura de cada piñón	45.7	cm	Peso de piñón (kg)	4.534	Moide	A		
Energía de Compact. Modificada		27.7	kg cm / cm ³		Número de golpes/capa	255	Práctic Manual	A		
1	Peso molde + Suelo Húmedo	gr	3430		3618	3517		3509		
2	Peso de Molde	gr	1652		1652	1652		1652		
3	Peso suelo Húmedo Compactado	gr	1787		1966	1865		1857		
4	Volumen del Molde	cm ³	948		948	948		948		
5	Densidad Suelo Húmedo	g/cm ³	1.895		1.956	1.967		1.959		
6	Resistente N°		R-19	D-5	E-7	A-6	K-102	B-17	A-26	K-17
7	Peso del Suelo Húmedo + Tara	gr	288.0	224.5	219.7	254.5	188.2	204.0	242.8	259.3
8	Peso del Suelo Seco + Tara	gr	241.6	203.9	194.4	228.5	167.3	181.0	211.4	225.5
9	Peso del Agua	gr	24.4	20.4	22.3	27.0	20.9	23.0	31.2	33.8
10	Peso de Tara	gr	39.1	38.7	39.0	37.9	38.2	35.3	35.4	35.7
11	Peso de Suelo Seco	gr	202.5	165.2	155.4	191.6	128.1	142.8	173.0	189.8
12	Cambio de Humedad	%	12.1	12.3	14.3	14.1	16.3	16.1	18.0	18.1
13	Promedio de Humedad	%		12.2		14.2		16.2		18.1
14	Densidad del Suelo Seco	g/cm ³		1.680		1.722		1.693		1.859
15	Cantidad de Agua	cm ³		276		222		366		414



Procedimiento utilizado : A
 Método de Preparación utilizado : Húmedo
 Máxima densidad seca : 1.722 g/cm³
 Óptimo contenido de humedad : 14.11 %

Observaciones: Ensayo efectuado al material en estado natural.
 Material proporcionado por el solicitante.



Jose Torres Rojas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD		FECHA: SETIEMBRE 2021	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)				PÁGINA: 1 de 2	
NOMBRE DEL PROYECTO: 'ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021'				COD. MUESTRA: -	
SOLICITA: KENNER LONGA SAavedra Y DIANA SANCHEZ POZO		MORTE (m): 5426042		FECHA: SETIEMBRE 2021	
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		ESTE (m): 54585		TIPO DE C-1	
PROCEDENCIA: AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO		COTA (m.a.n.m.):		MUESTRA	
UBICACION: AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO-PIURA		TRAMO:		PROFUNDIDAD(m) 2	

N° DE CAJAS		5 CAPAS			
N° DE MOLDE		P-1		P-9	
N° DE GOLPES		55		26	
PESO DEL MOLDE+SUELO HUMEDO (gr)		8688		8596	
PESO DEL MOLDE (gr)		4404		4401	
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)		4284		3990	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)		2141		2129	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)		1.978		1.879	
HUMEDAD (%)		16.96		17.05	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		1.691		1.521	

Fecha	Hora de inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
		96.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

PENETRACION														
Proceso Analógico														
Penetración (pulg.)	TIEMPO	CARGA ESTD. (lb./pulg²)	CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA	
			Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%
0.000					0.000			0.000						0.000
0.025	30"		85.00		61.5		45.00		32.7		25.00		18.2	
0.050	1'		152.00		109.6		119.00		83.7		56.00		40.7	
0.075	1'30"		215.00		156.4		156.00		113.5		86.00		62.6	
0.100	2'	1,000	320.00		232.8		219.00		156.4		119.00		83.7	
0.150	3'		486.00		353.6		350.00		254.7		216.00		157.2	
0.200	4'	1,500	610.00		443.9		468.00		340.5		276.00		200.9	
0.250	5'		750.00		545.7		560.00		407.5		306.00		220.9	
0.300	6'	1,900	860.00		625.6		620.00		451.1		420.00		305.6	
0.350	7'													
0.400	8'	2,300												
0.450	9'													
0.500	10'	2,600												

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 50,000 Lbs. SOBRECARGA : 50 Lbs. CONSTANTE : Y = 23.343 + 2.02 (X)

Ingenieria



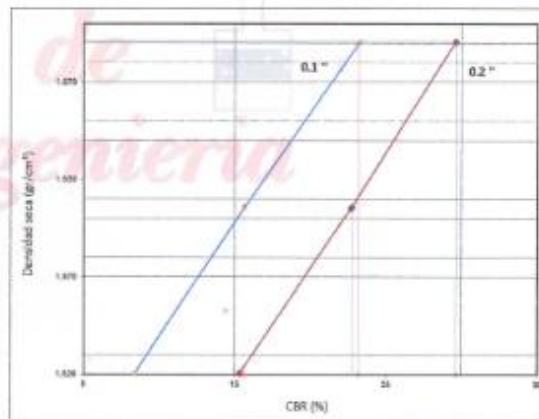
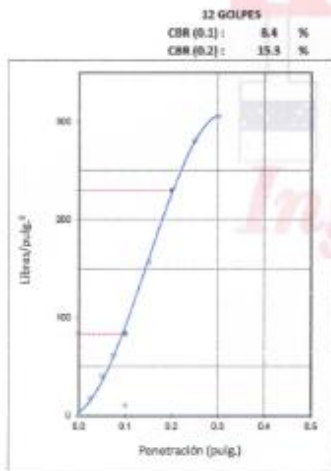
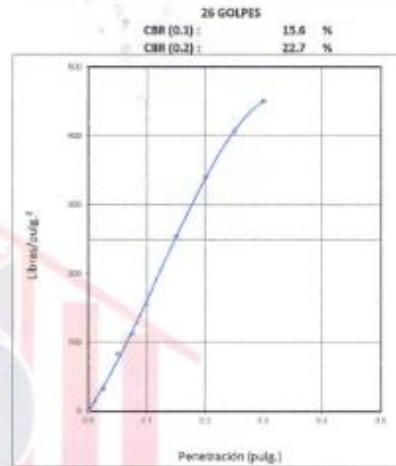
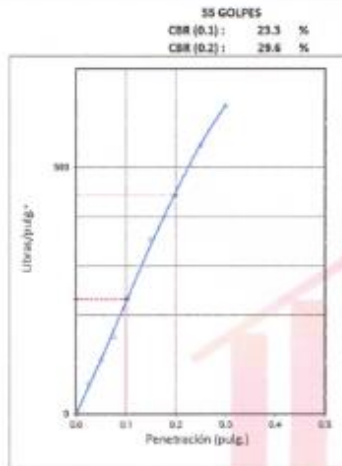
Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MELANILLA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SIELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC 1132)			
NOMBRE DEL PROYECTO:		"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"	
SUBCITA:		ESTER LONGA SALVEIRA Y DIANA SANCHEZ POZO	
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		-	
PROCEDENCIA:		-	
UBICACION:		AAJH, CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	
REVISOR:		-	
FECHA:		SEPTIEMBRE 2021	
PÁGINA:		2 DE 2	
COD. MUESTRA:		-	
CORRELATIVO:		-	
FECHA:		SEPTIEMBRE 2021	
TIPO DE MUESTRA:		C - 1	
PROFUNDIDAD(m):		-	



DENSIDAD SECA 1.683 gr/cm³
 HUMEDAD OPT. 16.07%

CBR (0.1) al 95 % : 35.00 %
 CBR (0.1) al 100 % : 35.20 %

CBR (0.2) al 95 % : 22.8 %
 CBR (0.2) al 100 % : 28.65 %



Diego José Torres Rojas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257969

