



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de suelos arcillosos adicionando el 10
y 20% de ceniza de cáscara de arroz para el
mejoramiento de Subrasante en el Distrito de Bernal”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Martínez More, Kathya Yamileta (ORCID: 0000-0003-3613-7335)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por darme la fuerza y la sabiduría para poder lograr las metas trazadas.

A mi mamá Silvia Quispe por brindarme su apoyo incondicional, dándome el ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A mi familia por brindarme su amor, comprensión y sincero apoyo en esta etapa.

A todas aquellas personas que estuvieron presentes apoyándome a lo largo de mi formación profesional.

Agradecimiento

A mi asesor el Dr. López Carranza, Rubén, por brindarme su apoyo constante en todo el proceso de la elaboración de la presente investigación.

A mi madre, familia y amigos por alentarme para culminar este proyecto.

A la Universidad César Vallejo, por darme la oportunidad de poder concluir con mi carrera profesional

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 tipo y Diseño de Investigación	14
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos	19
3.6 Método de análisis de datos	20
3.7 Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición químicas de la ceniza de cascarilla de arroz	11
Tabla 2: Instrumentos de recolección de datos	18
Tabla 3: Resultado de Ensayo Granulométrico por tamizado	22
Tabla 4: Resultado del Contenido de Humedad calicata 01 y 02 (W%)	23
Tabla 5: Resultado Límite líquido - límite plástico e IP de la muestra natural	23
Tabla 6: Resultados Proctor Modificado.....	24
Tabla 7: Resultados de California Bearing Ratio (CBR).....	26
Tabla 8: Matriz de Operacionalización de variables	37
Tabla 9: Ubicación de calicatas.....	39
Tabla 10: Nivel de confianza o seguridad en el muestreo	40
Tabla 11: Categorías de Sub rasantes.....	42
Tabla 12: Numero de calicatas para exploración de suelos	43
Tabla 13: Número de ensayos CBR para Subrasante	44
Tabla 14: Criterios geotécnicos para estabilizar un suelo	45
Tabla 15: Propiedades físicas de la ceniza de cascarilla de arroz	47
Tabla 16 Composición química de ceniza de cáscara de arroz:	47
Tabla 17: Clasificación de suelos según tamaños de partículas	48
Tabla 18: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Cascarilla de arroz	10
Figura 2: Clasificación de puzolanas	11
Figura 3: a) Sílice tetraédrico, c) lámina de aluminio octaédrico,	13
Figura 4: Curva Granulométrica suelo natural y combinaciones	21
Figura 5: Proctor Modificado	24
Figura 6: Ensayo de CBR.....	26
Figura 7: Delimitación del área de estudio	38
Figura 8: Ubicación de calicatas.....	39
Figura 9: Tamaño de tamices.....	48
Figura 10: Clasificación AASHTO	50
Figura 11: Clasificación SUCS	51
Figura 12: Correlación de tipo de suelos	51
Figura 13: Categoría de Subrasante	53

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Estabilización de suelos arcillosos adicionando el 10% y 20% de ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de Subrasante en el Distrito de Bernal”, tiene como objetivo principal analizar el comportamiento físico y mecánico del suelo al adicionarle ceniza de cáscara de arroz en porcentajes del 10% y 20% para realizar los diferentes ensayos. El tipo de investigación es aplicada, nivel de investigación explicativo, diseño es experimental y enfoque cuantitativo, ya que los estudios realizados a la subrasante del suelo se hizo mediante de indicadores tales como la granulometría, límites de Atterberg, Proctor Modificado y el cálculo de su capacidad de soporte (CBR).

Además, como parte de la metodología, tenemos que al ser la cáscara de arroz un desecho que se encuentra apilado en molinos y que su disposición final no es la más adecuada y que genera problemas ambientales, su uso como ceniza de cáscara de arroz disminuirá estos problemas, ya que se usara como material para estabilizar subrasante del suelo ya que por poseer dentro de sus componentes sílice hace de este material óptimo para mejorar la capacidad de soporte del suelo, además se encuentra a bajo costo.

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados, nos revelan que el uso de la ceniza de cáscara de arroz aumenta la resistencia de la subrasante de un valor del 10% a 13% del CBR al 95%, en la dosificación del 20% de ceniza de cáscara de arroz, así como una máxima densidad seca de 1.76 gr/cm³ de compactación.

Palabra clave

Estabilización, Subrasante, ceniza de cáscara de arroz

ABSTRACT

The present research work has as main objective the analysis of the physical and mechanical behavior of the soil by adding rice husk ash (RHA) in percentages of 10% or 20% to carry out different tests. This research is applicative with an explanatory research level, experimental design and a quantitative approach, since the studies carried out on the subgrade of the soil were done through indicators such as granulometry, Atterberg limits, Modified Proctor Tests and the calculation of its California Bearing Ratio (CBR).

As part of the methodology and since the rice husk is a waste stacked in mills being its final disposal not the most appropriate because it generates environmental damage, its use as a material to stabilize the subgrade of the soil will reduce these problems. Since RHA has silica within its components, it is an optimal material to improve the support capacity of the soil, and also a low cost alternative to traditional methods.

The results obtained from the tests reveal that the use of rice husk ash increases the resistance of the subgrade from a value of 10% to 13% of the CBR to 95% in the dosage of 20% of the RHA, as well as a maximum dry density of 1.76 gr/cm³ of compaction.

Keywords

Stabilization, Subgrade, rice husk ash, RHA

I. INTRODUCCIÓN

Piura presenta en su mayoría suelos arcillosos. Debido a su naturaleza no pueden ser usados como material para subrasante, por lo que es necesario mejorar sus propiedades físicas, ya sea con el remplazo de otro suelo o adición de uno a más agentes estabilizantes.

Entre los efectos de los suelos arcillosos se encuentran principalmente no cumplir con las características de estabilidad volumétrica, resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad que se requiere para que sea apto para la pavimentación.

Un factor importante al estabilizar un suelo es procurar un costo reducido al construir un pavimento que resulte perfectamente aceptable, para que no se vea afectado por la carga de diseño proveniente del tránsito o las cargas que se transmiten desde la capa de rodadura.

Se sabe que la operatividad de proyectos de mejoramientos o construcción de pavimentos depende de la calidad de los suelos. Por lo tanto, el material que se va a emplear para un pavimento tiene que ser el adecuado. Por lo que hay la necesidad de realizar proyectos de infraestructura viales acorde a los requerimientos de seguridad, capacidad y estética.

Muchas carreteras en la región que se emplazan en este tipo de suelo no pueden soportar las cargas de tránsito vehicular. Entonces se presentan problemas como el asentamiento, el cual genera un deterioro de la vía con el tiempo, reduciendo su vida útil.

Por otro lado la producción de arroz según los datos del MINAGRI en el marco orientador de cultivos (MINAGRI, 2020), el cultivo de arroz tiene lugar en 18 de los 24 departamentos del País, de los cuales 5 representan el 71.6 % de la producción nacional. Dentro de ellos se encuentra el departamento de Piura con un 12.4%, según la Dirección Regional de Piura, Sechura cuenta con una producción de arroz la cual oscila entre 150 o 105 toneladas de arroz por campaña, generando residuos agrícolas como la cascarilla de arroz: este

desecho genera problemas ambientales debido a su gran volumen, mínima demanda y además, su disposición o eliminación final no resulta ser la más adecuada, pues se incinera a campo abierto en la mayoría de veces.

En un mundo muy competitivo y en un País en crecimiento es importante que los profesionales de hoy en día se interesen en buscar métodos para estabilizar suelos que proporcionen la resistencia, permeabilidad, compresibilidad, durabilidad y estabilidad volumétrica necesaria para prevenir futuros asentamientos y fallas en su superficie.

A razón de esta problemática se genera la siguiente interrogante ¿Qué características mecánicas el suelo presentara al adicionarle el 10% y 20% de ceniza de cascarilla de arroz (CCA)?

Cabe señalar que este trabajo de investigación es de justificación social. La finalidad de esta iniciativa es brindar a la sociedad una mayor cantidad de carreteras con mejor calidad. Esto repercutirá en que más pueblos y ciudades se integren, aportando así una mejor calidad de vida.

También se habla de una justificación ambiental, ya que la cascarilla de arroz es un desecho que se encuentra apilado en molinos y su disposición final no resulta la más adecuada: la quema no controlada genera problemas ambientales, por lo que la cascarilla de arroz ya no será un problema y se transformará en una solución para la ingeniería.

Asimismo, hablamos de una justificación económica, desde este enfoque, resulta beneficioso el uso de la ceniza de cascarilla de arroz, ya que se encuentra acopiada en grandes pilas en los molinos de arroz y a costo cero.

Por lo tanto, su utilización como parte del proceso para estabilizar subrasante de suelos arcillosos, aportaría una disminución de costos.

Desde una justificación técnica, se requiere plantear alternativas que nos permitan a un bajo costo estabilizar suelos arcillosos a nivel de subrasante y que sean óptimos para soportar altos y bajos volúmenes de tránsito.

Se planteó el siguiente objetivo general: Análisis de comportamiento físico y mecánico del suelo arcilloso al adicionar el 10% y 20% de ceniza de cascarilla de arroz como estabilizante a nivel de subrasante. Para que se logre este

objetivo se formulan los siguientes objetivos específicos: Identificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso en su estado natural. Determinar el comportamiento del suelo arcilloso tras la adición de los porcentajes del 10% y 20% de ceniza de cascarilla de arroz. Determinar si la cascarilla de arroz puede ser utilizado como material estabilizante.

Obtener los ensayos de compactación de los diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz. Analizar los resultados obtenidos de dicha investigación para generar las conclusiones.

En consecuencia, de la pregunta planteada anteriormente, se proyectó la siguiente hipótesis: La adición de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) influirá en la estabilización de la sub rasante.

II. MARCO TEÓRICO

Según los **antecedentes Internacionales** investigados tenemos a Licuy y Román (2020), los cuales realizaron un proyecto de investigación titulado “Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales” teniendo como objetivo determinar el comportamiento físico y mecánico al adicionar un 10%, 20% y 30% de CCA y ceniza volcánica en proporciones iguales a unas muestras de arcilla expansiva (M3, M4 y M5). Los resultados obtenidos en relación al índice líquido y plásticos refleja que se obtuvo una reducción por cada una de las muestras con los diferentes porcentajes, en cuanto a la gravedad específica se obtuvo una reducción entre el 5% y 8% en relación al porcentaje de adición del 30% de CCA y ceniza volcánica. Se puede observar que la densidad seca y contenido de humedad óptima varían cuando se aumenta el porcentaje de CCA y ceniza volcánica, hasta un 20% la densidad seca se reduce y pasados el 20% la densidad máxima seca vuelve a ascender, para el índice de expansión se tienen buenos resultados hasta una dosificación máxima del 30% en este tipo de suelos, dejando a la adición del 20% como la más eficaz aportando mejoras significativas en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de arcilla expansiva con este porcentaje de adición.

Barragán Garzón y Cuervo Camacho, (2019), en su investigación denominada “Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno – arcilloso”, Las muestras obtenidas de suelo areno arcillo según su clasificación fueron adicionadas con el 1% de CCA, de los resultados de los ensayos se obtuvo un CBR de 1.9 con respecto a la muestra natural de 1.6 teniendo un incremento solo del 19% , se muestra también que se tuvo una disminución de la densidad seca en un 0.7% pasando de 1.726 gr/cm³ a 1.74 gr/cm³, se determinó que se necesita un 6% de humedad a la hora de compactar. Su expansión volumétrica tuvo un incremento promedio del 0.09% con relación a la muestra del suelo

natural. Se concluye que el aprovechamiento de la CCA como estabilizante es beneficioso en el aspecto económico, además que contribuye con el cuidado del medio ambiente.

Chicaiza Estévez y Oña Oña, (2018), en su proyecto de investigación titulado “Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascarilla de arroz”, de acuerdo a su investigación el suelo a estudiar se clasifico MH-CH y CH, luego de la adición del 10%, 20% y 30% a las diferentes muestras (M3, M4, M5) el suelo se clasifico como limos de alta plasticidad (MH). Las tres muestras con los diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz demostraron un rango de reducción del índice de expansión, obteniendo con un porcentaje de 30% una reducción de un potencial $EI=175.53$ a un medio de $EI=75.24$, comparado con la muestra sin adición en la M3, en la M5 es donde se presentó la mayor reducción de expansión con el 30% de adición de CCA, se presenta también una reducción del coeficiente de permeabilidad del suelo solo con la adición del 10% de CCA, para las adiciones del 20% y 30% el suelo se vuelve prácticamente impermeable Como consecuencia, este método ha logrado reducir el potencial expansivo, colocándolo como una alternativa viable en la solución de problemáticas en suelos de similares propiedades.

Caamaño, I. A. (2016).en su proyecto de investigación para su especialización en pavimentos titulado “Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente”. Se consideró para la investigación proporciones de CCA del 2%, 4% y 6% en proporción del peso del suelo natural, se determinó luego de obtener los resultados de los respectivos ensayos que la mayor resistencia a la compresión se refleja en la mezcla del 4% mostrando un pico más alto en referencia de las otras adiciones y un aumento del 116% en referencia al material natural. En el módulo resiliente se refleja que este parámetro incrementa con la adición comprendida entre el 2% y 4% de CCA hasta en un 21.7% y con respecto al

suelo natural se obtuvo un aumento del 43.3%, siendo este porcentaje de adición el que alcanzó el mayor incremento, se concluyó también que por encima del 4% de CCA, el módulo resiliente del material decrece. De los resultados podemos decir que el porcentaje de adición que aportó mayores propiedades mecánicas y físicas del suelo de subrasante analizado, corresponde a la adición de 4%. El uso de la CCA es una alternativa sustentable, económica y con un impacto generalmente positivo para el ecosistema.

Así también tenemos entre los **Antecedentes Nacionales** a los autores Araujo y Urbano (2020), los cuales realizaron la investigación titulada “Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cáscara de arroz en calle Integración - Chosica 2019”. Su objetivo principal es determinar si la incorporación de los diferentes porcentajes de adiciones de CCA influyen en la estabilización a nivel de subrasante, el suelo a intervenir se clasifica como una arena pobremente gradada con limo (SP-SM), los resultados muestran que el desempeño del suelo combinado con las diferentes adiciones del suelo muestran un incremento en la máxima densidad seca y contenido de humedad óptima de compactación, siendo la mezcla con el porcentaje de adición del 7% de contenido de ceniza de cáscara de arroz es la que se destaca con una densidad seca de 1.612gr/cm³ y contenido de humedad óptima de 15.1% en referencia de la muestra de suelo natural, de los resultados del CBR podemos decir que aumenta su resistencia hasta con un incremento del 7% luego este va decreciendo de acuerdo al incremento de porcentaje de CCA, el óptimo resultado se hayo con el porcentaje del 7% de CCA logrando un incremento de la resistencia de la subrasante de un valor de 22.1% hasta 30.1% del CBR al 95% con penetración de 0.1'', en relación al suelo natural aumento un 8% de su capacidad de soporte, se observa que a mayor incremento de CCA el % de absorción disminuye.

Cajaleon, O.C y Mondragon, D.Y (2018), llevaron una investigación sobre “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km + 17 Pimpingos, Choros 2018”. Tiene por Objetivo general determinar si el uso de cenizas de cascarilla de arroz puede estabilizar los suelos arcillosos. De los resultados obtenidos, en cuanto a los límites de consistencia realizados a la muestra natural su IP es de 13%, del ensayo de proctor modificado tenemos que la muestra natural presenta una densidad seca de 2.006 g/cm³, además de un contenido de humedad del 9.4% al igual que las combinaciones con porcentajes del 10% y 15% de ceniza de cascarilla de arroz, los resultados anteriores son base para el ensayo del CBR el cual nos brindó incrementos en los diferentes combinaciones en relación al material natural obteniendo en la combinación del 15% un CBR de 10.3% al 95% con una penetración de 0.1'' a diferencia del suelo natural que es de un 6.2%, este resultado nos da un suelo regular para uso de subrasante.

Días Vásquez (2018), realizó la investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”, para obtención del título profesional, siendo su objetivo principal determinar si una mejora de la subrasante puede hacerse mediante la aplicación de ceniza de cascarilla de arroz. Para el estudio se utilizaron adiciones del 10%, 15%, 20% y 25% de ceniza de cascarilla de arroz del peso de la muestra natural del suelo, obteniendo como resultado la disminución del contenido de humedad de un 11.2% sin adición de CCA hasta un 7.8% con la adición del 25% de CCA, así mismo se obtuvo una máxima densidad seca (MDS) con un porcentaje de 20% de CCA, con los datos anteriores como base para el ensayo del CBR obtuvimos que el valor óptimo de índice de CBR se obtuvo con la combinación del 20% de ceniza de cascarilla de arroz, al incrementarse de un 8% a un 13.8% a un 95 % y de un 9.7% a 14.8% a un 100%. También se obtuvo que a más adición de porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz el porcentaje de absorción se reduce, ya que la

ceniza absorbe una cantidad menor de líquido logrando que las muestras tengan menos humedad.

Castro cuadro, A.F (2017), llevo a cabo una investigación sobre “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Para este estudio se utilizaron proporciones de CCA del 10%, 20%, 30%, 40% respectivamente en función del peso de la muestra natural, así mismo a estas combinaciones se les añadió cal en un 3%. Obteniendo como resultado el un aumento del límite líquido y plástico a medida que se incrementa la proporción de CCA hasta el porcentaje de 30%, pasado este límite las combinaciones no tienen plasticidad, así mismo se observa que el IP disminuye hasta un valor de 0% a partir del contenido de CCA del 30%, para las combinaciones con incremento del 3% de cal se tiene la misma situación, se aprecia que la gravedad específica disminuye para los dos casos de combinaciones por la influencia de la CCA que es la que posee menor gravedad específica. De los ensayos mecánicos realizados a las muestras con la diferentes adiciones tenemos, que la M.D.S disminuye y la cantidad óptima de humedad aumenta a medida que se incrementa la CCA en ambos casos, con el ensayo de CBR tenemos que este aumenta cuatro veces la resistencia con el incremento 20% de CCA en referencia al suelo natural (5 % a un 19.40%) y luego va disminuyendo a media que se aumenta el contenido de CCA, se tiene una disminución de la expansión del material llegando a valores de 0 cuando se incrementa el contenido de CCA, mostrado así que la estabilización con CCA confiere variaciones favorables a las propiedades del suelo permitiéndole usarse como material adecuado a nivel de subrasante.

Entre los **antecedentes locales** estudiados encontramos a Honores, Alejandra (2019), en su investigación titulada “Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al oxido 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”, el autor ha tomado como base

para su estudio los porcentajes del 1%, 2%, 3% tanto para la ceniza de cáscara de arroz como para el óxido de calcio con el fin de poder establecer comparaciones con las mismas cantidades porcentuales. De los resultados con adiciones de cal con la adición del 1%, 2% y 3% obtuvimos que los resultados más importantes se obtuvieron con el porcentaje de 3% arrojando un CBR de M.D.S al 100% con una penetración de 0.1" de 144.9%, así mismo para la combinación con CCA se registró el valor deseado con la adición del 2% arrojando un CBR de M.D.S al 100 % con una penetración de 0.1" de 72.70%, para la comparación de las diferentes adiciones se realizó la comparación con el 3% de Cal y el valor optimo del 2% de CCA. Se concluyó después de hacer las comparaciones con las diferentes adiciones al material natural que el dióxido de calcio (Cal) dio mayor resistencia con las mismas condiciones y el mismo material natural.

Ramal,Rodolfo; Raymundo, José y Chávez, Jhonatan,(2020), en su investigación titulada " Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz envías de bajo tránsito de Piura", realizo una investigación descriptiva, no experimental utilizando para recopilar datos uso de la encuesta (cuestionario), resultando que la CCA tiene valores muy positivos a los suelos que presentan propiedades deficientes al momento de construcción de carreteras. para los suelos de Piura es factible utilizarlo como estabilizante ya que su suelo predominate in situ son limosos y arcillosos, ademas que se cuenta con gran disponibilidad del material de cáscara de arroz.

Teorías de la Investigación

Cascarilla de arroz

Se trata de un tejido vegetal constituido por Sílice y Celulosa, con diferentes características fisicoquímicas importantes según la aplicación que se quiera realizar. Su humedad y composición química, además de su poder calorífico son propiedades importantes a considerar (Valverde, Sarria , y Monteagudo, 2007).

Figura 1: Cascarilla de arroz



Fuente: Elaboración Propia, Molino el Sechurano, Cp. Chepito-Bernal Sechura

La cascarilla de arroz es un producto secundario o subproducto generado por un procedimiento de apilado, el cual llega a constituir un 20 % del peso total del arroz en cáscara, su peso específico es de 125 kg/cm³, lo que significa que una tonelada ocupa 8m³ de espacio (Ramal Montejo, Raymundo Juárez, & Chávez Ancajima, 2020)

Ceniza de cascarilla de arroz

Proviene de la combustión de la cáscara de arroz, entre su composición química es relevante el dióxido de silicio en una proporción de aproximadamente un 98 %, dándole propiedades Puzolanas, (Ccopa Quispe, 2019). Cuando la combustión es a tajo abierto se puede obtener SiO₂ cristalina no reactiva en una gran escala, que para lograr actividad puzolánica debe ser llevada a tamaños más pequeños (Llamoga Vásquez, 2017).

Su peculiaridad primordial de la ceniza de cascarilla de arroz es su valor calorífico, el cual influye en la producción de sílice, a menor contenido de

humedad, mayor es el valor calorífico y, por lo tanto, mayor sílice, (Allauca, Amen, & lung, 2009).

Tabla 1: Composición químicas de la ceniza de cascarilla de arroz

Componente	% en peso
SiO ₂	95.6
Al ₂ O ₃	0.3
Fe ₂ O ₃	1.2
CaO	0.3
MgO	0.2

Fuente: adaptado de (Kumar Yadad, Kumar Gaurav, Kishor, & S.K. Suman, 2017)

La cascarilla de arroz para poder ser usada en el rubro de la construcción y activar su propiedad puzolánico se debe someter a calcinación de 400 y 800°C aproximadamente (Ccopa Quispe, 2019).

Se puede definir **puzolanas** como un material que en su composición principal la mayor parte es sílice reactiva y/o aluminio, que en contacto con el agua dan al material características aglomerantes (Chicaiza Estévez & Oña Oña, 2018).

Según su origen, se dividen en dos extensos grupos: puzolanas naturales y del tipo artificial. Es necesario precisar que puede existir un grupo intermedio, constituido por puzolanas naturales que se sometidas a un tratamiento térmico de activación. Aunque son naturales en su origen, podrían ser tratadas como artificiales a causa del tratamiento recibido. Se pueden denominar también puzolanas intermedias o mixtas por incluir características tanto naturales como artificiales (Alejandro Salazar J, 2002),

Figura 2: Clasificación de puzolanas

Puzolanas	Ejemplos
Naturales	Cenizas Volcánicas, Diatomita, materias sedimentarias de origen animal o vegetal.
Artificiales	Arcillas calcinadas, Cenizas pulverizadas de carbón de piedra, cenizas de residuos agrícolas quemados, cenizas volantes, humo de sílice.

Fuente: Adaptada de (Alejandro Salazar J, 2002)

Suelos

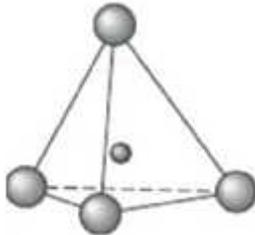
Explorar e identificar los sustratos es importante ya que nos facilitará clasificarlos e identificar sus características para fines de pavimentación, generando parámetros básicos para el diseño de los pavimentos.

Las características principales a considerar son:

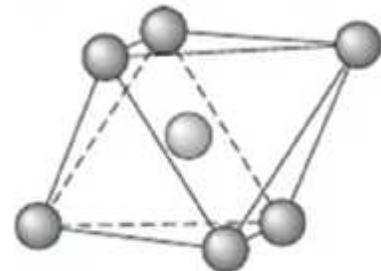
Granulometría: este ensayo permite determinar la proporción de los diferentes elementos que lo constituyen mediante el tamizado y así clasificarlos según su tamaño. De acuerdo con las medidas de las partículas presentes en los suelos se clasifican.

La Plasticidad:

determinan los límites de Atterberg, los indican cuan



Se mediante cuales sensible



es el desempeño de un sustrato en relación con su concentración de humedad.

Equivalente de Arena: el valor de Equivalente de Arena (EA-Ensayo MTC E 114) es indicador de la plasticidad del suelo. Aunque la precisión no es perfectamente exacta, su ventaja radica en la facilidad y la velocidad con la que se puede emplear.

Índice de Grupo: es un índice regulado por AASHTO, empleado de manera corriente para la clasificación de los suelos.

Suelos Arcillosos

Este tipo de suelo se caracteriza por tener baja resistencia y alto contenido de agua, los cuales al experimentar cambios en su humedad presentan cambios de volumen.

También podemos decir que son sedimentos minerales con gran presencia de silicatos de aluminio complejos, con una composición de sílice tetraédrico y aluminio octaédrico.

a

b

Figura 3: a) Sílice tetraédrico, b) lámina de aluminio octaédrico,

Fuente: adaptado del libro Fundamentos de ingeniería geotécnica Cuarta edición (Braja M.Das, 2015).

Los principales minerales que se encuentran en las arcillas son caolinita, illita y montmorillonita, difieren en la unión de sus partículas y en su reacción con respecto a la presencia del agua, dependiendo de este el nivel de expansión, estabilidad y volumen en su comportamiento (Hidalgo Ramirez & Saavedra Salazar, 2020).

Las propiedades a tener en cuenta en este tipo suelos son, la plasticidad, superficie específica, hidratación e hinchamiento, tixotropía, capacidad de intercambio catiónico y capacidad de absorción.

Subrasante

Es definido como la superficie terminada de la vía, a un nivel de movimiento de tierras (corte y relleno). La cual debe soportar la estructura del pavimento y su conformación debe ser en su mayoría por suelos excelentes, para que no se vea afectado por la carga de diseño proveniente del tránsito (Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos del MTC, 2014).

Estabilización de suelos

Es definida como el mejoramiento de las propiedades y cualidades físicas de un suelo mediante el uso procedimientos del tipo mecánico e incorporación de productos de procedencia química, ya sea natural o sintética (MTC, 2014).

Cuando hablamos de estabilización nos referimos a que existen diferentes tratamientos para la estabilización de suelos, entre las que podemos mencionar tenemos: estabilización química, física y mecánica, térmica entre otros.

Proctor Modificado

El método describe que debemos realizar los ensayos en cinco capas y con veinticinco golpes por cada capa, el molde a emplear es de un diámetro de 4pulg y un pistón de 10lbf que cae de una altura de 18pulg. Este ensayo nos

determina la relación entre el nivel máximo de compactación y contenido de agua. (Braja M.Das, 2015).

CBR

Nos permite determinar un índice de resistencia de suelos denominado valor de relación de soporte, este ensayo nos ayuda a evaluar la resistencia potencial de la subrasante, subbase y material de base. Los ensayos se deben ejecutar en suelos que estén saturados para determinar su índice de penetración. (Rondon y Reyes, 2015)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

Es del tipo aplicada, pues busca estabilizar suelos arcillosos adicionándole porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz, buscando obtener la mejora de las cualidades y propiedades del suelo, con la finalidad de hacer este suelo apto para posteriores pavimentaciones.

El tipo escogido de investigación científica tiene como objetivo conocer, actuar y modificar una situación problemática actual, interesándose más en la inmediata aplicación sobre una realidad difícil que en la construcción y desarrollo de nuevos conocimientos académicos de valor universal (Borja Suárez, 2016).

Nivel de investigación

Es de nivel explicativo, ya que se expondrá como varían las cualidades de los suelos arcillosos cuando se le adicionen porcentajes establecidos de ceniza de cascarilla de arroz.

Dicho esto el nivel explicativo es el más estructurado en comparación a otros niveles de investigación, ya que su principal interés se enfoca en la explicación

de el origen de los fenómenos y las condiciones que permiten que estos se manifiesten, además de su relación con variables que pueden oscilar entre dos o más (Valderrama Mendoza, 2015).

Diseño de investigación

Es del tipo experimental. Aquí, el investigador trabaja de forma deliberada con el cambio de una o más variables del tipo independiente para recoger datos sobre los efectos que dichos cambios provocan en las variables de carácter dependiente (Valderrama Mendoza, 2015).

Para esta investigación obtendremos muestras de la zona de estudio la que se manipulara adicionándole porcentajes variables de ceniza de cascarilla de arroz, a fin de medir los impactos que incurren en la variable dependiente, la cual es definimos como el sub rasante de la trocha carrozable entre Bernal y Bellavista de La Unión.

Enfoque de investigación

Se hará uso de un enfoque cuantitativo de cualidades secuenciales y probatorias. Dicho enfoque hace uso de la recolección de datos para la comprobación de las hipótesis, teniendo su fundamento en bases como la medición numérica y el análisis estadístico con el fin de demostrar teorías y establecer modelos de comportamiento. Una vez delimitada la idea, se plantea el problema, se construye una perspectiva del modo teórico sustentada en la literatura estudiada, se visualiza el alcance y estudio, se procede a la elaboración de hipótesis y definición de variables, se diseña el modelo de investigación, se establece y elige la muestra, se recolectan datos y se preparan para el análisis y finalmente se elabora el reporte de los resultados obtenidos a lo largo del proceso (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2 Variables y operacionalización

En esta instancia es necesario definir el concepto de operacionalidad. Se trata del proceso mediante el cual las variables establecidas en la hipótesis serán medidas. A raíz de esto, será necesario separar y clasificar las variables según indicadores susceptibles que nos permitan una correcta medición.

Las variables seleccionadas siempre son asignadas al grupo u objeto objetivo de la investigación, y presentan distintos valores que varían en función de la variable principal que se desea estudiar. El investigador a cargo necesita establecer los indicadores exactos de las variables antes de iniciar el proceso de recolección de datos, por lo cual se requiere el uso de términos operacionales que produzcan datos precisos, concretos, y especialmente, posibles de cuantificar (Borja Suárez, 2016).

Variable independiente

Se define por variable independiente a aquella variable cuyo funcionamiento existencial es de carácter relativamente autónomo. Esto indica que no depende de otra variable, sino que otras variables dependen de ella.

X₁: Ceniza de cascarilla de arroz

Variable dependiente

La variación en su resultado es efecto de la acción de las variables independientes.

Y: Subrasante

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Se define población al grupo de elementos o sujetos que serán motivo de estudio, la cual se deberá de delimitar, para obtener los resultados que queremos, (Borja Suárez, 2016).

La población objeto de estudio la conforma la trocha carrozable delimitada entre Bernal y Bellavista de la Unión, la cual cuenta con una extensión de 2000.00 m progresiva (0+000) inicio; progresiva (2+000) final.

Muestra

Viene hacer un representativo subconjunto de la población. Esta muestra refleja de manera fiel las características de la población cuando es aplicada la técnica correcta de muestreo (Valderrama Mendoza, 2015).

En la investigación de estabilización de suelos, la población que se tomara será la cantidad de ensayos realizados al mismo. Para la toma de muestra se realizaron 02 calicatas en la trocha carrozable a un nivel de 0 – 1.5 m.

Muestreo

Se entiende por muestreo al proceso mediante el cual se selecciona una porción representativa de una población. A partir de esta muestra se realizaran estudios que permitan comprobar la veracidad de la hipótesis, además de ofrecer datos e inferencias sobre la población estudiada (Valderrama Mendoza, 2015).

El muestreo será del tipo probabilístico aleatorio simple. Es decir, la probabilidad de selección para todos los elementos que son objeto de estudio es la misma. Posteriormente los elementos escogidos serán ensayados.

La muestra cuenta con 2000 m del total de la trocha carrozable.

Los puntos de exploración será de dos calicatas, ubicadas en las progresivas: C1: 0+500, C2: 0+1500.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Se optará por la observación como técnica principal, es decir que la información recolectada que se obtuvo se debe plasmar en formatos los cuales se rigen según la norma ASTM, que han sido adaptados por el MTC para los ensayos, los cuales nos servirán para realizar un análisis de lo obtenido. Se reconoció la zona de estudio, en la cual se realizaron trabajos de excavaciones (calicatas), descripción de calicatas, muestreo de suelos alterados e inalterados y tomas fotográficas. Las muestras conseguidas serán esenciales para los trabajos que se ejecutaran en el laboratorio de suelos.

Instrumentos de recolección de datos

Este tipo de instrumentos son considerados medios materiales utilizados para la recolección y almacenamiento de información y datos.

Se obtendrán los datos para la investigación utilizando instrumentos de recolección de datos determinados con anterioridad, ver tabla 2.

Tabla 2: Instrumentos de recolección de datos

Instrumento	Norma
Exploración de terreno	ASTM D420-69
Granulometría	ASTM D422-MTC E 107
Clasificación AASHTO y SUCS.	ASTM D3282 y/o AASHTO M-145
Límites de Atterberg	ASTM D4318 - MTC E 107
Ensayo Proctor Modificado	ASTM D1557-MTC E-116
CBR	ASTM D1883-MTC E 132

Fuente: Elaboración propia

Validez

Se entiende por validez del contenido al grado en que un instrumento mide a la variable (Hernández y Baptista, 2014). Se necesita un nivel óptimo de validez presente en los instrumentos utilizados que nos asegure la obtención de datos precisos y confiables (Valderrama Mendoza, 2015). Para la presente investigación se hará uso de un laboratorio de mecánica de suelos que cuente con certificación para realizar ensayos y los resultados se validaran con la firma respectiva del especialista.

Confiabilidad

El grado de confiabilidad presente en un instrumento de medición se refiere a los resultados consistentes que se pueden obtener de su aplicación repetida al mismo objeto o individuo (Hernández y Baptista, 2014).

Los factores que afectan la confiabilidad y que tenemos que tener en cuenta la longitud, el tamaño y sesgo de la muestra, debiendo llegar a un equilibrio entre estos tres factores (Valerio, Yáber, y Cemborain, 2015)

Los equipos que se utilizaron en esta investigación están correctamente calibrados validando los ensayos.

3.5 Procedimientos

Durante el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo distintas actividades, las cuales procederemos a detallar a continuación.

1. Obtención de materiales

- 1.1. Se procedió al reconocimiento del terreno, para realizar la obtención de la muestra a nivel de subrasante realizando la excavación de dos calicatas, en la trocha carrozable comprendida entre Bernal y Bellavista de la Unión.
- 1.2. Posteriormente, se obtuvo la cascarilla de arroz del Molino el Sechurano, para luego ser incinerada en el laboratorio ROAN INGENIEROS EIRL. Este material será combinado con el sustrato natural en porcentajes del 10% y 20 %.