AGOSTO DEL 2021
 serviciosdeingenieria.jcrs@gmail.com
 jcrsasave@gmail.com

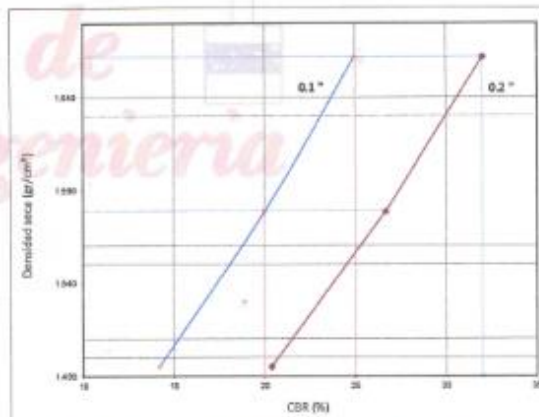
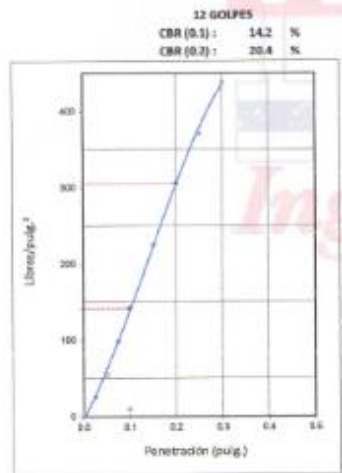
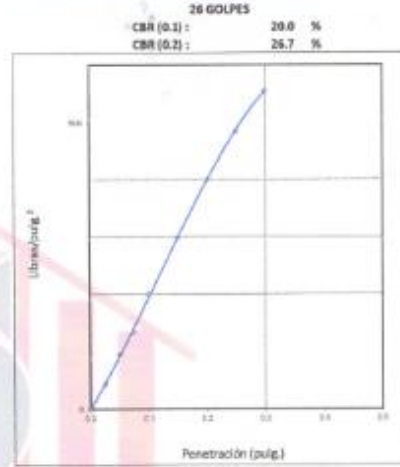
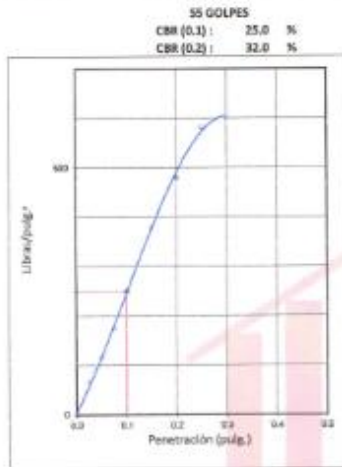
A.H LA PRIMA ETAPA - ME S - LT 03 - CASTILLA-PIURA
 CEL. 936249027 RUC: 10411459631



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC 6.152)		REVISIÓN:	-
NOMBRE DEL PROYECTO:		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBGRANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PURA, 2021"		PÁGINA:	2 DE 2
SOLICITA:		COD. MUESTRA:	-
"KEVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO"		CORRELATIVO:	-
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
"AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO"		TIPO DE MUESTRA:	SONARINA + CINCEZA
PROCEDENCIA:		TRAMO:	-
"AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO-PURA"		PROFUNDIDAD(m):	-



DENSIDAD SECA 1.655 gr/cm³
HUMEDAD OPT. 18.89%

CBR (0.1) al 95 % : 20.00 %
CBR (0.1) al 100 % : 25.00 %

CBR (0.2) al 95 % : 26.7 %
CBR (0.2) al 100 % : 32.00 %



for
Diego Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257988

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.lcrs@gmail.com
lcrivesave@gmail.com

A.H.LA PRIMAVERA II ETAPA - MZ 5 - LT 03 - CASTILLA - PURA
CEL. 938249027 RUC: 10411459631



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
		PÁGINA:	1 de 2
		COD. MUESTRA:	-
NOMBRE DEL PROYECTO:		COD. MUESTRA:	-
		CORRELATIVO:	-
SOCIETA:	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ PUSO	NORTE (m):	-
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:	-	ESTE (m):	-
PROCEDENCIA:	AA-HH. CIUDAD DEL NIÑO	COTA (m.a.s.n.):	-
UBICACIÓN:	AA-HH. CIUDAD DEL NIÑO-PURSA	TRAMO:	-
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
		TIPO DE MUESTRA:	SONARENA + JONCENZA
		PROFUNDIDAD(m)	-

N° DE CAPAS	1 CAPAS			
	P-6		P-8	
N° DE MOLDE	35		26	
N° DE GOLPES	55		12	
PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (gr)	8613	8554	8142	
PESO DEL MOLDE (gr)	4404	4606	4401	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4211	3948	3741	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2145	2125	2123	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	1.963	1.859	1.762	
HUMEDAD %	18.36	18.86	19.05	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.645	1.563	1.480	

Fecha	Hora de Inicio/Fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	EXPANSION								
				Expansión		Lectura del Dial		Expansión		Lectura del Dial		
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
			0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0
		16.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

Penetración (in/g)	TIEMPO	CARGA ESTD. (lb./pulg²)	PENETRACION Prensa Análoga											
			CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA	
			Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%
0.030			90.00		85.5		79.00		53.1		40.00		26.1	
0.025	30"		194.00		141.2		150.00		109.1		94.00		66.4	
0.075	1'30"		310.00		225.6		240.00		174.6		154.00		112.1	
0.100	2'	1,000	386.00		280.9		305.00		221.9		215.00		156.4	
0.150	3'		560.00		407.5		460.00		334.7		328.00		238.7	
0.200	4'	1,500	745.00		542.1		608.00		442.4		418.00		304.2	
0.250	5'		935.00		680.4		762.00		554.5		518.00		376.9	
0.300	6'	1,900	1050.00		764.0		890.00		647.6		622.00		452.6	
0.350	7'													
0.400	8'	2,300												
0.450	9'													
0.500	10'	2,600												

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 10,000 Lbs SOBRECARGA : 10 Lbs CONSTANTE : Y = 23.843 - 2.02 (X)

Ingeniería



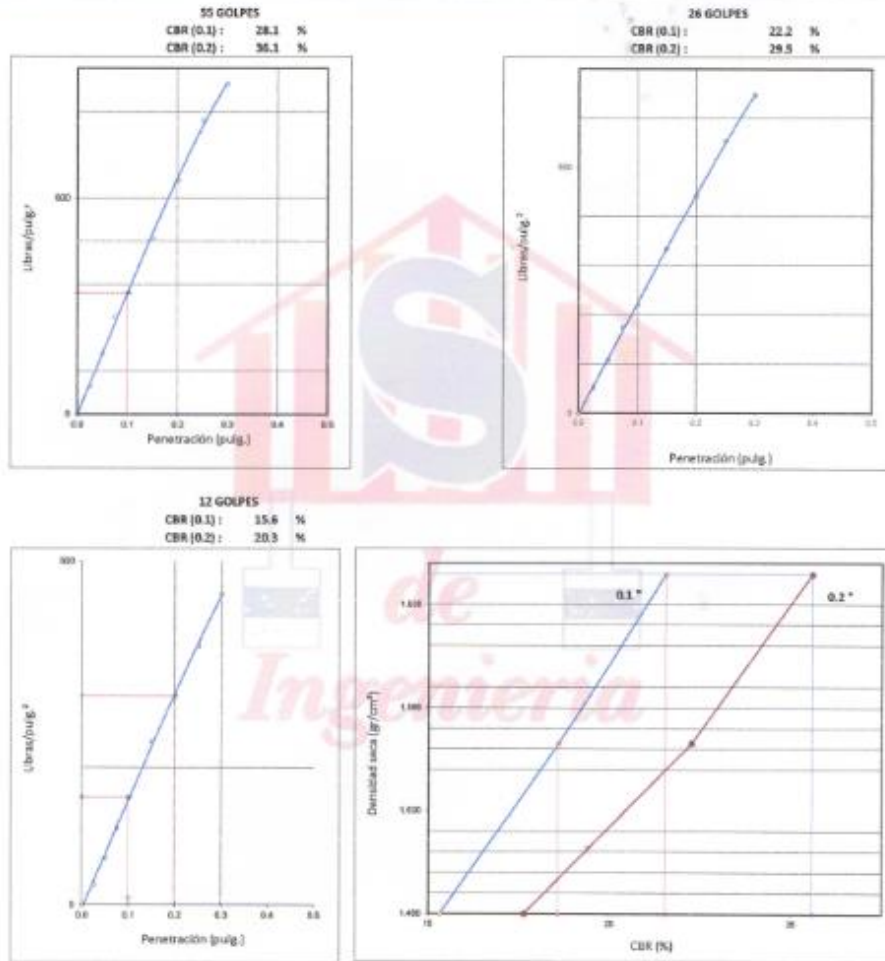
Diego José Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E332)			
NOMBRE DEL PROYECTO:		"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"	
SOLICITA:		SERVICIO TECNICO SAavedra Y Diana Sanchez Pozo	
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		-	
PROCEDENCIA:		AA-HH CIUDAD DEL NIÑO	
UBICACIÓN:		AA-HH CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	
NORTE (m):		-	
ESTE (m):		-	
COTA (m.a.s.n.m.):		-	
TRAMO:		-	
REVISOR:		-	
FECHA:		SEPTIEMBRE 2021	
PÁGINA:		2 de 2	
COD. MUESTRA:		-	
CORRELATIVO:		-	
FECHA:		SEPTIEMBRE 2021	
TIPO DE MUESTRA:		BOMBALEA + 10% CENIZA	
PROFUNDIDAD(m):		-	