2. Recolección de datos

Obtenido el material se procedió con los ensayos respectivos.

- 2.1. Se realizó el ensayo de análisis de granulometría por tamizado (ASTM D-422), para las dos calicatas de suelo natural.
- 2.2. Se realizó la clasificación con SUCS con la norma ASTM D2487-17, para las dos calicatas con las muestras de subrasante.
- 2.3. Se realizó la clasificación AASHTO con la norma ASTM D3282-17, para las dos calicatas con las muestras de subrasante.

- 2.4. Se determinó el contenido de humedad del suelo natural (ASTM D-2216)
- 2.5. Se realizó el ensayo de los Límites de Atterberg, según la norma NTP 339.128 / ASTM D 4318.
- 2.6. Se realizó el ensayo de proctor modificado, según la norma NTP 339.141 / ASTM D 1557. Para la muestra natural y las dosificaciones con incorporación del 10% y 20% de CCA.
- 2.7. Se determinó la curva de compactación con el contenido de humedad y la densidad seca de cada una de las muestras.
- 2.8. Se realizó el ensayo de CBR de las muestras de material combinado (NTP 339.145 / ASTM D 1883).

3.6 Método de análisis de datos

En esta etapa se realizó un análisis estadístico descriptivo de cada una de las variables en la matriz y el estudio, finalmente utiliza cálculos estadísticos para probar sus hipótesis. (Hernández y Baptista, 2014)

La información de campo fueron registradas en formatos representativos los cuales fueron elaborados en Excel, estos ayudaran a comprender el estudio.

3.7 Aspectos éticos

La investigación está basada en trabajos de otros investigadores, lo que sirvió de punto de partida , se respetará la autoría de las referencias consultadas, así como de las imágenes, las tablas y figuras, la cual pide citar lo expuesto respetando los valores éticos y los derechos de autores. Dicho esto podemos decir que los valores presentes durante el desarrollo de la investigación serán la honestidad y respeto. De la misma forma en mi investigación se elabora un panel fotográfico en el cual se observara la veracidad con que fueron tomadas las muestras y desarrolladas, confirmando así que los resultados y cálculos obtenidos no fueron manipulados.

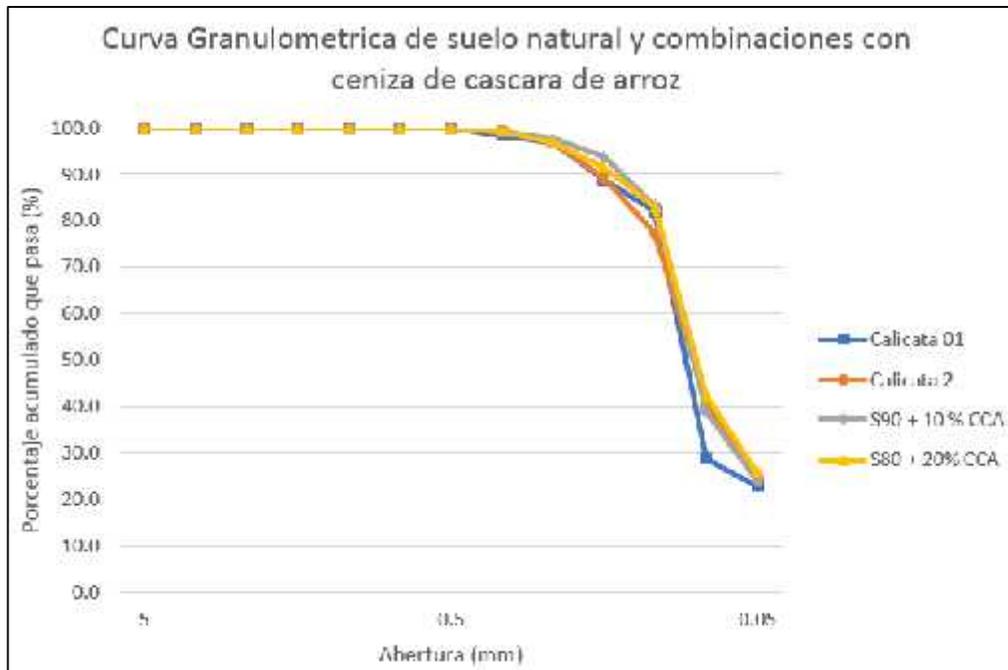
IV. RESULTADOS

Los ensayos del presente proyecto de investigación se desarrollaron en el Laboratorio ROAN INGENIERO E.I.R.L ubicado en el Centro Poblado de San Clemente, de acuerdo a las normas ASTM y adaptada en el Manual de ensayo del Materiales por el MTC.

Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado (MTC E 107 – ASTM D422)

En base a la norma del MTC E107, se muestra en la figura 4 las curvas granulométricas para los materiales correspondientes a la muestra natural y las combinaciones del 10% y 20%.

Figura 4: Curva Granulométrica suelo natural y combinaciones



Fuente: Adaptado de Laboratorio ROAN INGENIEROS EIRL

Tabla 3: Resultado de Ensayo Granulométrico por tamizado

Análisis Granulométrico por tamizado							
Muestra	Gravas (%)	Arenas (%)	Limos y Arcillas (%)	Humedad (%)	Clasificación		
					SUCS	AASHTO	
Calicata 01	0.0	77.2	22.8	1.61	SC	A-2-4(1)	
Calicata 02	0.0	75.5	24.5	1.96	SC	A-2-4(1)	
M1 CCA10%	+	0.0	76.2	23.8	1.26	SC	A-2-4(1)
M1 CCA20%	+	0.0	74.2	25.8	1.04	SC	A-2-4(1)

Fuente: Adaptado de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

De los datos obtenidos del ensayo granulométrico por tamizado descritos en la tabla 3 se desarrollaron de acuerdo a lo indicado en el manual de carreteras y especificado en la MTC E107 con referencia normativa ASTM D422, pudimos demostrar que los materiales de ambas calicatas son homogéneos, según la clasificación AASTHO ubica a las muestras en la categoría A-2-4(1) gravas y arenas limosas arcillosas, según la clasificación SUCS describe al material como Arenas arcillosas SP con un contenido de humedad promedio 1.47%.

Contenido de Humedad de un Suelo (MTC E 108-ASTM D2216).

Tabla 4: Resultado del Contenido de Humedad calicata 01 y 02 (W%)

Contenido de Humedad		
Calicata Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)
C-1 M-1	0.60 – 1.50	1.61
C-2 M-2	0.60 – 1.50	1.96

Fuente: Adaptado de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

De acuerdo al ensayo realizado según la norma MTC E 108 con referencia normativa ASTM D2216 obtenemos que el material clasificado como areno arcilloso es de bajo porcentaje de humedad tal como se muestra en el cuadro anterior.

Límites de Atterberg

Realizado el ensayo respectivo se obtuvieron los resultados de los límites de Atterberg (Ver tabla 5).

Tabla 5: Resultado Límite líquido - limite plástico e IP de la muestra natural

Muestras	Límites de Atterberg		
	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de plasticidad (%)
Calicata 01 – M1	27	18	9
Calicata 02 – M2	26	18	8

Fuente: Adaptado de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos para la calicata 01 y 02, según la clasificación de suelos tomando en cuenta el IP resultante de las dos calicatas, estos son suelos arcillosos de plasticidad media.

Ensayo de Proctor Modificado (MTC E 115-ASTM D1557)

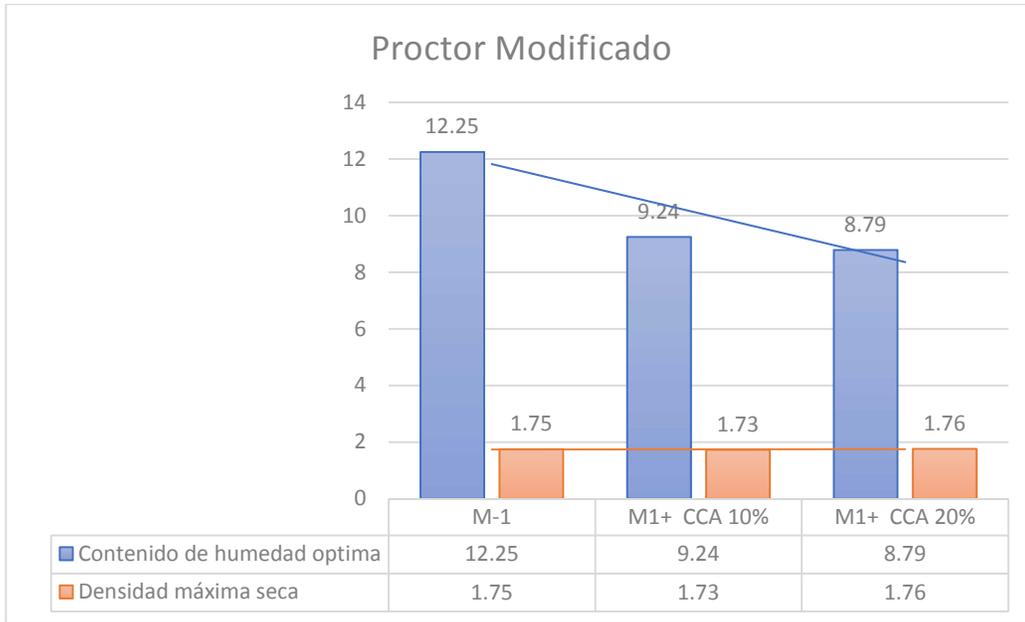
Tabla 6: Resultados Proctor Modificado

Proctor Modificado		
Muestra	Contenido de Humedad Óptima (%)	Densidad Máxima Seca(gr/cm³)
M-1	12.25	1.75
M1+CCA 10%	9.24	1.73
M1+CCA 20%	8.79	1.76

Fuente: Adaptado de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

Los resultados se obtuvieron según los procedimientos descritos en MTC E115 con referencia normativa NTP 339.141 y la ASTM D 1557 la cual utiliza un energía modificada de 2 700Kn-m/m³, se utilizó el método A para la compactación del suelo, los resultados de la muestra natural nos arrojó un contenido de humedad optima de 12.25% y una D.M.S de 1.75gr/cm³, así mismo se puede observar el contenido de humedad optima y densidad máxima seca de las combinaciones con el 10% y 20% de CCA.

Figura 5: Proctor Modificado



Fuente: Elaboración propia – resultados obtenidos de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

De acuerdo con el gráfico anterior se muestran los resultados de la muestra natural así como de sus combinaciones con adiciones del 10% y 20%, teniendo como resultados en la muestra natural un contenido de humedad óptima de 12.25 % y D.M.S de 1.75gr/cm³, la muestra con adición del 10% nos muestra un contenido de humedad de 9.24 % y una máxima densidad seca de 1.73 gr/cm³, seguido por la muestra con adición del 20% con un contenido de humedad de 8.79% y M.D.S de 1.76gr/cm³.

Análisis: De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos observar que al adicionarle mayores porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz el porcentaje de contenido de humedad óptima disminuye y la máxima densidad seca disminuye con la adición del 10% y vuelve a aumentar con el porcentaje del 20% de CCA, obteniendo como resultado 1.73gr/cm³ y 1.76gr/cm³ respectivamente, por lo que concluimos que con la adición del 20% de ceniza de cascarilla de arroz obtenemos la máxima densidad seca de 1.76 gr/cm³ con un contenido de humedad óptima de 8.79%, esto nos dice que al añadir ceniza de cascarilla de arroz aumenta la compactación del suelo con una reducción de vacíos, lo que proporciona una mayor densidad al suelo.

Método California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó con la finalidad de determinar la capacidad portante del suelo natural así como de las muestras con las adiciones del 10 y 20% de Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA).

Los resultados del ensayo de CBR al 95% y 100% con penetración de 0.1" se describen en el siguiente cuadro.

Tabla 7: Resultados de California Bearing Ratio (CBR)

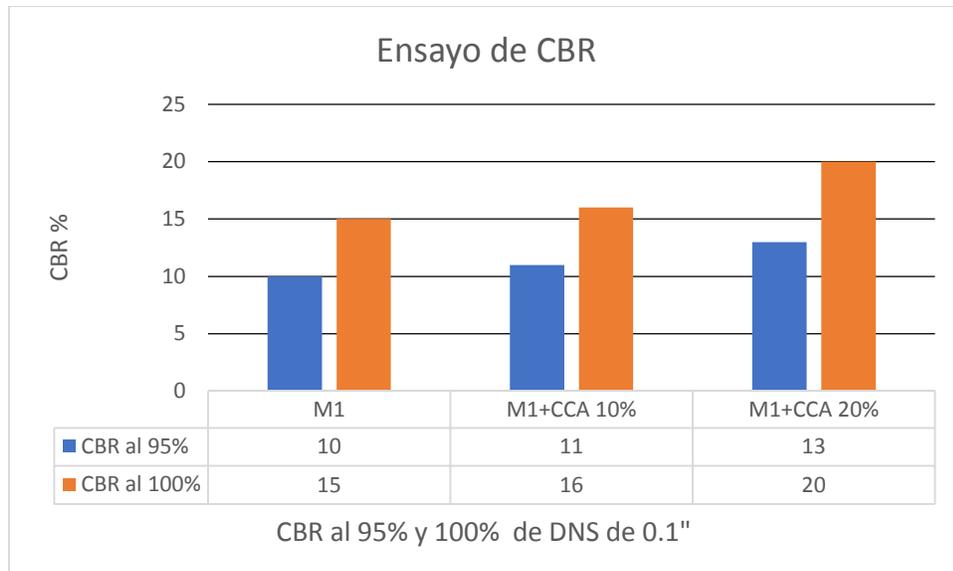
CBR		
Muestra	CBR al 95%	CBR al 100%
	0.1 "	0.1 "
M1	10	15
M1+CCA 10%	11	16
M1+CCA 20%	13	20

Fuente: Adaptado de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

Los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) se realizaron siguiendo las pautas descritos en la MTC E132, según los dispuesto en el manual de carreteras 2014, con referencia normativa ASTM D 1883, el cual nos permite determinar un índice de resistencia de suelos, este método nos ayuda a evaluar la resistencia potencial de la subrasante, este estará referido al 95% de la M.D.S y penetración de 0.1".

De los resultados obtenidos del ensayo de CBR al 95 % con penetración de 0.1", y tomando como referencia la muestra con 0% de adición de Ceniza de cascarilla de arroz (CCA), tenemos que añadiendo el 10% de Ceniza de cascarilla de arroz logramos un CBR de 11% con penetración de 0.1" al 95% M.D.S, seguido por la muestra con adición del 20% con un CBR de 13% con penetración de 0.1% al 95% M.D.S. determinado el valor resultante del CBR , se pudo clasificar a que categoría de subrasante pertenece.

Figura 6: Ensayo de CBR



Fuente: Elaboración propia – resultados obtenidos de Laboratorio ROAN INGENIERO EIRL

Según los datos que se tienen en la figura 6 tomando como referencia a la muestra natural del suelo (M-1), la M-1 con adición del 20% de CCA en el ensayo de proctor modificado tuvo un contenido de humedad de 8.79% y densidad máxima seca de 1.76gr/cm³, logrando luego de la saturación un CBR de 13% al 95% de M.D.S y una penetración de 0.1", la muestra con adición del 10% CCA nos muestra un CBR del 11% al 95% de M.D.S a una penetración de 0.1".

Análisis: De los resultados obtenidos se observa que el CBR aumenta con cada adición de ceniza de cascarilla de arroz, el valor optimo del CBR se obtiene cuando se añade el 20% de ceniza de cascarilla de arroz, con un incremento del 3 % de capacidad de soporte en referencia a la muestra natural, es decir aumento de un 10% a un 13% al 95% de D.M.S a una penetración de 0.1", categorizándose a la subrasante en función a los resultados obtenidos como una subrasante buena.

V. DISCUSIÓN

-) Los resultados de los ensayos de la presente investigación guardan relación con lo que sustenta (Araujo Cueva y Urbano Ciriaco, 2020), donde indica que con el aumento de ceniza de cascarilla de arroz en diferentes proporciones a suelos arcillosos, influye en la estabilización de la subrasante y que mejora su resistencia, lo que nos brinda una amplia confianza al manifestar los resultados obtenidos en la investigación, aceptando así la hipótesis general planteada que es la adición de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) influirá en la estabilización de la sub rasante.
-) Los resultados obtenidos para el ensayo de proctor modificado con las diferentes adiciones de CCA con respecto al peso de la muestra natural, nos arrojan un resultado del 9.24% con la adición del 10% de CCA y para la adición del 20% de ceniza de cascarilla de arroz un contenido de humedad optima de 8.79% en referencia al contenido de humedad de la muestra natural de suelo que tiene una humedad optima del 12.25 %, demostrando que cada vez que se le añaden porcentajes de CCA respecto al peso muestra natural del suelo este disminuye.

Los anteriores resultados tienen relación con lo que sostiene (Diaz Vásquez , 2018), que nos demuestra que el óptimo contenido de humedad disminuyen al incrementar el contenido de cenizas de cascarilla de arroz a la muestra natural del suelo pero obteniendo diferentes resultados, en la adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz le arroja un resultado de 9.4 % y par la adición del 20% un

porcentaje del 8.1%, asemejándose a los obtenidos en mi proyecto de investigación. Cabe señalar que las clasificaciones de suelo de ambos proyectos son diferentes.