DENSIDAD SECA 1.641 gr/cm³
 HUMEDAD OPT. 18.36%

CBR (0.1) al 95 % : 22.15 %
 CBR (0.1) al 100 % : 28.09 %

CBR (0.2) al 95 % : 20.5 %
 CBR (0.2) al 100 % : 35.56 %



Diego José Torres Rojas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.jcrs@gmail.com
jcrivasave@gmail.com

A.H LA PRIMAVERA II ETAPA - MG 5 - LT 03 - CASTILLA-PIURA
 Cel. 936249027 RUC: 10411458631



S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

	REGISTRO	CONTROL DE CALIDAD	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021	
	MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)		PÁGINA:	1 de 2	
NOMBRE DEL PROYECTO:	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		COD. MUESTRA:	-	
SOLICITA:	KEVER LONGA SALVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO	ADORTE (m):	-	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:	-	ESTE (m):	-	TIPO DE MUESTRA:	ESTADISTICA +
PROCEDENCIA:	AA-HH CIUDAD DEL NIÑO	CDTA (m.a.n.m.):	-	MUESTRA:	15% CENIZA
UBICACION:	AA-HH CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	TRAMO:	-	PROFUNDIDAD (m):	-

N° DE CAPAS	P-15		P-17		P-19	
	N° DE MOLDE	N° DE SÓLIDOS	N° DE MOLDE	N° DE SÓLIDOS	N° DE MOLDE	N° DE SÓLIDOS
PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (gr)	8605		8516		8196	
PESO DEL MOLDE (gr)	4405		4600		4404	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4201		3916		3792	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2144		2120		2125	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.959		1.847		1.761	
HUMEDAD (%)	17.86		16.99		17.77	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.662		1.579		1.495	

Fecha	Hora de Inicio/Fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Expansión		Lectura del Dial	Expansión		
				mm	%	mm	%		mm	%	
		0.0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
		36.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

Penetración (pulg.)	TIEMPO	CARGA ESTD. (lb./pulg ²)	CARGA				CORREGIDA				CARGA				CORREGIDA			
			Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%
0.000			102.00		74.2		72.00		52.4		55.00		40.0		40.0		40.0	
0.025	30"		212.00		154.3		153.00		111.3		118.00		82.2		82.2		82.2	
0.050	1'		312.00		227.0		213.00		155.0		178.00		129.5		129.5		129.5	
0.075	1'30"		412.00		299.8		323.00		235.0		218.00		158.6		158.6		158.6	
0.100	2'	1,000	588.00		425.7		470.00		342.0		319.00		232.1		232.1		232.1	
0.150	3'	1,500	740.00		540.6		613.00		446.0		448.00		322.9		322.9		322.9	
0.200	4'	2,000	955.00		694.9		755.00		549.4		555.00		403.8		403.8		403.8	
0.250	5'	2,500	1055.00		767.7		880.00		625.8		620.00		451.1		451.1		451.1	
0.300	6'	3,000																
0.350	7'																	
0.400	8'	2,300																
0.450	9'																	
0.500	10'	2,800																

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 10,000 lbs. SOBRECARGA : 10 lbs. CONSTANTE : Y = 23.343 + 2.02 (x)

Ingeniería



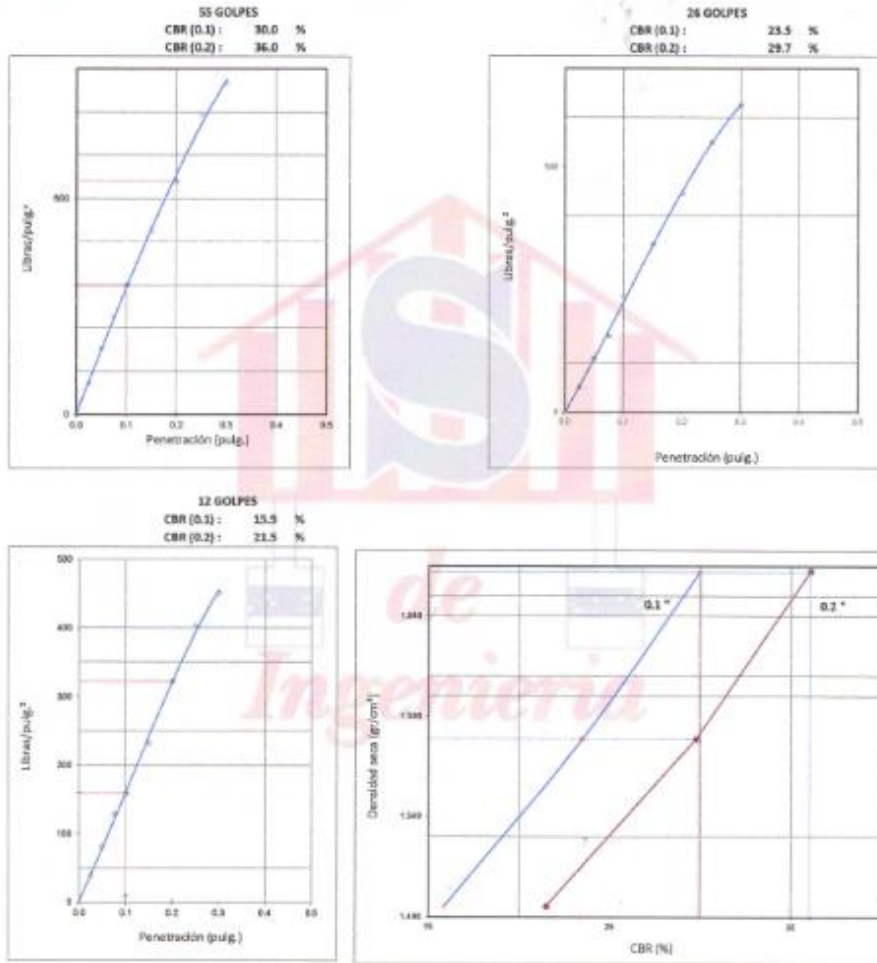
Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