) Los valores para la M.D.S obtenidos del ensayo de proctor modificado nos refleja que al adicionarle porcentajes de ceniza de cáscara de arroz esta obtiene un aumento de la M.D.S, obteniendo un valor máximo de 1.76gr/cm³ con la adición del 20% de ceniza de cascarilla de arroz en referencia a la muestra inicial de suelo areno arcilloso de 1.75 gr/cm³ por lo que podemos decir que mi resultado guarda relaciones con lo que obtiene (Diaz Vásquez , 2018), donde señala que al incrementar diferente porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz la densidad máxima seca aumenta, logrando obtener la M.D.S con la incorporación del 20% de ceniza de cascarilla de arroz al peso de la muestra, arrojando un resultado de 1.88gr/cm³, dándonos a entender que se aumenta la densidad del suelo al adicionar la CCA.

) De los resultados obtenidos del ensayo de CBR, en mi investigación para un tipo de suelo areno arcilloso, obtenemos que al incorporar adiciones de 10% y 20% de ceniza de cascarilla de arroz al peso de la muestra natural de suelo de subrasante, estas influyen en la resistencia del suelo de subrasante. se demostró que el mayor incremento de índice de CBR se obtuvo al adicionarle el 20% de ceniza de cáscara de arroz a la muestra de suelo, incrementándose el CBR de 10 % a 13% al 95 %.

Según los valores anteriormente descritos podemos decir que guardan relación con los obtenidos por (Diaz Vásquez , 2018), donde nos demuestra que con las diferentes combinaciones de CCA se logra un incremento de la resistencia del suelo, logrando con un porcentaje de

adición del 20% de ceniza de cascarilla de arroz un porcentaje máximo de CBR de 13.8% al 95%.

Los resultados de las dos investigaciones son casi similares ya que logran su máximo porcentaje de CBR incorporando el 20% de CCA, pero en suelos con clasificación diferente.

-) En relación a los resultado obtenidos en los ensayos podemos decir que la incorporación de cáscara de arroz en las diferentes adiciones del 10% y 20% si influye en la resistencia del suelo, incrementándose su índice de CBR cada vez que se añadían los porcentajes de ceniza cascarilla de arroz, logrando con la incorporación del 20% de ceniza de cáscara de arroz un mejor comportamiento, incrementándose el CBR de un 13% a un 95% de M.D.S con penetración del 0.1", en relación a la muestra natural de CBR 10%. Podemos decir que los resultados guardan relación con lo que expone (Castro Cuadra, 2017), donde indica que incorporando diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz aumenta la resistencia de del suelo de sub rasante, mencionando que para la adición del 20% de ceniza de cascarilla de arroz se logró incrementar el índice de CBR de 5% a 19.40%, aumentando en cuatro veces su resistencia. Si analizamos su investigación podemos decir que son similares en cuanto a la aplicación de los porcentajes del 20% de ceniza de cáscara de arroz, pero en diferente clasificación de suelos, se obtuvieron diferentes resultados, para el caso uno se obtuvo un resultado de CBR del 13% y para el segundo caso un CBR de 19.40% al 95% ambos, logrando una subrasante buena para ambos casos según lo especifica la caracterización del manual de carreteras del MTC.

VI. CONCLUSIONES

- J Del proyecto de investigación, tomando como referencia el objetivo general y de acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que la ceniza de cascarilla de arroz aporta grandes resultados en la estabilización a nivel de sub rasante, obteniendo su mejor comportamiento con la adición del 20% de CCA, logrando mejorar las propiedades del suelo areno arcilloso en la trocha carrozable comprenda entre Bernal y Bellavista de la Unión.

- J Respecto al contenido de humedad optima en los porcentajes del 10% y 20% de ceniza de cascarilla de arroz, se evidencio una disminución de 12.25% a 9.24% y 12.25% a 8.79% respectivamente, en cuanto a la densidad máxima disminuye para la adición del 10% de CCA de 1.75% a 1.73% y aumenta de 1.75% a 1.76% para la muestra del 20%.

- J Del ensayo de proctor modificado podemos decir que este mostró un aumento de la densidad seca con la incorporación del 20% de ceniza de cascarilla de arroz. En referencia al contenido de humedad, este disminuyo hasta el porcentaje del 20%, teniendo una disminución del 12.25 % a un 8.79%.

- J Se evidencio un incremento en los valores de CBR para las combinaciones de muestra natural más el 10% y 20% de cenizas de cascarilla de arroz del peso de la muestra natural , teniendo el máximo valor de índice de CBR con el porcentaje del 20% de cenizas de cascarilla de arroz, incrementándose de 10 % a 13% al 95% de la M.D.S seca del proctor modificado a una penetración de 0.1", y el CBR al 100% del 15 % al 20%.

VII. RECOMENDACIONES

-) Tal y como se demostró en la investigación, la adición de cenizas de cascarilla de arroz mejora la resistencia del suelo, por lo que se recomienda seguir con investigaciones incorporando diferentes porcentajes a distintos tipos de suelo.
-) Se recomienda extender el estudio con cenizas de cascarilla de arroz a diferentes clasificaciones de suelos ya que nuestro país desecha considerables cantidades de cáscara de arroz, y que se convertiría en una gran solución ambiental.
-) Tanto en el presente proyecto y en otras investigaciones, se ha demostrado que las cenizas de cascarilla de arroz aportan al suelo propiedades estabilizantes siendo calcinadas a temperaturas adecuadas, por lo que se recomienda estudiar a mayor detalle su potencial estabilizador en diferentes tipos de suelos en diferentes porcentajes.
-) Se recomienda estudiar diferentes combinaciones con ceniza de cascarilla de arroz de diferentes clases con otros estabilizadores, como por ejemplo la cal, el cemento, ceniza de cascarilla de café, concha de abanico, etc.
-) El presente proyecto de investigación solo es para suelos SC – Arenas arcillosas.
-) En base a los resultados, sería conveniente realizar pruebas en campo, para obtener mejores evidencias de lo que analizamos en el laboratorio.

REFERENCIAS

- Alejandro Salazar J. (2002). *“Síntesis de la tecnología del concreto. Una manera de entender a los materiales (tercera ed.)*. Cali: Corporación Construir.
- Allauca, Amen, & lung. (2009). *Uso de sílice en hormigón de alto desempeño*. Guayaquil-Ecuador.
- Araujo Cueva, L. D., & Urbano Ciriaco, D. F. (2020). *Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cáscara de arroz en calle Integración - Chosica 2019*. Lima-Peru.
- ASTM D 3282. (s.f.). *Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes*.
- ASTM Standard D1557-12. (2009). *Standard Test Methods for Laboratory Compactacion Characteristics of Soil Using Modified Effort*.
- ASTM Standard D1883-16. (2014). *Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*.
- ASTM Standard D2216-19. (s.f.). *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*.
- ASTM Standard D2487. (2000). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*.
- ASTM Standard D4318-17. (2010). *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*.
- Barragán Garzón, C. A., & Cuervo Camacho, H. A. (2019). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA ADICIÓN DE CENIZA*. Girardot - Cundinamarca.
- Barragán Garzón, C. A., & Cuervo Camacho, H. A. (2019). *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno- arcilloso*. Girardot-Cundinamarca.
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Braja M.Das. (2015). *"Fundamentos de ingeniería geotécnica", ISBN-13 9786075193724 (4ta Edición ed.)*. Mexico.
- Caamaño Murillo, I. (2016). *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente*. Bogotá D.C.
- Cajaleon Salas, O. C., & Mondragon Diaz, D. Y. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018*. Lima-Perú.

- Castro Cuadra, A. F. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Lima - Perú.
- Ccopa Quispe, R. (2019). *Estudio técnico económico de la fabricación de bloques de concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz*. Arequipa-Perú.
- Chicaiza Estévez, E., & Oña Oña, F. (2018). *Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascarilla de arroz*. Quito.
- Díaz Vásquez, F. (2018). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018*. Lima.
- Escobar Sulca, J. J., Quispe Sánchez, G. D., Quispe Salazar, F. R., Arana Soto, J. B., & Huarcaya Quiquia, R. B. (2021). *Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz*. Lima-Perú.
- Galvez Reyes, P. M., & Santoyo Villegas, J. K. (2019). *Estabilización de Suelos Cohesivos a Nivel de Subrasante con Ceniza de Cáscara de Arroz, Carretera Yanuyacu Bajo – Señor Cautivo*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.
- Hidalgo Ramírez, F., & Saavedra Salazar, J. A. (2020). *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín*. Lima-Perú.
- Honores Adanaqué, A. S. (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*. Piura-Perú.
- Huaraz Choi, C. (2013). *"Diseño de un gasificador de 25 kW para aplicaciones domésticas usando como combustible cascarilla de arroz"*. Lima-Perú.
- Kumar Yadad, A., Kumar Gaurav, Kishor, R., & S.K. Suman. (2017). Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 254-261. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.02.001>
- Licuy Ordóñez, C. A., & Román Solórzano, K. E. (2020). *Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en peso, de puzolanas de*

ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales. Quito.

- Llamoga Vásquez, L. Y. (2017). *Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016*. Cajamarca - Perú.
- MINAGRI. (2020). *Marco Orientador de Cultivos para la Campaña Agrícola 2020-2021*. Lima.
- MTC. (2014). *“Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito”*. Lima-Perú.
- MTC. (2014). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. LIMA-PERU.
- MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima-Perú.
- Novoa Galeno, M. A., & Vásquez Piñeros, M. P. (2017). *La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero*. Bogotá-Colombia.
- NTP 339-128 Norma Técnica Peruana. (2014). *Suelos: Método de ensayo para el análisis granulométrico*. Lima.
- Ramal Montejo, R., Raymundo Juárez, J. E., & Chávez Ancajima, J. S. (2020). *Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. Revista Científica Institucional TXHOECOEN, 131-140.*
- Ramos Veintemilla, C. E., & Solórzano Rodríguez, G. J. (2018). *“Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2018”*. Trujillo.
- Rondon, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Colombia: Ecoe Ediciones ISBN: 978-958-771-175-2.
- Valderrama Mendoza, S. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Lima-Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Valerio, E., Yáber, G., & Cemborain, M. S. (2015). *Metodología de la investigación: paso a paso*. Mexico: Editorial Trillas.
- Valverde, A., Sarria , B., & Monteagudo, J. (2007). *Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz. Scientia Et Technica, 255-260.*

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	Proviene de la combustión de la cascarilla de arroz el cual genera una variedad de óxidos, dentro de los que se destaca el dióxido de silicio en una proporción del 98 %, dándole propiedades Puzolanas, se debe someter a calcinación a 400 y 800°C aproximadamente para ser usado en construcción(Ccopa Quispe, R, 2019)	La ceniza de cascarilla de arroz es un producto que se caracteriza por tener dentro de sus componentes un alto contenido de sílice dándole propiedades puzolánicas y puede ser utilizado para mejorar las propiedades de suelo de subrasante aplicándole el 10% y 20% a este.	Dosificación de la ceniza de cáscara de arroz	Porcentaje del 10 % y 20% del peso de la muestra de la Subrasante	Razón
V.D. SUBRASANTE	Se define como la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), la cual soportara la estructura del pavimento y que debe estar conformada por suelos de características aceptables de tal manera que no se vea afectado por la carga de diseño que proviene del tránsito (Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos del MTC, 2014).	Superficie de camino sin pavimentar el cual se analizara adicionando diferentes proporciones de ceniza de cáscara de arroz para saber en cuanto mejoran sus propiedades	Contenido de humedad	Proctor Modificado	Nominal
			Densidad máxima seca		
			Resistencia	Valor Relativo de Soporte CBR	

Tabla 8: Matriz de Operacionalización de variables

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos

Zona de estudio

La zona de estudio se realizó entre los límites de Bernal y Bellavista de la Unión pertenecientes a la provincia de Sechura.

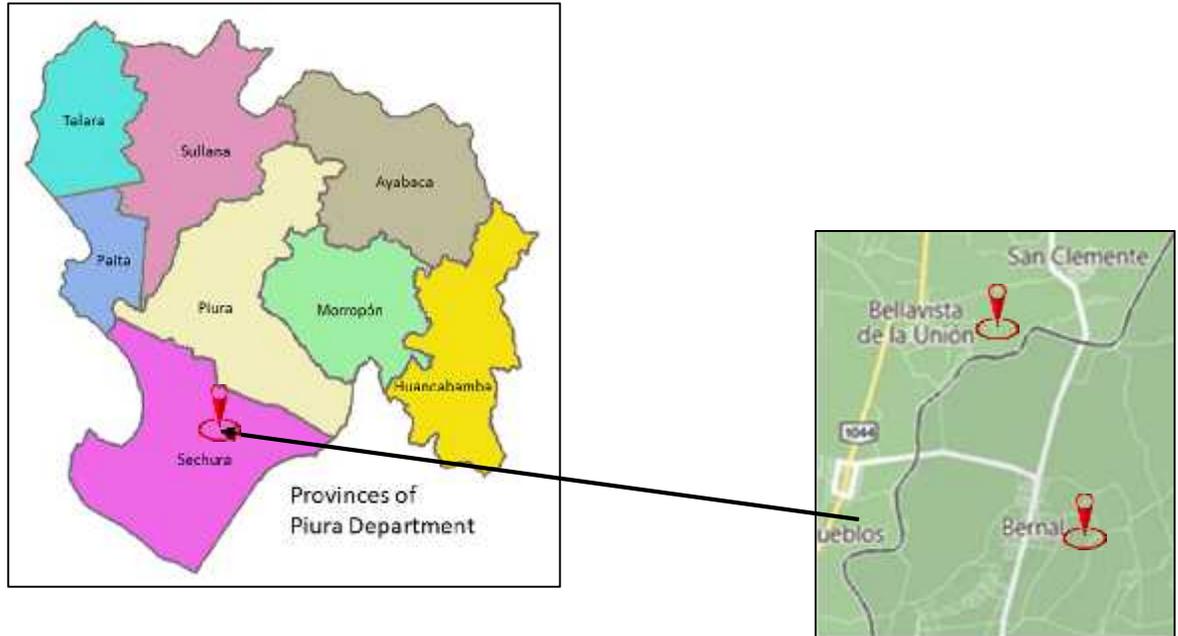


Figura 7: Delimitación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia (2021)

Localización de Calicatas

Se realizó el reconocimiento del terreno con el objeto de ubicar los puntos de excavación de la calicatas, se determinó la excavación de 02 calicatas con una sección de 1.00m x 1.00 m y una profundidad hasta 1.50 m, distribuidas en la zona del proyecto tal como se muestra en la tabla 13.

Figura 8: Ubicación de calicatas



Fuente: Elaboración Propia (2021)

Tabla 9: Ubicación de calicatas

Ubicación de Calicatas					
Muestra	Coordenadas		Progresivas	Profundidad	Nivel Freático
	x	y			
C - 01	528398	9398606	1 + 500	0.0 - 1.50	No
C - 02	528381	9398895	0 + 500	0.0 - 1.50	No

Fuente: Elaboración Propia.

Calculo de la Muestra

Para determinar el tamaño de nuestra muestra, se calculó mediante la fórmula de muestra finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra	=	¿?
p	=	Probabilidad que la hipótesis sea verdadera	=	50%
q	=	(1-p) Probabilidad de No ocurrencia de la hipótesis	=	50%
e	=	Error de estimación máximo aceptado	=	2%
Z ²	=	Nivel de confianza	=	2.33
N	=	Tamaño de la población o universo	=	2km

Tabla 10: Nivel de confianza o seguridad en el muestreo

Nivel de confianza	Coficiente de confiabilidad(Z)
99%	2.58
98%	2.33
97%	2.17
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.65
80%	1.28
50%	0.67

Fuente: adaptado de (Borja Suárez, 2016)

Calculo del tamaño de la muestra

Cuando no se encuentran trabajos previos debemos asumir que $p=q=50\%$, se muestran los siguientes datos para el cálculo.

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra	=	¿?
p	=	Probabilidad que la hipótesis sea verdadera	=	50%
q	=	(1-p) Probabilidad de No ocurrencia de la hipótesis	=	50%
e	=	Error de estimación máximo aceptado	=	2%
Z^2	=	Nivel de confianza	=	2.33
N	=	Tamaño de la población o universo	=	2km

$$n = \frac{2^2 * 2.33^2 * 0.5 * 0.5}{0.02^2 * (2 - 1) + 2.33^2 * 0.5 * 0.5} = 1258.54m$$

De lo que obtenemos que se requiere realizar el estudio en no menos de 1258.54 m en la trocha carrozable comprendida entre Bernal y Bellavista de la Unión para obtener un nivel de confianza del 98%.

Fundamentos Teóricos

Subrasante

Para que una subrasante sea apta los suelos tienen que tener un CBR $\geq 6\%$, en caso de ser menor, se dice que es una subrasante pobre por lo que se debe proceder a la estabilización del suelo, según el tipo de suelo hay alternativas de solución, tales como la sustitución de suelos o incorporación de un agente estabilizante. (MTC, Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

Tabla 11: Categorías de Sub rasantes

Categorías de sub rasantes	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR $<3\%$
S1: Subrasante insuficiente	De CBR=3% a CBR $<6\%$
S2: Subrasante regular	De CBR=6% a CBR $<10\%$
S3: Subrasante buena	De CBR=10% a CBR $<20\%$
S4: Subrasante muy buena	De CBR=20% a CBR $<30\%$
S5: Subrasante excelente	De CBR=30%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos del MTC (2014)

Caracterización de la Sub rasante

Para definir las características físicas y mecánicas de los materiales que componen la sub rasante es necesario la ejecución de calicatas con una profundidad como mínimo de 1.5m, las cuales estarán ubicadas a lo largo del

camino y comprendidas en el área de la calzada a distancias aproximadas indicadas en la tabla 12 (MTC, 2014).