	REGISTRO	CONTROL DE CALIDAD		REVISIÓN:	-
	MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC 6132)				
NOMBRE DEL PROYECTO:		"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		COD. MUESTRA:	-
SOLICITA:		KATIVER LONGA SALCEDO Y GEMEL SANCHEZ POTOSI		FECHA:	SEPTIEMBRE 2, 2021
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		-		PÁGINA:	2 DE 2
PROCEDENCIA:		AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO		TIPO DE MUESTRA:	ASFALTINA + SUBCENIZA
UBICACIÓN:		AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO-PIURA		PROFUNDIDAD(m)	-
		NORTE (m):	-	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
		ESTE (m):	-	TIPO DE MUESTRA:	ASFALTINA + SUBCENIZA
		COTA (m.a.s.n.m.):	-	PROFUNDIDAD(m)	-
		TRAMO:	-		



DENSIDAD SECA 1.660 gr/cm³
 HUMEDAD OPT. 16.18%

CBR (0.1) al 95 % : 23.40 %
 CBR (0.2) al 100 % : 29.92 %

CBR (0.1) al 95 % : 29.8 %
 CBR (0.2) al 100 % : 36.03 %



Pego Jose Torres Rivas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciodeingenieria.lcrs@gmail.com
lcrivasave@gmail.com

A.H. LA PRIMAVERA II ETAPA - MZ S - LT 03 - CASTILLA - PIURA
 CEL. 938249027 RUC: 10411458831



S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

	REGISTRO	CONTROL DE CALIDAD		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021	
	MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC 1132)			PÁGINA:	1 de 2	
NOMBRE DEL PROYECTO:			"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		COD. MUESTRA:	-
SOLICITA:			RE/MOR LONIA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:			-		TIPO DE MUESTRA:	C-2
PROCEDENCIA:			AA-HH CIUDAD DEL NIÑO		MUESTRA:	-
UBICACION:			AA-HH CIUDAD DEL NIÑO-PIURA		PROFUNDIDAD(m)	2

N° DE CAPAS	5 CAPAS		
	P-11	P-19	P-15
N° DE MOLDE	35	26	12
N° DE GOLPES			
PESO DEL MOLDE-SUELO HUMED (gr)	8378	8336	7958
PESO DEL MOLDE (gr)	4404	4606	4401
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3974	3750	3557
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2141	2128	2127
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	1.856	1.766	1.675
HUMEDAD %	17.35	17.56	17.75
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.562	1.503	1.423

Fecha	Hora de Inicio/Fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
			0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
		96.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

Penetración (sig)	TIEMPO	CARGA ESTD. (lb./pulg²)	CARGA				CORREGIDA				CARGA				CORREGIDA			
			Diales		kg		Diales		kg		Diales		kg		Diales		kg	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
0.000			88.00	64.0	0.000	88.00	64.0	28.00		0.000	28.00		0.000	20.4				
0.025	30"		156.00	113.5	118.00	85.9	58.00	42.2										
0.050	1'		216.00	158.6	180.00	115.7	88.00	64.0										
0.075	1'30"		325.00	236.5	218.00	158.6	118.00	85.9										
0.100	2'	1,000	490.00	356.5	350.00	256.9	218.00	159.4										
0.150	3'		615.00	447.5	472.00	343.5	319.00	232.1										
0.200	4'	1,500	758.00	551.6	565.00	411.1	390.00	283.8										
0.250	5'		870.00	635.1	625.00	454.8	425.00	309.3										
0.300	6'	1,900																
0.350	7'																	
0.400	8'	2,300																
0.450	9'																	
0.500	10'	2,600																

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 10,000 Lbs. SOBRECARGA : 10 Lbs. CONSTANTE : $\gamma = 23.343 + 2.02 (h)$

Ingeniería



Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

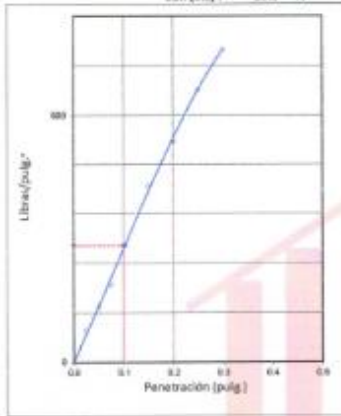


SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

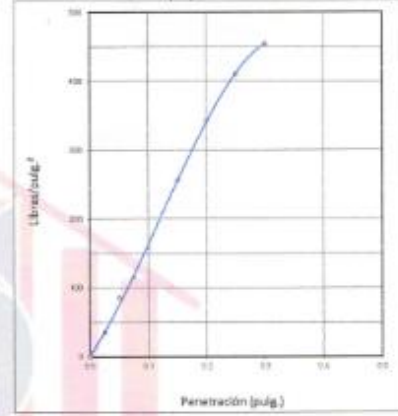
S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)			
NOMBRE DEL PROYECTO:		"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"	
SOLICITA:		REVISOR (LINA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO)	
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		NORTE (m): -	
PROCEDENCIA:		ESTE (m): -	
UBICACIÓN:		COTA (m.a.s.n.m.): -	
		TRAMO: -	
		FECHA: SETIEMBRE 2021	
		TIPO DE MUESTRA: C-2	
		MUESTRA: -	
		PROFUNDIDAD(m): 2	

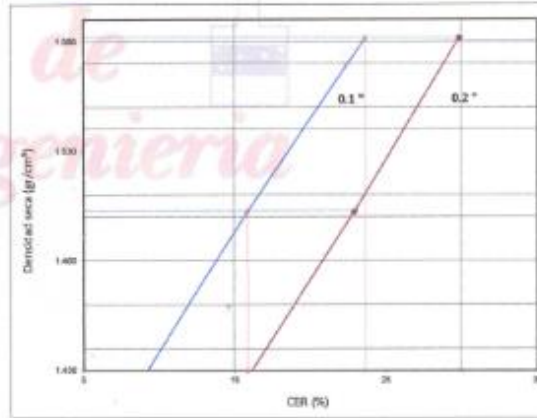
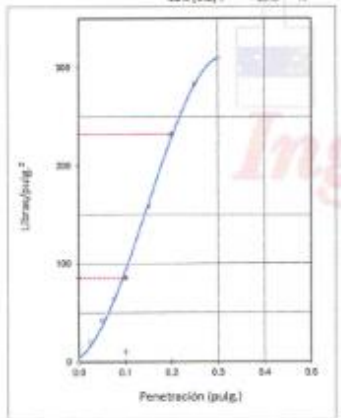
35 GOLPES
 CBR (0.1): 25.6 %
 CBR (0.2): 29.8 %



26 GOLPES
 CBR (0.1): 35.9 %
 CBR (0.2): 22.9 %



32 GOLPES
 CBR (0.1): 8.6 %
 CBR (0.2): 35.5 %



DENSIDAD SECA: 1.576 g/cm³
 HUMEDAD OPT.: 16.73%

CBR (0.1) al 95 % : 33.86 %
 CBR (0.1) al 100 % : 25.65 %

CBR (0.2) al 95 % : 23.0 %
 CBR (0.2) al 100 % : 30.50 %



Diego José Torres Rivas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.icrs@gmail.com
icrlvasave@gmail.com

A.H. LA PRIMAVERA II ETAPA - MZ S - LTOS - CASTILLA - PIURA
 CEL. 938249027 RUC: 10411489631



S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

	REGISTRO	CONTROL DE CALIDAD		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
	MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORMA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC EL32)			PÁGINA:	1 de 2
NOMBRE DEL PROYECTO:	"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBGRANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"			COD. MUESTRA:	-
SOLICITA:	KEIVER LONGA SARVEDRA Y DIANA SÁNCHEZ POZO	NORTE (m):	54.2042	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:	-	ESTE (m):	545085	TIPO DE MUESTRA:	SSABAREÑA + SUCENIZA
PROCEDENCIA:	AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO	COTA (m.a.n.m.):	-	PROFUNDIDAD(m)	-
UBICACIÓN:	AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	TRAMO:	-		

Nº DE CAPAS	5 CAPAS					
Nº DE MOLDE	P-2		P-3		P-4	
Nº DE GOLPES	55		25		12	
PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (g)	8726	8660		8246		
PESO DEL MOLDE (g)	4426	4630		4405		
PESO DEL SUELO HÚMEDO (g)	4321	4090		3841		
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2145	2123		2123		
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	2.054	1.908		1.809		
HUMEDAD %	15.63	15.25		13.44		
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.742	1.655		1.567		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora de Inicio/Hn	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
		0.0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
		96.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

PENETRACIÓN																			
Prensa Analógica																			
Penetración (pulg.)	TIEMPO	CAERGA ESTD. (lb./pulg²)	CARGA				CORREGIDA				CARGA				CORREGIDA				
			Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%					
0.000					0.000					0.000					0.000				
0.025	30"		97.00		70.6			65.00		47.3			41.00		29.8				
0.050	1"		167.00		121.5			137.00		99.7			80.00		58.2				
0.075	1'30"		247.00		179.7			190.00		138.3			140.00		101.9				
0.100	2"	5,000	350.00		254.7			280.00		205.7			200.00		145.5				
0.150	3"		525.00		382.0			415.00		302.0			315.00		228.2				
0.200	4"	1,500	670.00		487.5			555.00		408.8			425.00		309.3				
0.250	5"		810.00		589.4			670.00		487.5			515.00		374.7				
0.300	6"	1,900	836.00		608.3			770.00		560.3			606.00		441.0				
0.350	7"																		
0.400	8"	2,300																	
0.450	9"																		
0.500	10"	2,600																	

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 10,000 lbs. SOBRECARGA : 10 lbs. CONSTANTE : Y = 23.948 + 2.02 (x)

Ingenieria



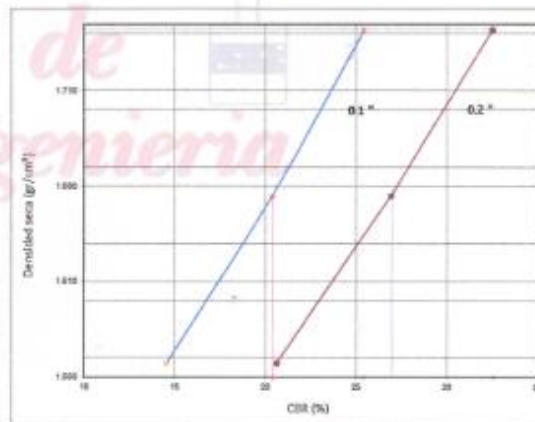
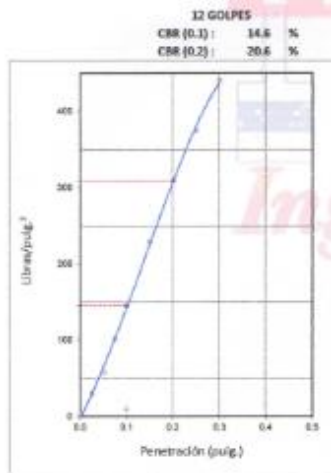
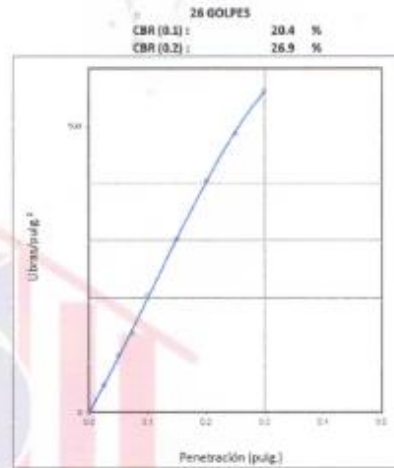
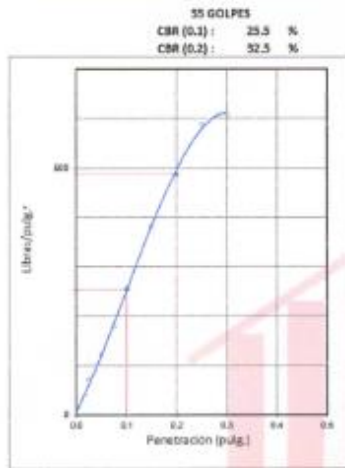
Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)		REVISIÓN:	-
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
		PÁGINA:	2 de 2
NOMBRE DEL PROYECTO:	"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		COD. MUESTRA:
		CORRELATIVO:	
SOLICITA:	KEVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO	NORTE (m):	-
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:	-	ESTE (m):	-
PROCEDENCIA:	AA.HH.CIUDAD DEL NIÑO	COTA (m.a.n.m.):	-
UBICACIÓN:	AA.HH.CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	TRAMO:	-
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
		TIPO DE MUESTRA:	95% ARENA + SINCINZA
		PROFUNDIDAD(m):	-



DENSIDAD SECA 1.796 g/cm3
HUMEDAD OPT. 14.13%

CBR (0.1) al 95 % : 20.40 %
CBR (0.1) al 100 % : 25.40 %

CBR (0.2) al 95 % : 27.0 %
CBR (0.2) al 100 % : 32.56 %



for
Diego Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciodeingenieria.lcrs@gmail.com
lcrivassve@gmail.com

A.H. LA PRIMAVERA II ETAPA - MZ B - LTOS - CASTILLA - PIURA
CEL. 998249027 RUC: 10411458631



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC 6.132)		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
NOMBRE DEL PROYECTO:		PÁGINA:	1 de 2
"ESTABILIZACIÓN CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		COD. MUESTRA:	-
SOLICITA:		CORRELATIVO:	-
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:	KEIVER LONGA SAavedra y DIANA SANCHEZ POZO	PROTE (m):	0432012
PROCEDENCIA:	A.H.H. CIUDAD DEL NIÑO	ESTE (m):	345685
UBICACIÓN:	A.H.H. CIUDAD DEL NIÑO RUIRA	COYA (m a.n.m.):	-
		TRAMO:	-
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
		TIPO DE MUESTRA:	SOBARENANA +
		PROFUNDIDAD(m):	-

N° DE CAPAS	P-20		5 CAPAS		P-22	
N° DE MOLDE	55		26		13	
N° DE SÓLIDOS	55		26		13	
PESO DEL MOLDE+SUELO HÚMEDO (gr)	8650		8023		8200	
PESO DEL MOLDE (gr)	4804		4505		4401	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4256		4017		3799	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2145		2125		2123	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm³)	1.984		1.890		1.789	
HUMEDAD (%)	14.99		15.25		15.20	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.725		1.640		1.559	

Fecha	Hora de Inicio/Fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión		Lectura del Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0.0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
		96.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

Penetración (pulg.)	TIEMPO	CARGA ESTD. (lb./pulg²)	CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA	
			Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%	Diales	kg	kg	%
0.000					0.000					0.000				0.000
0.025	30"		95.00		69.1			78.00		56.8		45.00		32.7
0.050	1'		200.00		145.5			160.00		116.4		99.00		72.0
0.075	1'30"		316.00		229.9			250.00		181.9		160.00		116.4
0.100	2'	1,000	392.00		285.2			310.00		225.6		220.00		160.1
0.150	3'		566.00		411.8			470.00		342.0		333.00		242.3
0.200	4'	1,500	750.00		545.7			613.00		446.0		423.00		307.8
0.250	5'		940.00		684.0			770.00		560.3		522.00		379.8
0.300	6'	1,800	1050.00		771.3			900.00		654.9		630.00		458.4
0.350	7'													
0.400	8'	2,300												
0.450	9'													
0.500	10'	2,600												