Tabla 12: Numero de calicatas para exploración de suelos

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Nro. mínimo de calicatas	observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzada separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m Respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none">) Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido.) Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido.) Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido. 	Las calicatas se ubicaran longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multi carril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m Respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none">) Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido.) Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido.) Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido. 	
Carretera de Primera Clase: carretera con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m Respecto al nivel de sub rasante del proyecto	4 calicatas x km	Las calicatas se ubicaran longitudinalmente y en forma alternada
Carretera de Segunda Clase: carretera con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m Respecto al nivel de sub rasante del proyecto	3 calicatas x km	
Carretera de Tercera Clase: carretera con un IMDA entre 401-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m Respecto al nivel de sub rasante del proyecto	2 calicatas x km	
Carretera de Bajo Volumen de Transito: carretera con un IMDA 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m Respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicatas x km	

La cantidad de ensayos a realizarse estara contemplada en la tabla 13 donde nos define cuantos ensayos del CBR debemos realizar según la carretera que tenemos (de acuerdo a su tipo). El número de ensayos que se establece en dicha tabla se aplica para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitados.

Tabla 13: Número de ensayos CBR para Subrasante

Tipo de carretera	Nº MR y CBR
<p>Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzada separadas, cada una con dos o más carriles.</p>	<ul style="list-style-type: none">) Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y CBR cada 1 km x sentido.) Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y CBR cada 1 km x sentido.) Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y CBR cada 1 km x sentido.
<p>Carreteras Duales o Multi carril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.</p>	<ul style="list-style-type: none">) Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y CBR cada 1 km x sentido.) Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y CBR cada 1 km x sentido.) Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y CBR cada 1 km x sentido.
<p>Carretera de Primera Clase: carretera con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.</p>	<p>1 MR Cada 3 km y CBR cada 1 km</p>
<p>Carretera de Segunda Clase: carretera con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.</p>	<p>Cada 1.5 km se realizara un CBR</p>
<p>Carretera de Tercera Clase: carretera con un IMDA entre 401-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.</p>	<p>Cada 2 km se realizara un CBR</p>

Carretera de Bajo Volumen de Transito: carretera con un IMDA 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	Cada 2 km se realizara un CBR
--	-------------------------------

Estabilización de suelos

Se define como el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo a través de procesos mecánicos o incorporación de otro estabilizante.

Los principales criterios que debemos de tener en cuenta para estabilizar un suelo se muestran en la tabla 14.

Tabla 14: Criterios geotécnicos para estabilizar un suelo

Criterios geotécnicos para estabilizar un suelo
Suelos con CBR 6%, se consideran aptos para las capas de la sub rasante.
Cuando la capa de Sub rasante sea arcillosa o limosa, que al humedecerse, partículas de estas puedan penetrar en las capas del pavimento contaminándolas.
La superficie de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática.
En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelos al congelamiento
Determinar el tipo de suelo existente

Fuente: Adaptado del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos del MTC (2014)

A continuación mostraremos algunos tipos de estabilizaciones de suelos

-) **La estabilización física**, comprende modificar el suelo influenciando variaciones físicas en el mismo. Algunos de los métodos usados comprenden: la mezcla de suelos, la vibroflotación o vibrocompactación, uso de geotextiles y la consolidación previo.
-) **La estabilización mecánica** tiene como finalidad el refuerzo del suelo mediante el uso de compactación, un proceso que permite reducir el

volumen de vacíos existentes en el sustrato sin cambiar su estructura ni composición inicial.

) **estabilización química** entendemos el proceso de adición de sustancias químicas patentadas cuyo uso se basa en sustituir iones metálicos y provocar cambios en la sustitución de los suelos comprendidos en el proceso. Algunas de las sustancias utilizadas para este fin son: la cal, productos asfálticos, el cemento portland, cloruro de calcio, cloruro de sodio, polímeros, escoria de fundición y hule de neumáticos. Algunos de los métodos de estabilización química son los siguientes:

) **Estabilización con cal:** El tratamiento se obtiene de la integración y mezcla del suelo con cal y agua. La cal que utilizada es óxido cálcico (conocido también como cal hidratada o cal viva). Incorporando agua, cal hidratada o cal viva al suelo en proporciones adecuadas podemos tener la composición deseada. La cal para poder ser utilizada debe satisfacer lo establecido en las especificaciones ASTM C-977 o AASHTO M-216 (EG-2013).

Uno de los cambios más relevantes que le produce la cal al suelo es el de modificar de manera perceptible su plasticidad.

) **Estabilización con cemento:** La estabilización es obtenida por la combinación de un suelo disgregado con material de cemento, agua y otros agregados, continuados con una compactación y un proceso de curado adecuado, aumentando con esto la resistencia del suelo.

) **Otros tipos de estabilizaciones** químicas comprenden el uso de sales, productos, cenizas volantes, encimas y polímeros. Sin embargo, en muchos casos el uso de estos estabilizantes químicos genera alto niveles de contaminación. Por este motivo, se han llevado a cabo investigaciones y desarrollo de nuevos métodos alternativos más económicos y ecoamigables con el ambiente. Como, por ejemplo, el uso de fibras PET, cenizas de café, residuos de mármol, bagazo extraído de caña de azúcar, polvo de vidrio, cenizas de cascarilla de arroz, etc.

(Escobar Sulca, Quispe Sánchez, Quispe Salazar, Arana Soto, & Huarcaya Quiquia, 2021).

La aplicación de uno u otro método para mejorar las propiedades de los suelos, dependen principalmente del tipo de suelo a estabilizar y los recursos que tengamos para hacerlo posible.

Ceniza de cáscara de arroz.

Proviene de la combustión de la cáscara de arroz, entre sus composición química destaca el dióxido de silicio en una proporción del 98 %, dándole propiedades Puzolanas (Ccopa Quispe, 2019), cuando la combustión es a tajo abierto se obtiene SiO₂ cristalina no reactiva en gran escala, la misma que para lograr actividad puzolánico debe ser llevada a tamaños más pequeños (Llamoga Vásquez, 2017).

Las características físicas son mostradas en la tabla 15, las que fueron adaptadas de Huaraz Choi, 2013.

Tabla 15: Propiedades físicas de la ceniza de cascarilla de arroz

Propiedades Físicas	Valor
Humedad (%)	0.65
Densidad (Kg/m ³)	1684
Masa unitaria suelta (Kg/m ³)	205
Masa unitaria compacta (Kg/m ³)	272
% de vacíos en agregado suelto	0.88
% de vacíos en agregado compacto	0.84

Fuente: Adaptado (Novoa Galeno & Vásquez Piñeros, 2017)

La investigación realizada por Juliano (1985) nos indica que la ceniza está compuesta entre 90 a 96% de sílice. La composición química de la ceniza de cáscara de arroz es mostrada en la tabla 16, tomando como base la investigación desarrollada por Kumar Yadad, Kumar Gaurav, Kishor, y S.K. Suman, (2017).

Tabla 16 Composición química de Ceniza de Cáscara de Arroz:

Componente	% en peso
Sílice (SiO ₂)	95.6
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.3
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	1.2
Óxido de calcio (CaO)	0.3
Óxido de Magnesio (MgO)	0.2

Fuente: (Kumar Yadad, Kumar Gaurav, Kishor, & S.K. Suman, 2017)

Teorías de los ensayos que se desarrollaran

Granulometría

Este ensayo tiene por finalidad determinar la proporción de los diferentes elementos que lo constituyen mediante el tamizado y así clasificarlos según su tamaño.

Tabla 17: Clasificación de suelos según tamaños de partículas

Material	Tamaño de las Partículas	
Grava	75 mm – 4.75 mm	
Arena	Arenas Gruesas: 4.75 mm – 2.00 mm	
	Arenas medias: 2.00 mm – 0.425 mm	
	Arenas Gruesas: 0.425 mm – 0.075 mm	
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC-MC-05-2014

Figura 9: Tamaño de tamices

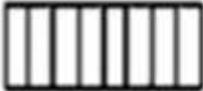
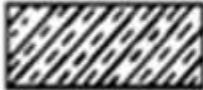
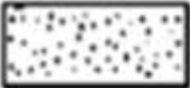
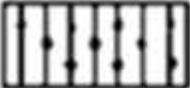
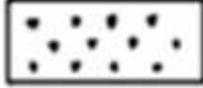
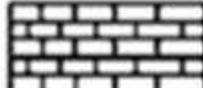
TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: (MTC, Manual de Ensayo de Materiales, 2016)

Clasificación de Suelos AASHTO – SUCS

Las muestras serán clasificadas por AASHTO y SUCS, ver figura 10 y 11.

Figura 10: Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO

Fuente: (MTC, Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

Figura 11: Clasificación SUCS

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micaea o diatomataca, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Fuente: (MTC, Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

Se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y SUCS.

Figura 12: Correlación de tipo de suelos

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Contenido de Humedad de un Suelo (MTC E 108-ASTM D2216).

Es la relación expresada como porcentaje, del peso del agua en una masa de suelo dado, al peso de las partículas sólidas.

El contenido de humedad se calculó con la siguiente formula

$$W = \frac{P \text{ d a } - P \text{ d s } s}{P \text{ d s } s} \times 100$$
$$W = \frac{M_C - M_C}{M_C - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde las variables representan:

- W = Es el contenido de humedad (%)
- M_C = Es el peso del contenedor más el suelo humedad, en gramos
- M_C = Es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- M_C = Es el peso del contenedor, en gramos
- M_W = Es el peso del agua, en gramos
- M_S = Es el peso de las partículas sólidas, en gramos

Límites de Atterberg

Establecerá cuan sensible es el comportamiento del suelo en relación con su contenido de humedad, el limite líquido (NTP 339.129/MTC E 110), limite plástico (NTP 339.129/MTC E 111), y IP (NTP 339.129/MTC E 111).

Tabla 18: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
12 > IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	baja	Suelos poco arcillosos plasticidad

Fuente: MTC-MC-05-2014

IP=0	No Plástica	Suelos exentos de arcilla
------	-------------	---------------------------

Proctor Modificado

Se desarrolla según lo establecido en el manual de ensayo de material MTC E 1115, con referencia normativa NTP 339.141 y ASTM D 1557, abarca los procedimientos de compactación usados en laboratorio, para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario compactadas cada 5 capas en un molde de diámetro de 4 pulgadas compactadas con un pisón de 10lb en relación de 25 golpes por capa produciendo una energía compactada de 2700 KN-m/m³, (MTC, Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

CBR

Se desarrolla según lo establecido en el manual de ensayo de material MTC E 132, una vez clasificados los suelos mediante los métodos AASHTO y SUCS, el ensayo estará referido al 95% de la M.D.S (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54mm.

Definido el CBR de diseño, se clasificara a que categoría de sub rasante pertenece el tramo (ver figura 13).

Figura 13: Categoría de Subrasante

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%

PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 01: Reconocimiento de la zona de estudio tramo comprendido entre Bellavista de la unión y Bernal.



Imagen 02: Reconocimiento de la zona de donde se extraerá la cascarilla de arroz, molino el Sechurano.



Imagen 03 y 04: Acopio de cascarilla de arroz y recolección.



Imagen 05: Excavación de calicata C-1



Imagen 05: Excavación de calicata C-2



Imagen 06: Muestras de suelo llevadas al Laboratorio ROAN INGENIEROS EIRL para los respectivos ensayos.



Imagen 07: Ensayo de proctor modificado



Imagen 08: Obtención de la ceniza de cáscara de arroz



Imagen 09: Mezcla del 10% de ceniza de cáscara de arroz con muestra natural.



Imagen 10: Preparación de la muestra para el ensayo respectivo de Proctor Modificado de la combinación del 10% de ceniza de cáscara de arroz y muestra natural.



Imagen 11: Realización del ensayo de proctor modificado de la mezcla con el 10% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.



Imagen 12: Realización del ensayo de proctor modificado de la mezcla con el 20% de adición de ceniza de cascarilla de arroz.



Imagen 13: Ensayo para la obtención del límite líquido de la combinación del 10% de ceniza de cascarilla de arroz y suelo natural con el uso de la copa Casa Grande.

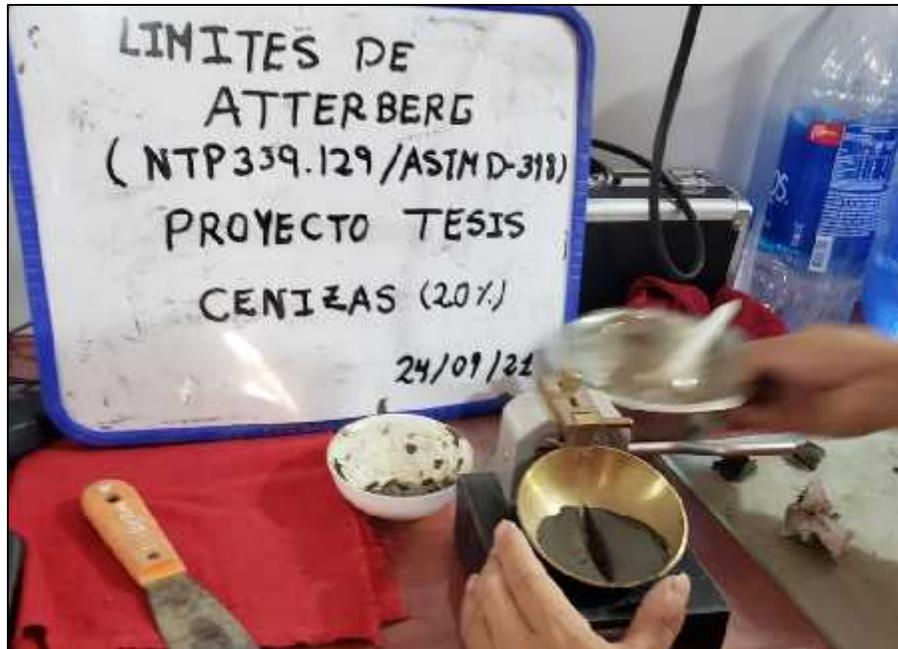


Imagen 14: Ensayo para la obtención del límite líquido de la combinación del 20% de ceniza de cascarilla de arroz y suelo natural con el uso de la copa Casa Grande.

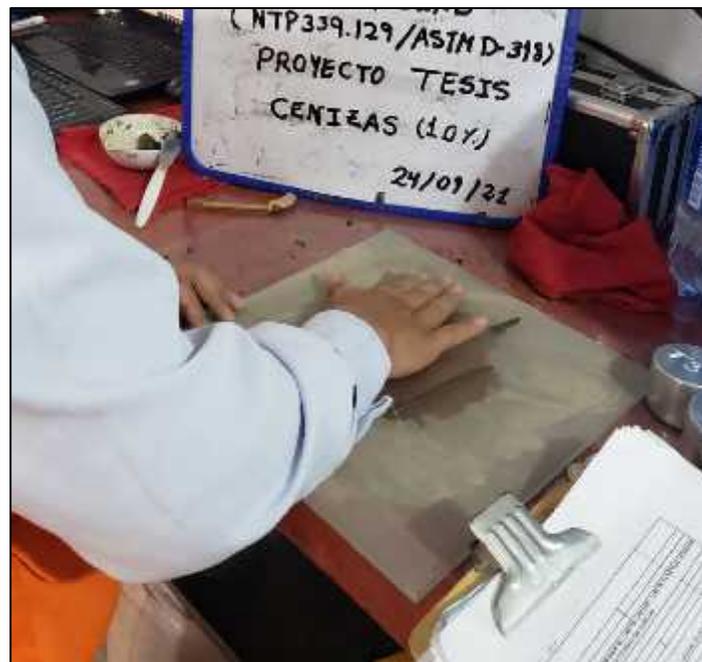


Imagen 15: Ensayo para la obtención del límite plástico con la realización de cilindros.

Registro de Ensayos de Laboratorio: Certificados
 Certificados de ensayos para la Calicata 01



**ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS -CONCRETO-ASFALTO.**



**ROAN
INGENIEROS**

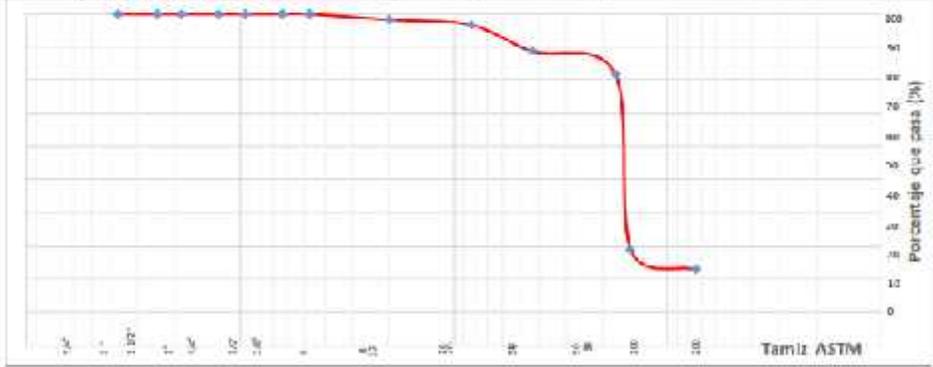
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS
 NTP 339.128 / ASTM D422

Fecha de Recepción : 16/09/2021	Nº Informe : 00068-0001 - MECANICA DE SUELOS
Fecha de Ensayo : 16/09/2021	
Fecha de Emisión : 7/10/2021	

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE	MUESTRA : ARENA ARCELOSA (TERRENO NATURAL)
PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCELOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL	PROCEDECENCIA : TROCHA CARROZARI ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA.