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 10,000 lbs. SOBRECARGA : 10 lbs. CONSTANTE : $\gamma = 23.343 + 2.02 (x)$

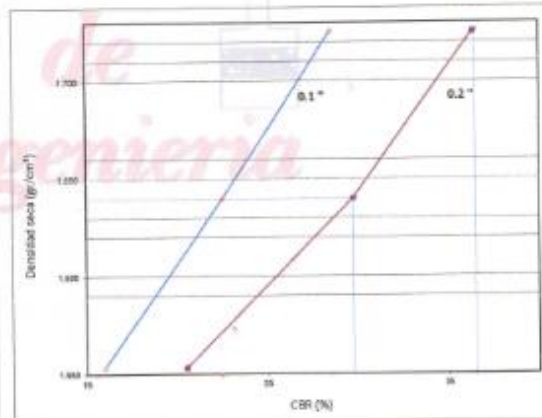
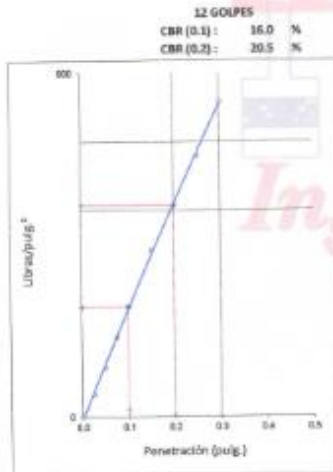
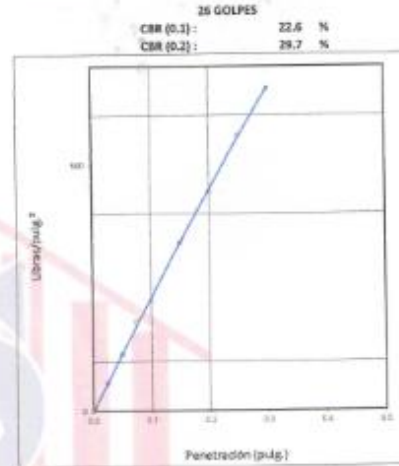
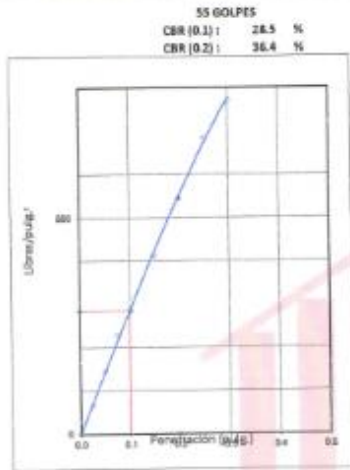
Ingeniería



Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



	REGISTRO	CONTROL DE CALIDAD		REVISION:	-	
	MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)			FECHA:	SEPTIEMBRE 2021	
NOMBRE DEL PROYECTO:			"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"	PÁGINA:	2 de 2	
SOLICITA:			NEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANDRIZ POZO	COD. MUESTRA:	-	
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:			-	CORRELATIVO:	-	
PROCEDENCIA:			-	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021	
UBICACIÓN:			A.A.H.H. CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	TIPO DE MUESTRA:	SOCAVENA + LONGICENZA	
			INDRTE (mi):	-	PROFUNDIDAD(mi)	-
			ESTE (mi):	-		
			LOTA (m.s.m.m.):	-		
			TRAMO:	-		



DENSIDAD SECA 1.722 gr/cm3
HUMEDAD OPT. 34.08%

CBR (0.1) al 95 % : 22.56 %
CBR (0.1) al 100 % : 28.80 %

CBR (0.2) al 95 % : 29.8 %
CBR (0.2) al 100 % : 36.50 %



Dr. J. José Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

	REGISTRO	CONTROL DE CALIDAD	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021	
	MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E132)		PÁGINA:	1 DE 2	
NOMBRE DEL PROYECTO:	"ESTABILIZACION CON CENizas DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		COD. MUESTRA:	-	
SOLICITA:	REYER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO	NORTE (m):	942042	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:	-	ESTE (m):	545585	TIPO DE MUESTRA:	ASFARENA +
PROCEDENCIA:	AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO	COTA (m.s.n.m.):	-	MUESTRA	15NGEN/ZA
UBICACION:	AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	TRAMO:	-	PROFUNDIDAD(m)	-

N° DE CAPAS	5 CAPAS			
	P-5	P-6	P-8	P-10
N° DE MOLDE	35	26	26	32
N° DE GÜLPES	35	26	26	32
PESO DEL MOLDE+SUELO HUMEDO (gr)	8888	8609	8609	8223
PESO DEL MOLDE (gr)	4405	4000	4000	4404
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4281	4009	4009	3819
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2144	2130	2130	2125
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	1.997	1.891	1.891	1.797
HUMEDAD %	15.26	14.96	14.96	15.35
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.732	1.645	1.645	1.558

Fecha	Hora de inicio/fin	Tiempo (horas)	Lectura del Dial	Expansión		Expansión		Lectura del Dial	Expansión		
				mm	%	mm	%		mm	%	
			0.00	0	0	0.000	0	0	0.000	0	0
		96.0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0

Penetración (pulg.)	TIEMPO	CARGA ESTD. (lb./pulg²)	CARGA		CORREGIDA		CARGA		CORREGIDA	
			Diales	kg	Diales	kg	Diales	kg	Diales	kg
0.050			0.000		0.000		0.000			0.000
0.025	30"		112.00	81.5	80.00	58.2	60.00	43.7		
0.050	1'		222.00	161.5	160.00	116.4	118.00	85.9		
0.075	1'30"		320.00	232.8	220.00	160.1	188.00	133.2		
0.100	2'	1,000	430.00	305.6	330.00	240.1	223.00	162.3		
0.150	3'		596.00	433.7	450.00	349.3	325.00	236.5		
0.200	4'	1,500	760.00	553.0	630.00	458.4	450.00	327.4		
0.250	5'		960.00	688.5	700.00	539.0	560.00	407.5		
0.300	6'	1,900	1075.00	782.2	875.00	636.7	635.00	462.1		
0.350	7'									
0.400	8'	2,300								
0.450	9'									
0.500	10'	2,600								

ANILLO N° : 50 KN CAPACIDAD : 10,000 Lbs. SOBRECARGA : 10 Lbs. CONSTANTE : Y = 23.342 + 2.02 (x)

Ingeniería



Diego Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

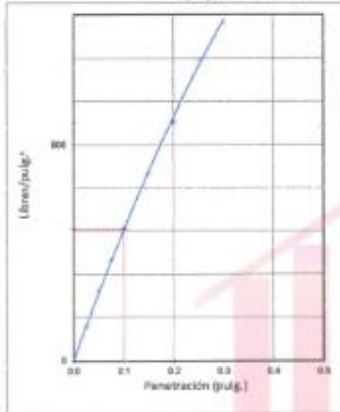


SERVICIOS DE ENSAYOS DE MELANILLA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLÓGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

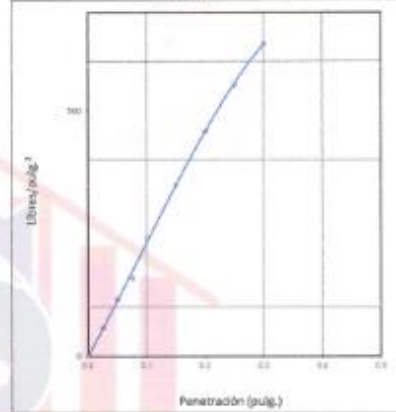
S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