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:
75.2	3"	-	-	-	-	TROCHA CARROZARI ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL) % GRASA 0.0 % ARENA 77.2 % FINO 22.8 LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO 27 LIMITE PLASTICO 18 P 9
82.7	2 1/2"	-	-	-	-	
80.8	2"	-	-	-	-	
38.1	1 1/2"	0	-	-	100.0	
24.4	1"	0	-	-	100.0	
19.1	3/4"	0	-	-	100.0	
12.7	1/2"	0	-	-	100.0	
9.52	3/8"	0	-	-	100.0	
6.35	1/4"	0	-	-	100.0	
4.76	4	0	-	-	100.0	
2	10	7.0	1.7	1.7	98.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS : SU AASHTO : A-2-4(1) OBSERVACIONES
0.84	20	9.0	1.5	3.2	96.8	
0.43	40	35.5	8.1	11.3	88.7	
0.177	80	29.7	6.7	18.0	82.0	
0.149	100	235.8	53.3	71.3	28.7	
0.074	200	26.1	5.9	77.2	22.8	
	Fondo	101.10	22.8	100.0	-	
	Total	442.80	100.00			
	Peso Inicial	442.80				
	Pérdida	0.00				









ROAN A. MORALES ANTON
 TECNICO EN MECANICA DE SUELOS
 CIP: 1963170

El laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

Av. PIURA 108 B.P. SAN CLEMENTE BELLAVISTA DE LA UNION - OCHOBUENA - PIURA
 T: 051416170
 F: 051416170
 E: info@roaningenieros.com.pe



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129 / ASTM D4318

Fecha de Recepción	: 15/05/2021	N° Informe	: 00971-09-2021-ROAN
Fecha de Ensayo	: 16/05/2021		
Fecha de Emisión	: 27/05/2021		ITEM-SUELOS

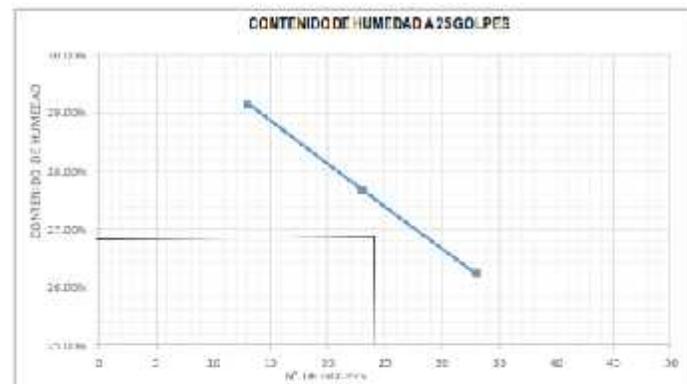
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE	MUESTRA	ARTINA ARCHILOSA TERRENO NATURAL
PROYECTO DE TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCHILOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL	PROCEDENCIA	TROCHACARROZABLE ENTRE BERNAL Y PIURA
UBICACION	PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLWISTA		

INFORMACIÓN GENERAL

	MUESTRA 1	MUESTRA 2
N° Recipiente	1	2
Peso de Recipiente (gr)	4.3	4.3
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	13.3	12.9
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	11.9	11.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.42%	17.74%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)	I	II	III
N° Recipiente	1	2	3
N° de Golpes	13	27	33
Peso de Recipiente	9.8	10.5	10.6
Peso de recipiente + Suelo húmedo	28.40	29.10	28.00
Peso de recipiente + Suelo Seco	24.26	22.90	22.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	25.17%	27.68%	25.27%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO	: 27
LÍMITE PLÁSTICO	: 18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	: 9

OBSERVACIONES:



[Signature]
IVANA ROGILLO ANTON
Ingeniero Civil
Especialista

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que deriva de la interpretación de los resultados.

J/L PIURA 101 G.P. SAN CLEMENTE BELLAVISTA DE LA UNIÓN - OGGIURA - PIURA

TEL: 961416170
CEL: 951416170
CORREO: laboratorio@roan.pe



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS -CONCRETO-ASFALTO.



CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D 2216

Fecha de Recepción : 15/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021
 Fecha de Emisión : 27/09/2021
 N° Informe : 0C974-09-2021 - ROAN / LEM - SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
 PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
 UBICACIÓN : PIJRA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA
 MUESTREADO POR : PERSONAL TÉCNICO DE ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

RESULTADOS

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PROCEDENCIA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M 01	ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)	M 01	1.51

OBSERVACIONES:



[Handwritten Signature]
 YANIRA ROSILLO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP: 126162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIJRA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIJRA

TEL: 951416170
 CEL: 951416170

roan Ingenieros@gmail.com



AREA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS DE MECANICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



ROAN
INGENIEROS

ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D 1557

Fecha de Recepción : 15/09/2021
Fecha de Ensayo : 16/09/2021
Fecha de Emisión : 27/09/2021
N° Informe : RO/N/LEM
SUFLOS

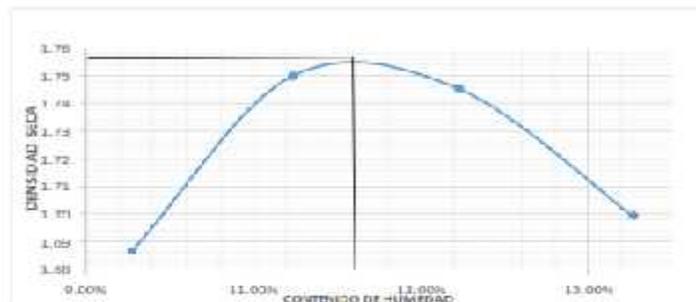
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILET AMARTEZ
PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA : ARENA ARCILLOSA (TIPO NATURAL)
UBICACIÓN : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y DELLAVISTA
PROCEDENCIA : TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

DATOS GENERALES

Procedimiento realizado : "A"
N° Molde : 1
Peso del molde (gr) : 1004
N° Capes : 5
Peso de martillo : 10 lb
Cond. de Muestra : Natural
Vol. de Molde (cm³) : 915
Altura de caída (pulg) : 10
N° de golpes : 25

Datos de Ensayo / Punto N°	Unid.	I	II	III	IV	V
Cápsula para humedad N°	-	I	II	III	IV	-
Peso de molde + Suelo húmedo	gr	3350	3447	3475	3458	-
Peso húmedo compactado	gr	1746	1845	1871	1835	-
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.89	1.99	1.98	1.96	-
DENSIDAD SECA	gr/cm³	1.69	1.75	1.75	1.70	-
Peso de cápsula	gr	0	0	0	0	-
Peso de capsula + Suelo húmedo	gr	369.5	218.8	222.7	286.5	-
Peso de capsula + Suelo seco	gr	337.3	196.3	196.3	248	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.55%	11.46%	13.45%	15.52%	-



Densidad Máx. : 1.75 gr/cm³
H. Óptima : 12.25 %

OBSERVACIONES:



[Signature]
IVAN A. ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
CIP: 196102

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en el original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JL PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA

Tel: 061416170
Cel: 961416170

www.ingenierosroan.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



ROAN
INGENIEROS

E
I
R
L

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR

NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción : 15/09/2021
Fecha de Ensayo : 16/09/2021
Fecha de Emisión : 27/09/2021
N° Informe: 00380-09-2021 -
ROAN / LEM -
SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA : ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D698 / NTP 339.141

Maxima Densidad Seca	1.75	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	12.25	%

ENSAYO CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Expansión %	Penetración (pulg.)	% M.D.S	CBR %
1	10	9	1.647		01	100.00	15.00
2	25	12.5	1.707		01	95.00	10.00
3	56	15	1.749				

OBSERVACIONES:

Pag. 1/2



IVANA ROSENDO ANTON
Ingeniero Civil
CIP. 190102

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

☎ : 951416170

📧 : 951416170

PL. PUNTA TUT C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - BOGOTÁ - PUNTA

✉ : correo@roan.ingene.com



AREA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS DE MECANICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO.



ROAN
INGENIEROS S.R.L.

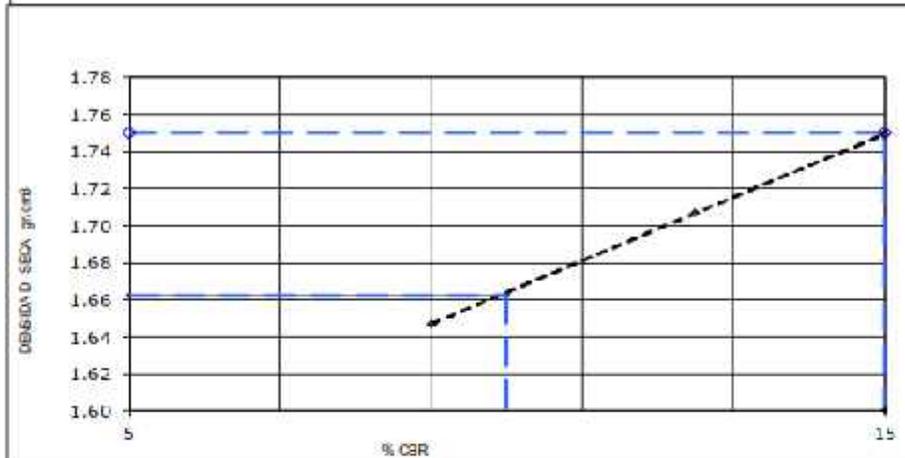
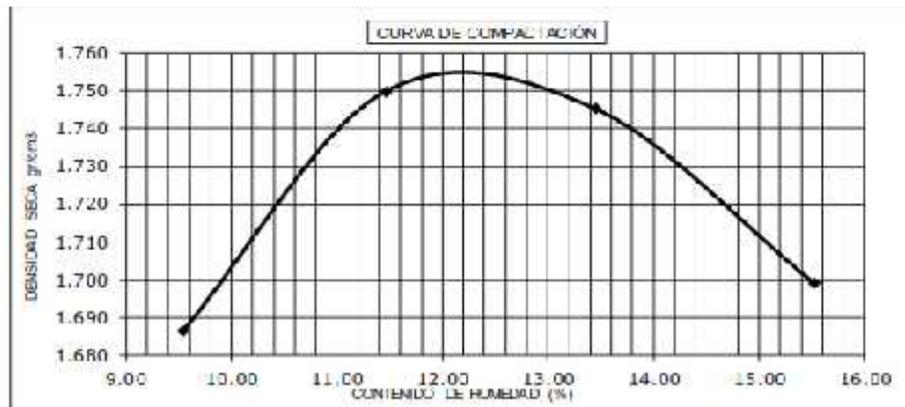
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR

NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción	: 15/09/2021	N° Informe	00981-09-2021 -
Fecha de Ensayo	: 16/09/2021		ROAN / I.E.M -
Fecha de Emisión	: 27/09/2021		SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: DACTE ING. CIVIL KATIYA YAMILITA MARTINEZ MORE
PROYECTO DE TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-BASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA	: ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCIA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLA VISTA (TIERRENO NATURAL)



OBSERVACIONES:

Pag. 2/2



[Signature]
IVANA ROSILLO ANTON
Ingeniera Civil
CIP: 196183

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA PIURA

TEL: 951416170

CEL: 951416170

ROAN INGENIEROS S.R.L. CIP: 196183

Certificados de ensayos para la Calicata 02

Fecha de Recepción		15/09/2021		Fecha de Ensayo		16/09/2021		N° Informe		01202-10-2021 - ROAN / LEM - SUELOS	
Fecha de Emisión		27/09/2021									
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE											
SOLICITANTE		BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE				MUESTRA		ARENA			
TESIS		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE GENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL.				PROCEDENCIA		ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)			
Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:					
76.2	3"	-	-	-	-	TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL) % GRAVA: 0.0 % ARENA: 75.5 % FINOS: 24.5 LIMITES DE ATTERBERG LIMITE LIQUIDO: 26 LIMITE PLASTICO: 18 IP: 8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS: SC AASHTO: A-2-4(1) OBSERVACIONES					
62.7	2 1/2"	-	-	-	-						
50.8	2"	-	-	-	-						
38.1	1 1/2"	0	-	-	100.0						
24.4	1"	0	-	-	100.0						
19.1	3/4"	0	-	-	100.0						
12.7	1/2"	0	-	-	100.0						
9.52	3/8"	0	-	-	100.0						
6.35	1/4"	0	-	-	100.0						
4.76	4"	0	-	-	100.0						
2	10	2.1	0.6	0.6	99.4						
0.84	20	7.9	2.4	3.0	97.0						
0.43	40	26.6	7.9	10.9	89.1						
0.177	60	39.6	11.8	22.7	77.3						
0.149	140	121.3	36.8	59.5	40.5						
0.074	200	53.9	16.1	75.5	24.5						
Fondo		82.10	24.5	100.0	-						
Total		335.50	100.00								
Peso Inicial											
Pérdida		0.00									

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA
 Tel: 951416170
 Email: roan.ingenieros@roan.ing.com



AREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129 / ASTM D4318

Fecha de Recepción : 15/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021
 Fecha de Emisión : 27/09/2021
 N° Informe : 01203-10-2021 - ROAN / LEM - SUELOS

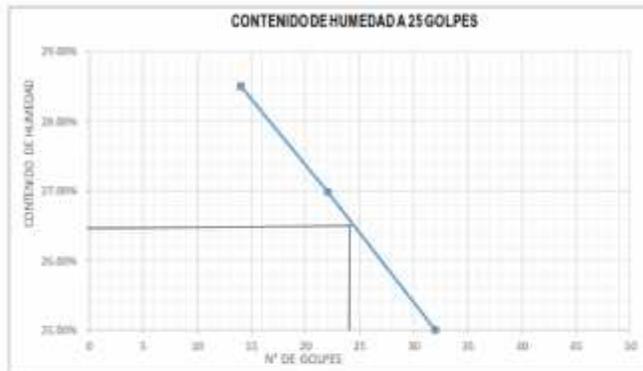
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
 MUESTRA : ARENA ARCILLOSA CALICATA 02
 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL
 TESIS : MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
 PROCEDENCIA : TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)
 UBICACIÓN : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

INFORMACIÓN GENERAL

MUESTRA 1		MUESTRA 2	
N° Recipiente	: 1	N° Recipiente	: 2
Peso de Recipiente (gr)	: 4.3	Peso de Recipiente (gr)	: 4.3
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	: 23.3	P. recipiente + S. húmedo (gr)	: 21.1
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	: 20.4	P. recipiente + S. Seco (gr)	: 18.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 18.01%	C. HUMEDAD (%)	: 18.31%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		I	II	III
N° Recipiente	-	1	2	3
N° de Golpes	-	14	22	32
Peso de Recipiente	gr	12.1	11.2	11.5
Peso de recipiente + Suelo húmedo	gr	42.30	39.10	26.00
Peso de recipiente + Suelo Seco	gr	35.60	33.17	23.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	28.51%	26.99%	25.00%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO :	26
LÍMITE PLÁSTICO :	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD :	8

OBSERVACIONES:



(Handwritten signature)

IVAN A. ROSILLO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP: 196162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA

TEL: 951416170
 FAX: 951416170

EMAIL: roan.ingenieros@protonmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



ROAN
INGENIEROS

ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D1557

Fecha de Recepción : 15/09/2021
Fecha de Ensayo : 16/09/2021
Fecha de Emisión : 27/09/2021
N° Informe : 01204-10-2021 - ROAN / LEM - SUELOS

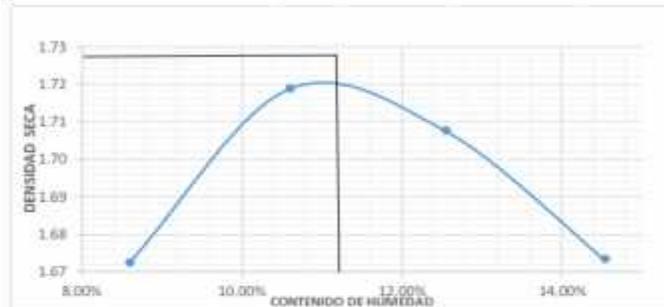
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHY YAMILETA MARTINEZ
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL. MUESTRA : ARENA ARCILLOSA
UBICACIÓN : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA. PROCEDENCIA : PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)

DATOS GENERALES

Procedimiento realizado : "A"
N° Molde : 1
Peso del molde (gr) : 1604
N° Capas : 5
Peso de martillo : 10 lb
Cond. de Muestra : Natural
Vol. de Molde (cm³) : 945
Altura de caída (pulg) : 18
N° de golpes : 25

Datos de Ensayo / Punto N°	Unid.	I	II	III	IV	V
Cápsula para humedad N°	-	I	II	III	IV	-
Peso de molde + Suelo húmedo	gr	3320	3400	3420	3416	-
Peso húmedo compactado	gr	1716	1796	1816	1811	-
Peso Volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.82	1.90	1.92	1.92	-
DENSIDAD SECA	gr/cm³	1.67	1.72	1.71	1.67	-
Peso de cápsula	gr	0	0	0	0	-
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	532.3	571.3	625.3	493.8	-
Peso de cápsula + Suelo seco	gr	490.2	516.6	555.6	431	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.59%	10.59%	12.54%	14.52%	-