REGISTRO		CONTROL DE CALIDAD	
MÉTODO DE ENSAYO CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO (MTC E332)			
NOMBRE DEL PROYECTO:		"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"	REVISIÓN: -
SOLICITA:		KEVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO	FECHA: SEPTIEMBRE 3, 2021
PLANO/ DOCUMENTO DE REF.:		-	PÁGINA: 2 de 2
PROCEDENCIA:		AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO	COD. MUESTRA: -
UBICACIÓN:		AA.HH. CIUDAD DEL NIÑO-PIURA	CORRELATIVO: -
		NORTE (m): -	FECHA: SEPTIEMBRE 2021
		ESTE (m): -	TIPO DE BONDARENA +
		COTA (m.s.n.m.): -	MUESTRA 15% CENIZA
		TRAMO: -	PROFUNDIDAD(m) -

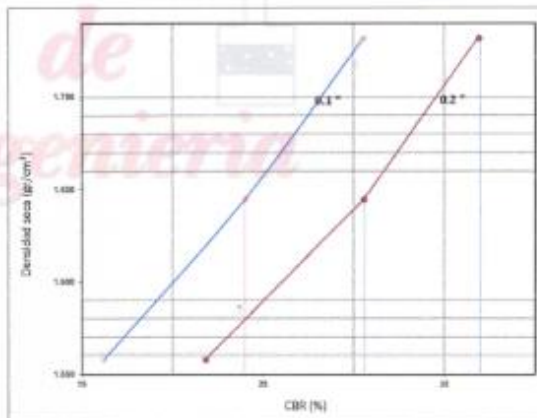
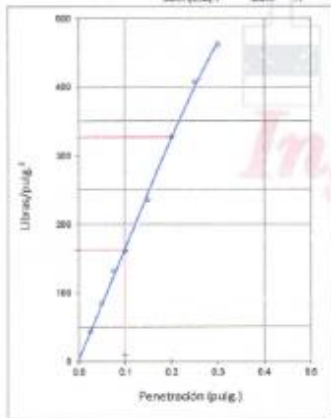
55 GOLPES
CBR (0.1): 50.6 %
CBR (0.2): 36.9 %



26 GOLPES
CBR (0.1): 24.0 %
CBR (0.2): 30.6 %



12 GOLPES
CBR (0.1): 16.2 %
CBR (0.2): 21.8 %



DENSIDAD SECA 1.722 g/cm³
HUMEDAD OPT. 14.11%

CBR (0.1) al 95 % : 24.00 %
CBR (0.2) al 100 % : 30.50 %

CBR (0.2) al 95 % : 30.6 %
CBR (0.2) al 100 % : 37.00 %



Diana Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

AGOSTO DEL 2021
serviciosdeingenieria.jcrs@gmail.com
jcrivasave@gmail.com

A. HLA PRIMAVERA II ETAPA - MZ S - LT 03 - CASTILLA - PIURA
CEL. 938249027 RUC: 10411458631



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.

PROYECTO	"ESTABILIZACION CON CENIZAS DE CARBÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL A.H. CIUDAD DEL NIÑO, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, 2021"		
SOLICITANTE	KEIVER LONGA SAAVEDRA Y DIANA SANCHEZ POZO	FECHA:	Septiembre 2021

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NTP 308.127)

IDENTIFICACION	Muestra	PROFUNDIDAD (m)	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	PESO SUELO SECO + TARA (g)	PESO TARA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% DE HUMEDAD
C-1	M-1	0.15 - 2.00	408.63	399.92	38.29	8.71	361.63	2.4
C-2	M-1	0.00 - 2.00	413.38	402.08	38.20	11.30	363.88	3.1

Observacion:	
--------------	--


S DE INGENIERIA
VºBº
Diana Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg CIP 257989



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.



ANEXOS 4

TESTIMONIO FOTOGRAFICO



Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CP 257969



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS
GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.



CALICATA N° 01




Diego Jose Torres Rojas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 257989

SEPTIEMBRE DEL 2021
serviciosdeingenieria.icrs@gmail.com
icrsivasave@gmail.com

A.H. LA PRIMAVERA II ETAPA - MZ-S - LT-03 - CASTILLA - PIURA
CEL. 983249027 RUC: 10411488631



SERVICIOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS GEOLOGICOS, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ENSAYOS DE MATERIALES, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD.

S DE INGENIERIA - REGISTRO INDECOPI - 00114293.



24 ago. 2021 11:27:19
17M 645897 9426173
Piura

CAUCATA N° 02



[Signature]
Dgo. Jose Torres Rivas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 257989

ANEXO 8. CONSTANCIA DE ENTREGA DE MATERIAL

CONSTANCIA DEL MATERIAL

Yo, Juan Valladolid Calle, identificado(a) con DNI N° 03306050, dueño legítimo de la **LADRILLERA "VALLADOLID"** ubicado en la calle José Olaya frente al convento de las monjas -Chulucanas.

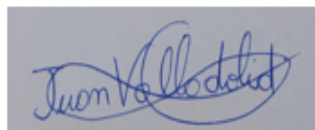
HAGO CONSTAR:

Que se le otorga el material "CENIZAS DE CARBÓN", producido del horno artesanal de nuestra ladrillera a los jóvenes estudiantes KEIVER IVAN LONGA SAAVEDRA con DNI N°: 77095055 y DIANA LEYDI DI SANCHEZ POZO con DNI N°: 74323340; de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO- FILIAL PIURA. Con el propósito del cumplimiento de los objetivos propuestos en el desarrollo del proyecto de investigación titulado: **Estabilización con cenizas de carbón para mejoramiento de subrasante en asentamiento humano Ciudad del Niño, distrito de Castilla, Piura 2021.**

Para que conste donde sea oportuno firmo la presente.

20/08/2021

Atentamente



Sr. Juan Valladolid Calle

D.N.I. N° : 03306050

ANEXO 9. PANEL FOTOGRÁFICO

OBTENCION DE LA CENIZAS DE CARBON

Para el inicio de esta investigación se comenzó con el recojo de ceniza de carbón en la ladrillera Valladolid ubicada en el distrito de Chulucanas, calle José Olaya frente al convento de las monjas.



Fotografía 1: Horno artesanal de la ladrillera Valladolid



Fotografía 2: Recojo de ceniza de carbón almacenados en sacos plásticos

OBTENCION DE MUESTRAS DE LA CALICATA 1 Y CALICATA 2



Fotografía 3: Extracción de muestras en la calicata 1, (perforación de 1.50m x 1.50m x 2m)



Fotografía 4: Muestras almacenadas en bolsas plásticas de la calicata 1.



Fotografía 5: Extracción de muestras en la calicata 2



Fotografía 6: Calicata 2 (perforación de 1.50m x 1.50m x 2m)



Fotografía 7: Muestras almacenadas en bolsas plásticas de la calicata 2.

Después de la obtención de las muestras de ambas calicatas se procedió a llevarlos al laboratorio de suelos para así poder realizar los respectivos ensayos.



Fotografía 8: colocación de las muestras de ambas calicatas en bandejas, la cual se dejó secar 24h.

ENSAYOS REALIZADOS PARA LA CALICATA 1 Y CALICATA 2 EN EL LABORATORIO DE SUELOS "S DE INGENIERIA"

Luego de haber pasado las 24h. se procedió hacer el ensayo de análisis granulométrico, la cual se sacó 150 gr de material de ambas calicatas y se llevo a lavar por el tamiz n°200 con el propósito de quitar todas las impurezas que había en las muestras, luego se llevó al horno del laboratorio para el secado en la que estuvo a 110 °C, después de haber secado se pasó por las mallas N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 Y N°200 de las cuales se pesaron los porcentaje retenidos en cada malla y los datos obtenido se colocaron en las fichas técnicas.



Fotografía 9: 150 gr de ambas calicatas



Fotografía 10: lavado del material



Fotografía 11: Secado del material a 110°C



Fotografía 12: Tamizado del material seco de la calicata 1



Fotografía 13: Tamizado del material seco de la calicata 2

Para el procedimiento del proctor modificado el material se paso por la malla 4 ya que nos dice la NTP 139.141 que si retiene el 20% o menos del peso del material se aplica el metodo "A" , la cual fue nuestro caso, y consiste en que son 5 capas y 25 golpes por cada una.



Fotografía 14: agregando a la muestra de C-1 un porcentaje de agua.



Fotografía 15: Uso del pisón para la compactación a la muestra C-1



Fotografía 16: Realización del Proctor modificado a la muestra de la C-2

Después de realizar el ensayo del Proctor modificado de ambas calicatas se obtuvo el porcentaje de agua a usar para el ensayo del CBR y se procedió hacer los siguientes procedimientos:

Se hizo 3 puntos de muestra cuyo peso fue de 5900, para el primer punto se compacto 56 golpes de 5 capas, para el segundo fue de 25 golpes de 5 capas y para el ultimo punto fue de 12 golpes de 5 capas, luego se pesó el molde más el suelo húmedo compactado en una balanza electrónica, luego de esto se sumergió en agua por 4 días, y al cuarto día se midió la resistencia expresada en porcentajes con la prensa de carga mecánica del CBR digital la cual estos datos fueron llevados a las ficha técnica del laboratorio S de Ingeniería.



Fotografía 17: Realizando el ensayo de CBR para la calicata 1



Fotografía 18: Ingreso de los moldes de CBR al agua por un tiempo de 4 días para la C-1



Fotografía 19: Realizando el ensayo de CBR para la calicata 2



Fotografía 20: Ingreso de los moldes de CBR al agua por un tiempo de 4 días para la C-2

Después de haber pasado los 4 días se procedió a llevar las muestras para la utilización de la prensa de carga mecánica de CBR digital.



Fotografía 21: Utilización de la prensa de carga mecánica del CBR digital para la C-1



Fotografía 22: Utilización de la prensa de carga mecánica del CBR digital para la C-2

**ENSAYOS REALIZADOS DE LA CALICATA 1 Y CALICATA 2 ADICIONANDOLE
LOS PORCENTAJES DE 5%, 10% Y 15% DE CENIZA DE CARBON.**

**Ensayo del analisis granulometrico para la calicata 1 con los diferentes
porcentajes de cenizas de carbon.**



Fotografia 23: Mezcla con el diseño del 95% arena + 5% de cenizas de carbon



Fotografia 24: Analisis Granulometrico por tamizado con el diseño de 95% arena +
5% de ceniza de carbon.



Fotografía 25: Mezcla con el diseño del 90% arena + 10% de cenizas de carbon



Fotografía 26: Analisis Granulometrico por tamizado con el diseño de 90% arena + 10% de ceniza de carbon.



Fotografía 27: Mezcla con el diseño del 85% arena + 15% de cenizas de carbon



Fotografía 28: Analisis Granulometrico por tamizado con el diseño de 85% arena + 15% de ceniza de carbon.

Ensayo del analisis granulometrico para la calicata 2 con los diferentes porcentajes de cenizas de carbon.



Fotografía 29: Mezcla con el diseño del 95% arena + 5% de cenizas de carbon



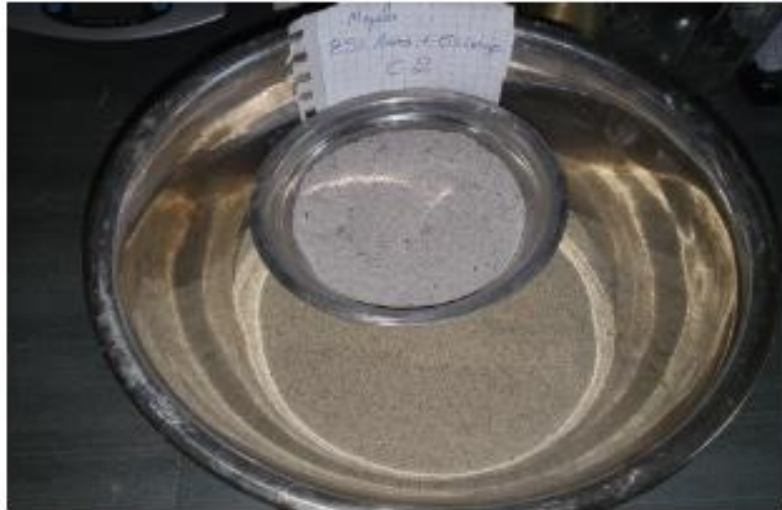
Fotografía 30: Analisis Granulometrico por tamizado con el diseño de 95% arena + 5% de ceniza de carbon



Fotografía 31: Mezcla con el diseño del 90% arena + 10% de cenizas de carbon



Fotografía 32: Analisis Granulometrico por tamizado con el diseño de 90% arena + 10% de ceniza de carbon.



Fotografía 33: Mezcla con el diseño del 85% + 15% de cenizas de carbon



Fotografía 34: Analisis Granulometrico por tamizado con el diseño de 85% arena + 15% de ceniza de carbon.

ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO DE LA CALICATA 1 CON LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE CARBON



Fotografía 35: Realizando el ensayo de proctor modificado con el diseño de 95% arena + 5% de cenizas de carbon



Fotografía 36: Realizando el ensayo de proctor modificado con el diseño de 90% arena + 10% de cenizas de carbon



Fotografía 37: Realizando el ensayo de proctor modificado con el diseño de 85% arena + 15% de cenizas de carbon

ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO DE LA CALICATA 2 CON LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE CARBON



Fotografía 38: Realizando el ensayo de proctor modificado con el diseño de 95% arena + 5% de cenizas de carbon



Fotografía 39: Realizando el ensayo de proctor modificado con el diseño de 90% arena + 10% de cenizas de carbon



Fotografía 40: Realizando el ensayo de proctor modificado con el diseño de 85% arena + 15% de cenizas de carbon

ENSAYO DEL CBR PARA LA CALICATA 01 CON LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZAS DE CARBÓN



Fotografía 41: Diseño del 95% arena + 5% de cenizas de carbón



Fotografía 42: Ingreso de los moldes de CBR al agua por un tiempo de 4 días



Fotografía 43: Diseño del 90% arena + 10% de cenizas de carbón



Fotografía 44: Ingreso de los moldes de CBR al agua por un tiempo de 4 días



Fotografía 45: Diseño del 85% arena + 15% de cenizas de carbón



Fotografía 46: Ingreso de los moldes de CBR al agua por un tiempo de 4 días

ENSAYO DEL CBR PARA LA CALICATA 02 CON LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZAS DE CARBÓN



Fotografía 47: Diseño del 95% arena + 5% de cenizas de carbón



Fotografía 48: Ingreso de los moldes de CBR al agua por un tiempo de 4 días



Fotografía 49: Diseño del 90% arena + 10% de cenizas de carbón



Fotografía 50: Diseño del 85% arena + 15% de cenizas de carbón

PRENSA DE CARGA MECANICA DEL CBR DIGITAL PARA LA CALICATA 01



Fotografia 51: Diseño del 95% arena + 5% cenizas de carbon.



Fotografia 52: Diseño del 90% arena + 10% cenizas de carbon.



Fotografia 53: Diseño del 85% arena + 15% cenizas de carbon.

PRENSA DE CARGA MECANICA DEL CBR DIGITAL PARA LA CALICATA 02



Fotografia 54: Diseño del 95% arena + 5% cenizas de carbon



Fotografia 55: Diseño del 90% arena + 10% cenizas de carbon



Fotografia 56: Diseño del 85% arena + 15% cenizas de carbon