Densidad Máx. : 1.72 gr/cm³
H. Óptima : 11.01 %

OBSERVACIONES:



(Handwritten signature)

IVANA ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
CIP: 196162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLÉMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA

951416170
951416170

www.ingenierosroan.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción	: 15/09/2021	N° Informe	01205-10-2021 -
Fecha de Ensayo	: 16/09/2021		ROAN / LEM -
Fecha de Emisión	: 27/09/2021		SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE GENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA	: ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D698 / NTP 339.141

Maxima Densidad Seca	1.75	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	12.25	%

ENSAYO CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm3)	Expansión %	Penetración (pulg.)	% M.D.S	CBR %
1	10	8.5	1.632		01	100.00	14.00
2	25	12.5	1.707		01	95.00	10.00
3	56	14	1.749				

OBSERVACIONES:

Pag. 1/2



IVAN A. ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
CIP: 196162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR, PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA

📞: 951416170
📧: 951416170

📧: roan.ingenieros@gmail.com



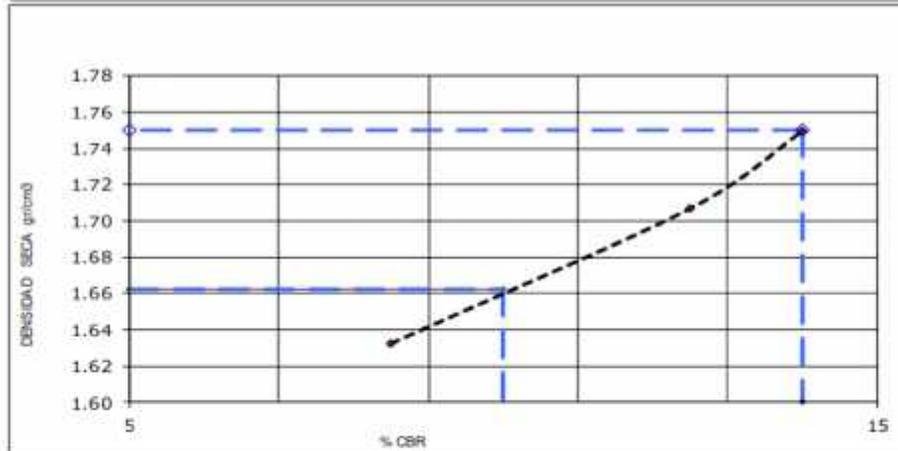
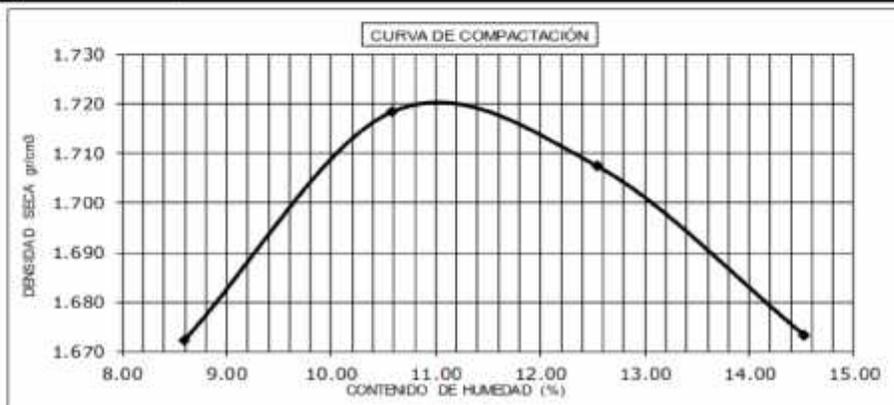
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR

NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción	: 15/09/2021	N° Informe	01205-10-2021 -
Fecha de Ensayo	: 16/09/2021		ROAN / LEM -
Fecha de Emisión	: 27/09/2021		SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
OBRA : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA : ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)



OBSERVACIONES:

Pag. 2/2



IVAN A. ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
CIP-196162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

📞: 951416170
📧: 951416170

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D 2216

Fecha de Recepción : 15/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021
 Fecha de Emisión : 27/09/2021

N° Informe : 01206-10-2021 -
 ROAN / LEM - SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL

UBICACIÓN : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

PERSONAL TÉCNICO DE ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

MUESTREO POR :

RESULTADOS

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PROCEDENCIA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M 02	ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (TERRENO NATURAL)	M 01	1.96

OBSERVACIONES:



IVAN A. ROSILLO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP-196162

Certificado de estudios para la muestra M-1 más el 10% de CCA



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



ROAN INGENIEROS
C.E.M.

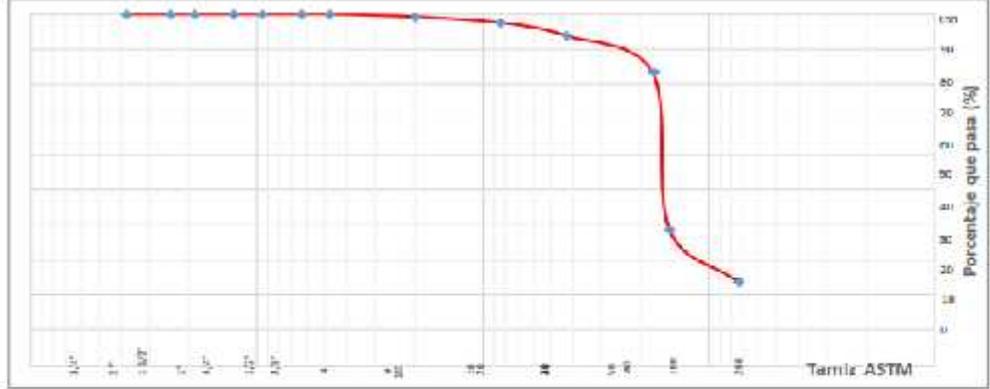
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS
NTP 339.128 / ASTM D422**

Fecha de Recepción : 19/03/2021
 Fecha de Ensayo : 16/08/2021
 Fecha de Emisión : 27/03/2021
 N° Informe : 00989-08-2021 - ROAN / LEM - SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
 MUESTRA : ARENA ARCILLOSA - TROCHA DE BELLAVISTA
 PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 TESIS : ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
 PROCEDENCIA : TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA
76.2	3"					TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (10% DE CENIZAS DE ARROZ)
62.7	2 1/2"					
50.8	2"					
38.1	1 1/2"	0			100.0	
24.4	1"	0			100.0	
19.1	3/4"	0			100.0	% GRAVA 0.0
12.7	1/2"	0			100.0	
9.52	3/8"	0			100.0	% FINOS 23.8
6.35	1/4"	0			100.0	LIMITES DE ATTERBERG
4.76	4	0			100.0	LIMITE LIQUIDO 29
2	10	2.60	0.8	0.8	99.2	LIMITE PLASTICO 18
0.64	20	5.00	1.7	2.5	97.5	IP 10
0.43	40	12.60	3.7	6.2	93.8	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
0.177	80	35.80	10.5	18.7	83.3	SUCS SC
0.149	100	101.10	44.5	61.3	38.7	AASH U A-2-4(1)
0.074	200	50.30	14.9	76.2	23.8	OBSERVACIONES
	Fondo	80.6	23.8	100.0	-	
	Total	338.00	100.00			
	Peso Inicial	338.50				
	Pérdida	0.00				



[Signature]
IVAN ROSILLO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP: 106162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.
 JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE-BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA
 Tel: 951416170
 Fax: 961416170
 Email: cesul@roan.com.pe



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129 / ASTM D4318

Fecha de Recepción	15/09/2021	N° Informe	00972-06-2021 - ROAN / LEM SUELOS
Fecha de Fraseo	16/09/2021		
Fecha de Emisión	27/09/2021		

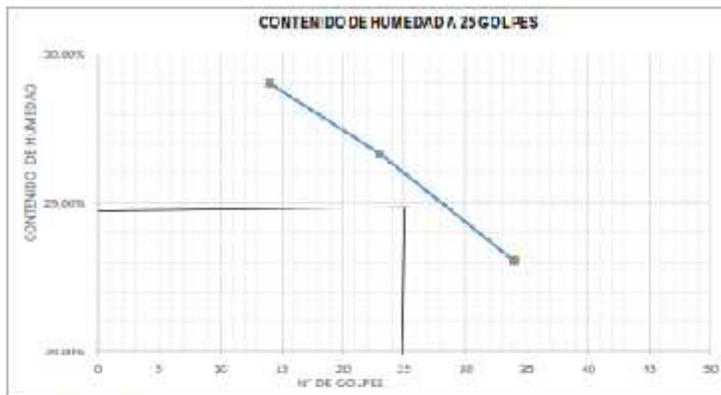
DAIOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE	MUESTRA	ARENA ARCILLOSA CON EL 10% DE CENIZA DE ARROZ
PROYECTO DE TESIS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-PARAMENTE EN EL DISTRITO DE BERNAL	PROCEDENCIA	TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA
UBICACIÓN	PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA		

INFORMACIÓN GENERAL

MUESTRA 1		MUESTRA 2	
N° Recipiente	5	N° Recipiente	2
Peso de Recipiente (gr)	4.3	Peso de Recipiente (gr)	4.3
Peso de recipiente + Suelo Húmedo (gr)	12.8	P. recipiente + S. húmedo (gr)	14.5
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	11.4	P. recipiente + S. Seco (gr)	12.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.72%	C. HUMEDAD (%)	18.60%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)		I	II	III
N° Recipiente	-	5	8	4
N° de Golpes	-	14	23	34
Peso de Recipiente	gr	9.8	8.7	9.8
Peso de recipiente + Suelo Húmedo	gr	36.80	36.70	32.50
Peso de recipiente + Suelo Seco	gr	30.60	30.30	27.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	29.81%	28.33%	26.81%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO :	26
LÍMITE PLÁSTICO :	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD :	10

OBSERVACIONES:

MUESTRA DE ARENA ARCILLOSA CON EL 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



[Signature]
IVÁN A. ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
CIP-198162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA

TEL: 951416170
CEL: 951416170

roan.ingenieros@rednetmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



ROAN
INGENIEROS

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D 2216

Fecha de Recepción : 15/09/2021
Fecha de Ensayo : 16/09/2021
Fecha de Emisión : 27/09/2021

N° Informe : 00975-09-2021 -
ROAN / LEM -
SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE

PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE
CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE
SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL

UBICACIÓN : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

MUESTREADO POR : PERSONAL TÉCNICO DE ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

RESULTADOS

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PROCEDENCIA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M 02	ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (10% DE CENIZAS DE ARROZ)	M 02	1.26

OBSERVACIONES:




IVAN A. NOSILLO ANTON
Ingeniero Civil
OIP: 106162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JBL PIURA 101 S.P. SAN CLEMENTE BELLAVISTA DE LA UNION GEOHUSA - PIURA

TEL: 951416170

CEL: 951416170

EMAIL: roan.ingenieros@gmail.com



ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D1557

Fecha de Recepción : 15/09/2021
 Fecha de Ensayo : 15/09/2021
 Fecha de Emisión : 19/09/2021
 N° Informe : ROAN / LEM
 SUELOS : 00970-09-2021 -

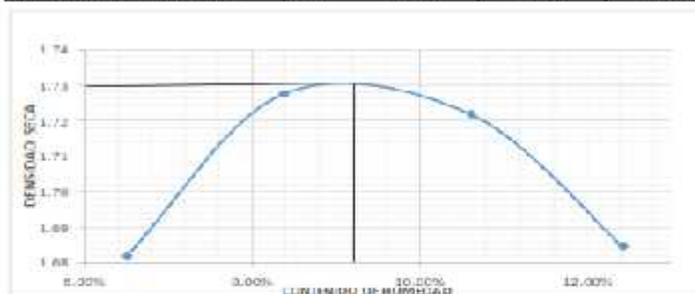
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : DACH, ING. CIVIL KATIYA YAMILETA MARTINEZ
 PROYECTO DE TESTE : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
 MUESTRA : ARENA ARCILLOSA CON EL 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ
 UBICACION : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA
 PROCEDENCIA : IHUCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

DATOS GENERALES

Procedimiento realizado : TA
 N° Molde : 1
 Peso del molde (gr) : 2000
 N° Capas : 5
 Peso de martillo : 10 lb
 Cond. de Muestra : Terreno Natural + el 10% Ceniza
 Vol. de Molde (cm³) : 974
 Altura de caída (pulg) : 18
 N° de golpes : 25

Datos de Ensayo / Punto N°	Unid.	I	II	III	IV	V
Capac. para humedad N°	-	I	II	III	IV	V
Peso de molde + Suelo húmedo	gr	3650	3730	3760	3760	-
Peso húmedo compactado	gr	1655	1730	1760	1750	-
Peso Volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.79	1.87	1.90	1.83	-
DENSIDAD SECA	gr/cm³	1.68	1.73	1.72	1.68	-
Peso de cápsula	gr	100	100	100	100	-
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	453.6	428.5	426.1	482.6	-
Peso de cápsula + Suelo seco	gr	432	403.1	396.6	440.3	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.51%	8.36%	10.62%	12.43%	-



Densidad Max. : 1.73 gr/cm³
 H. Óptima : 9.24 %

OBSERVACIONES:

MUESTRA DE ARENA MEZCLADA CON 10% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



[Signature]
IVAN A. ROQUELO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP. 150102

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JBL PUNTA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECHURA - PIURA

☎ : 951416170
 📧 : 951416170

📧 : correo.ingenieros@roanll.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción : 15/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021
 Fecha de Emisión : 27/09/2021
 N° Informe: 00882-09-2021 - ROAN / LEM - SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
 PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
 MUESTRA : ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (10% DE CENIZAS DE ARROZ)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ASTM D698 / NTP 339.141

Maxima Densidad Seca	1.73	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	9.24	%

ENSAYO CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Expansión %	Penetración (pulg.)	% M.D.S	CBR %
1	10	9	1.612		01	100.00	16.00
2	25	13	1.678		01	95.00	11.00
3	56	10	1.730				

OBSERVACIONES:

Pag. 1/2

MUESTRA DE ARENA MEZCLADA CON 10% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



(Handwritten Signature)
 IVAN A. ROSILLO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP: 196162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JBL. PIURA 10 | C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - ZEGHURA - PIURA

☎ : 951416170
 📧 : 951416170

🌐 : roan.ingenieros@comcel.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO

ROAN INGENIEROS S.R.L.

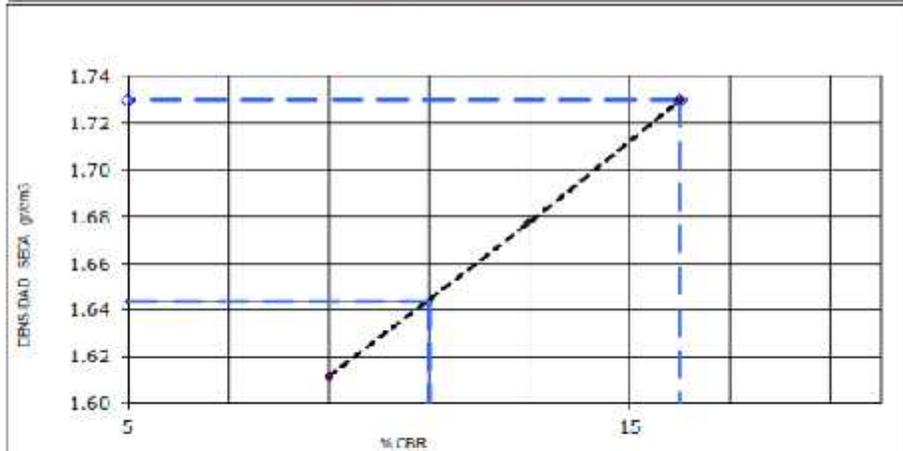
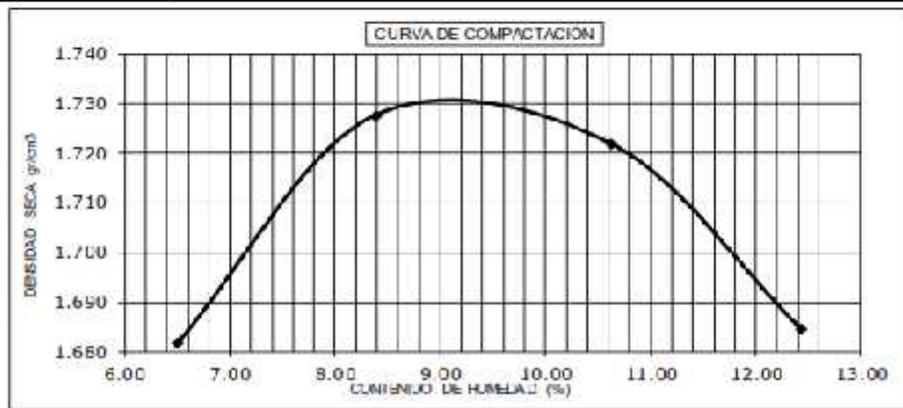
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR

NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción	: 15/09/2021	N° Informe	00903-09-2021 -
Fecha de Ensayo	: 16/09/2021		ROAN / LEM
Fecha de Emisión	: 27/09/2021		SUFICIOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-BASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA : ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCIA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (10% DE CENIZAS DE ARROZ)



OBSERVACIONES:

MUESTRA DE ARENA ARCILLOSA MEZCLADA CON 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

Pag. 2/2



[Handwritten Signature]
 Ingeiero Civil
 OIT: 106162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que deriva de la interpretación de los resultados.

JR. PIMBA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SEGUERA - PIURA

951416170
 951416170

www.ingenierosroan.com

Certificado de estudios para la muestra M-1 más el 20% de CCA





ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS -CONCRETO-ASFALTO.



ROAN INGENIEROS

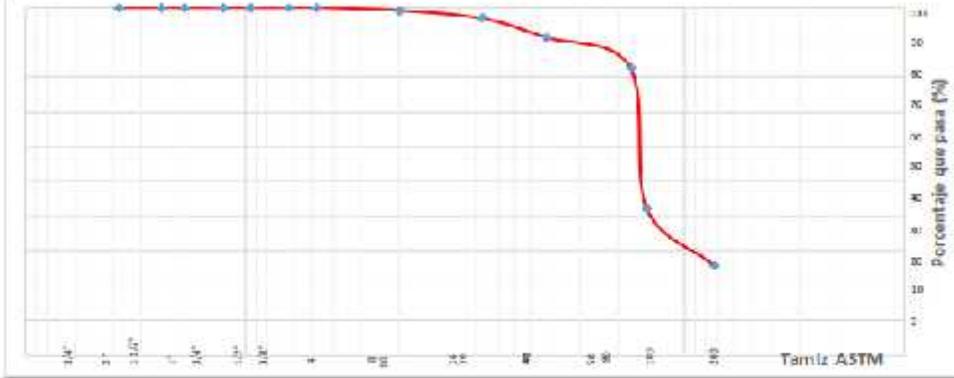
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO DE SUELOS
NIP 339.128 / ASIM D422

Fecha de Recepción	15/09/2021	N° Informe	00070-09-2021 - ROAN / LEM - SUELOS
Fecha de Inicio	16/09/2021		
Fecha de Emisión	27/09/2021		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	BACHILLER CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE	MUESTRA	ARENA ARCILLOSA + 20% CCM7A
PROYECTO DE OBRAS	ESTABLECIMIENTO DE SUELOS ARCILLOSO ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUBDASAMIENTOS DEL DISTRITO DE BERNAL	PROCEDENCIA	TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:
76.2	3"	-	-	-	-	TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (20% DE CENIZAS DE ARROZ)
62.7	2 1/2"	-	-	-	-	
50.8	2"	-	-	-	-	
38.1	1 1/2"	0	-	-	100.0	
24.4	1"	0	-	-	100.0	
19.1	3/4"	0	-	-	100.0	
12.7	1/2"	0	-	-	100.0	
9.52	3/8"	0	-	-	100.0	
6.35	1/4"	0	-	-	100.0	
4.75	4	0	-	-	100.0	
2	10	3.90	0.8	0.8	99.2	LÍMITES DE ATTERBERG
0.84	20	10.50	2.3	3.1	96.9	LÍMITE LÍQUIDO 29
0.43	40	25.30	5.5	8.6	91.4	LÍMITE PLÁSTICO 20
0.177	80	39.80	8.6	17.2	82.8	IP 8
0.149	100	188.40	42.7	57.9	42.1	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
0.074	200	75.50	15.3	74.2	25.6	SUCS SC
	Fondo	119.5	25.8	100.0	-	AASHTO A-2-4(1)
	Total	482.90	100.00			OBSERVACIONES
	Peso Inicial	482.90				
	Pérdida	0.00				








IVAN A. ROSILLO ANTÓN
Ingeniero Civil
CIP-106182

Laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

CALLE PRIMA 101 - C.P. SAN DOMINGO - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SEDEIRA - PUURA

TEL: 951416170
CEL: 951416170
www.ingenieroslab.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTF 339.120 / ASTM D4318

Fecha de Recepción : 15/09/2021 N° Informe : 00973-09-2021 -
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021 ROAN / I.F.M. -
 Fecha de Emisión : 27/09/2021 SUELOS

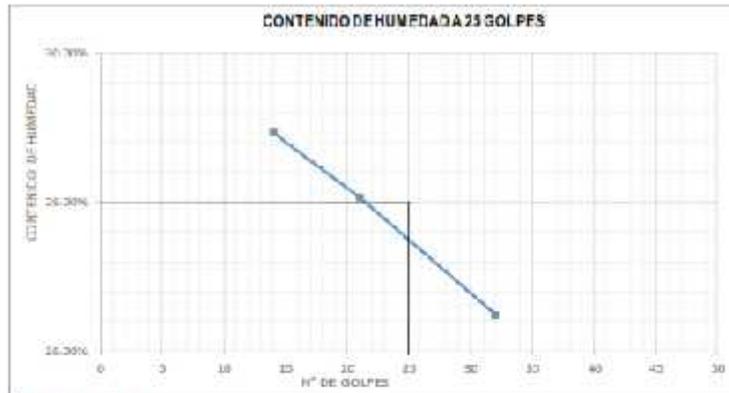
DAIOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE **MUESTRA** : ARENA ARCILLOSA
 CON ADICIÓN DEL 20%
PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL **PROVENIENCIA** : TROCHA CARROZABLE EN TIBEBNAL Y DELLAVISTA
UBICACION : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y DELLAVISTA

INFORMACION GENERAL

MUESTRA 1		MUESTRA 2	
N° Recipiente	1	N° Recipiente	2
Peso de Recipiente (gr)	4.3	Peso de Recipiente (gr)	4.3
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	18.3	P. recipiente + S. húmedo (gr)	17.7
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	18	P. recipiente + S. Seco (gr)	15.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.89%	C.H. MEDAD (%)	10.94%

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)	I	II	III
N° Recipiente	1	6	2
N° de Golpes	14	21	32
Peso de Recipiente (gr)	15.5	10.8	11.5
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	42.30	28.80	39.20
Peso de recipiente + Suelo Seco (gr)	36.20	24.75	33.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.47%	29.03%	28.24%



CONSTANTES DE SUELO	
LÍMITE LÍQUIDO	29
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9

OBSERVACIONES:
 MUESTRA DE ARENA ARCILLOSA MAS EL 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



[Handwritten Signature]
 Ingeniero Civil
 D.P. 106162

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

DEL PIURA 101 S.P. SAN CLEMENTE DELLAVISTA DE LA UNION SEGURO - PIURA

TEL: 951416170
 FAX: 951416170

roan.ingenieros@gmail.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO



CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 / ASTM D 2216

Fecha de Recepción : 15/09/2021
Fecha de Ensayo : 16/09/2021
Fecha de Emisión : 27/09/2021
N° Informe : 00976-09-2021 -
ROAN / LEM -
SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILETAMARTINEZ MORE
PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS
ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE
CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE
SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
UBICACION : PIURA - TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA
MUESTREADO POR : PERSONAL TÉCNICO DE ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

RESULTADOS

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PROCEDENCIA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
M 03	ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (20% DE CENIZAS DE ARROZ)	M 03	1.04

OBSERVACIONES:



IVAN A. ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
C.I.F. 150102

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

RD. PIURA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNIÓN - SECCION 4 - PIURA

951416170
951416170



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO



ROAN INGENIEROS

ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D1557

Fecha de Recepción : 15/09/2021
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021
 Fecha de Emisión : 27/09/2021
 N° de Informe : 00979-09-2021 - ROAN / LEM - SUF. OS

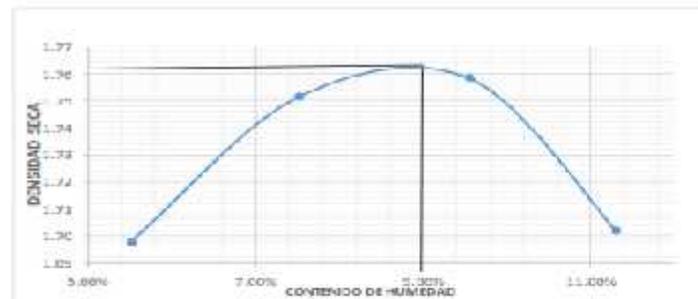
DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL KATHYA YAMILET MARTINEZ
 PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
 MUESTRA : ARENA ARCILLOSA CON 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ
 UBICACIÓN : PIURA TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA
 PROCEDENCIA : PROCEDENTE DE TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA

DATOS GENERALES

Procedimiento realizado : $\%A$
 N° Molds : 5
 Paso del molde (gr) : 2000
 N° Capas : 5
 Paso de martillo : 10 lb
 Cond. de Muestra : Terrazo Natural + 20%CCA
 Vol. de Molde (cm³) : 924
 Altura de caída (pulg) : 18
 N° de golpes : 25

Datos de Ensayo / Punto N°	Unid.	I	II	III	IV	V
Cápsula para humedad N°		I	II	III	IV	-
Peso de molde + Suelo húmedo	gr	5855	5740	5780	5750	-
Peso húmedo compactado	gr	1655	1740	1780	1750	-
Peso Volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.79	1.88	1.93	1.89	-
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.70	1.75	1.76	1.70	-
Peso de cápsula	gr	100	100	100	100	-
Peso de cápsula + Suelo húmedo	gr	536.3	582.3	536.8	552.2	-
Peso de cápsula + Suelo seco	gr	508.3	548.6	500	506.3	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.51%	7.51%	9.55%	11.30%	-



Densidad Máx. : 1.76 gr/cm³
 H. Óptima : 8.79 %

OBSERVACIONES:

MUESTRA DE ARENA ARCILLOSA MEZCLADA CON 20% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



[Signature]
IVAN A. RUSSELL ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP: 106192

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

JR. PIURA 101 S.P. SAN GLENNTE BELLAVISTA DE LA UNION DECIMA - PIURA

951416170
 951416170
 roan.ingenieros@comcel.com



ÁREA DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS-CONCRETO-ASFALTO.



VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
NTP 339.145 / ASTM D1883

Fecha de Recepción : 15/09/2021
Fecha de Ensayo : 16/09/2021
Fecha de Emisión : 27/09/2021

Nº Informe 00984-09-2021 -
ROAN/LEM-
SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE : BACH. ING. CML KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE

PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL

MUESTRA : ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABLE ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (20% DE CENIZAS DE ARROZ)

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
ASTM D698 / NTP 339.141

Maxima Densidad Seca	1.76	g/cm ³
Optimo Contenido de Humedad	8.79	%

ENSAYO CBR

Especimen	Numero de Golpes	CDR %	Densidad Seca (g/cm ³)	Expansión %	Penetración (pulg.)	% M.D.S	CBR %
1	10	12	1.638		01	100.00	20.00
2	25	17	1.715		01	95.00	13.00
3	50	20	1.790				

OBSERVACIONES:

Pag. 1/2

MUESTRA DE ARENA ARCILLOSA MEZCLADA CON 20% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ



IVAN A. ROSILLO ANTON
Ingeniero Civil
CIP: 100102

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

TEL: 951416170
CEL: 951416170

JL. PIRUA 101 C.P. SAN CLEMENTE - BELLAVISTA DE LA UNION - SECHURA - PIURA

www.ingenieroslabernales.com



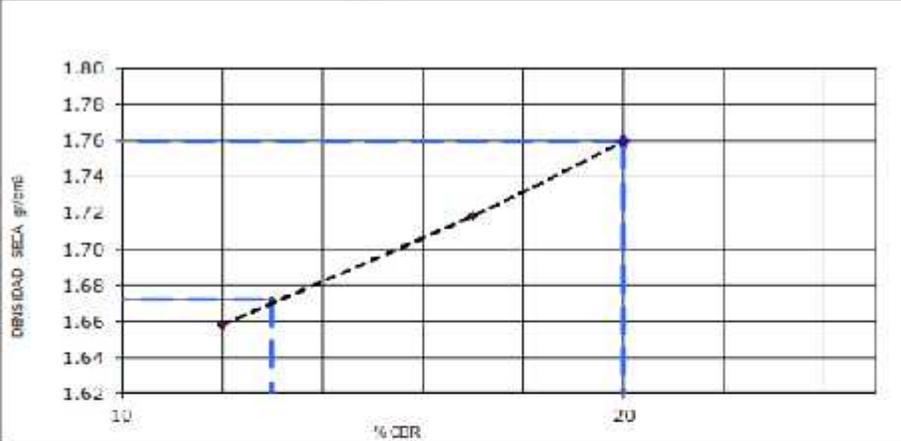
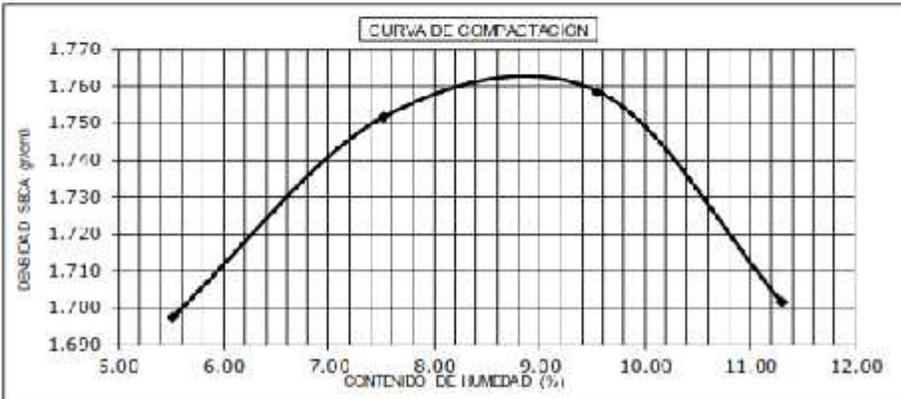
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR

N° IP 339.145 / ASIM D1883

Fecha de Recepción	: 15/09/2021	N° Informe	00985-09-2021
Fecha de Ensayo	: 16/09/2021		ROAN / I.F.M -
Fecha de Emisión	: 27/09/2021		SUELOS

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE	: BACH. INC. CIVIL KATHYA YAMILETA MARTINEZ MORE
PROYECTO DE TESIS	: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO EL 10 Y 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN EL MEJORAMIENTO DE SUB-PASANTE EN EL DISTRITO DE BERNAL
MUESTRA	: ARENA ARCILLOSA PROCEDENTE DEL TROCHA CARROZABAL ENTRE BERNAL Y BELLAVISTA (20% DE CENIZAS DE ARROZ)



OBSERVACIONES:

MUESTRA DE ARENA ARCILLOSA MEZCLADA CON 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

Pag. 2/2



[Signature]
IVAN A. ROSILLO ANTON
 Ingeniero Civil
 CIP: 138102

laboratorio Roan emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original. El laboratorio Roan queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de los resultados.

Certificado de Calibración de los Equipos Utilizados



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-1365-2021

FECHA DE EMISIÓN: 2021 07 19
PÁGINA : 1 de 3

1. SOLICITANTE : ROAN INGENIEROS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : JIL. PIURA NRO. 101 C.P. SAN CLEMENTE - PIURA - SECHURA - DELAVISTA DE LA UNIÓN

2. EQUIPO : HORNO ELECTRICO
MARCA : PYS EQUIPOS
MODELO : 6THX-2A
N° SERIE : 221239
PROCEENANCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS
TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	300 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCIÓN	0.1	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
La calibración se efectuó el 19 de Julio del 2021, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :
La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Hornos y Estufas PC 007 del BNMINDICOPI
Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración I – 004U-2021 trazable a METRUI/MACAL

5. RESULTADOS :
La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
Temperatura Ambiental : 19 °C Humedad Relativa : 68 % Presión Ambiental : 1 bar
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento
La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura k = 2, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" (*) El equipo solo cuenta con un control analógico de temperatura.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.
Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración.


Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrología


Calibrado por:
Angel Perez B
Técnico



Calle 4, Mz F1, Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 / Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CLM-179-2021

Solicitante : ROAN INGENIEROS E.I.R.L.

Dirección : JR. PIURA NRO. 101 C.P. SAN CLEMENTE
: (FRENTE DE LA PLAZA DE TOROS) PIURA -
SECHURA - BELLAVISTA DE LA UNIÓN

Instrumento de Medición : COPA CASA GRANDE

Marca : METROTEST

Modelo : MS-53

Serie : 152

Identificación : NO INDICA

Procedencia : PERU

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 2021-02-22

Fecha de Emisión : 2021-02-22

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenernos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el pleno intelecto y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronómetro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Límite Líquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebota Seca

Los errores encontrados son menores a los Límites Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como evidencia de conformidad de producto. METROTEST E.I.R.L. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales y normas. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	59 %	58.0 %




Luis Acosta G.
Jefe de Metrología



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-179-2021
Páginas 2 de 2

PATRONES DE REFERENCIA:

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L	Pie de rey Patrón	CLM-001-2021

RESULTADOS

APARATO DE LIMITE LIQUIDO

Descripción	Dimensiones				
	Métrico (mm)	Tolerancia (mm)	Inglés (in)	Tolerancia (in)	
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa A	54.342	54 ±0.5	2.14	0.020
	Espesor de la copa B	2.31	2 ±0.1	0.09	0.004
	Profundidad de la copa C	23.858	27 ±0.5	1.06	0.020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base N	48.502	47 ±1	1.91	0.039
	Espesor K	50.77	50 ±2	2.00	0.08
	Largo L	151.13	150 ±2	5.95	0.08
	Ancho M	125.482	125 ±2	4.94	0.08

RANURADOR

Espesor a	10.01	0.1	0.39	0.004
Borde Cortante b	2.44	0.1	0.10	0.004
Ancho c	13.4	0.1	0.53	0.004

Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2003 (JCGM 100: 2003) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la medición. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo. La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (K). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



[Firma]
Luis Alberto G.
Jefe de Metrología