



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de
subrasante en carretera cruce Tambo real - Tambo real antiguo,
Ancash”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tongombol Diaz, Ronald Humberto (orcid.org/0000-0001-5604-051X)

ASESOR:

Mg. Sagastegui Vasquez, German (orcid.org/0000-0003-3182-3352)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Fortalecimiento de la Democracia, Liderazgo y Ciudadanía

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios por darme la sabiduría necesaria, por guiarme y ayudarme en los momentos más difíciles, a mis padres, por su amor, ejemplo y apoyo incondicional para seguir creciendo profesionalmente.

A los grandes maestros de Escuela de Ingeniería Civil por el asesoramiento del proyecto de Tesis, para lograr obtener el título profesional, puesto que formaron parte de este proceso integral de formación profesional.

Agradecimiento

A Dios, porque me protege, me ilumina a cada momento a pesar de mis debilidades, por estar presente en cada etapa de mi vida y siempre dándome las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis padres por su esfuerzo y apoyo integral de cada día que me llena de amor y esperanza para seguir con nuestra labor de estudiantes y seguir enriqueciendo profesionalmente para el futuro prometedor en nuestro mundo de trabajo.

Al Ing. German Sagastegui Vasquez, por sus enseñanzas y el tiempo brindado como asesor en el desarrollo del proyecto de tesis, a los maestros de la Universidad San Pedro, a la Universidad Cesar Vallejo por brindarme la oportunidad de desarrollar y presentar mi proyecto de tesis para optar el título profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III.METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, (criterios de selección) muestra, muestro y unidad de análisis.	13
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de Datos.	15
3.5. Procedimiento	16
3.6. Método de análisis de datos	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS	20
V.DISCUSIÓN	35
VI.CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de los ensayos del Terreno Natural + Adiciones de CCA.....	20
Tabla 2. Composición Química de la Ceniza de Cascara de Arroz.....	21
Tabla 3. Resultado del análisis granulométrico de la subrasante-Patrón.....	22
Tabla 4. Resultado del límite líquido - Patrón.....	24
Tabla 5. Resultado del límite plástico C-01 y C-02 - Patrón.....	25
Tabla 6. Resultado del C.B.R. subrasante- Patrón.....	27
Tabla 7. Resultado Proctor modificado - adición 3%,7% y 10%.....	29
Tabla 8. Resultado Proctor modificado - adición 3%,7% y 10%.....	31
Tabla 9. Resultado del índice medio diario semanal-2022.....	32
Tabla 10. Resultado del índice medio diario anual-2022.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cantidad de calicatas necesarias para exploración de suelos	14
Figura 2. Numero de ensayo de CBR,	15
Figura 3. Composición Química de la Ceniza de Cascara de Arroz.....	22
Figura 4. Análisis granulométrico de la subrasante - Patrón	23
Figura 5. Resultado del límite líquido - Patron.....	25
Figura 6. Resultado de Proctor Modificado - Patrón.....	26
Figura 7. Resultado del la expansión a los 4 días - Patrón	27
Figura 8. Resultado del CBR de la subrasante - Patrón.....	28
Figura 9. Resultado Proctor modificado - adición 3%,7% y 10%.....	30
Figura 10. ensayo de CBR - adición 3%,7% y 10%.	31
Figura 11. Resultado de los espesores del pavimento flexible.....	34

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como propósito evaluar la influencia de CCA para mejorar la resistencia del suelo, abarcando como tipo y diseño de la investigación en estudio: Aplicada-Experimental de tipo Cuasi-experimental. La población y muestra está conformada por la carretera del tramo Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo adicionando la CCA para estabilización de Subrasante. Se tiene como Objetivo General, Determinar la Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash. Así mismo se extrae las muestras del suelo utilizando dos Calicatas a una profundidad de 1.5m, según la exploración de suelos del MTC, también se recolecta la cascara de arroz del Molino El Capullo para ser quemado y obtener la ceniza.

De los resultados abstraídos del laboratorio de mecánica de suelos se deduce que al utilizar ceniza de cáscara de arroz se mejora eficazmente la capacidad de resistencia de suelo, el CBR al 95% MDS (0.1") del suelo natural es de 8.5% y al adicionar el porcentaje óptimo del 10% CCA se incrementa a 27.5%, y se obtiene la máxima densidad seca de 1.875 gr/cm³, correspondientemente el óptimo de contenido de humedad de 15.03%. de tal forma se concluye que la ceniza de cascara de arroz es buen estabilizante a nivel de subrasante en suelos (limos arenosos), aumentando la capacidad de resistencia del suelo que puede ser empleado a futuro en grandes proyectos de infraestructura vial.

Palabras Clave: Estabilización, Ceniza de cascara de arroz, Proctor Modificado, CBR

ABSTRACT

The purpose of this research project is to evaluate the influence of CCA to improve soil resistance, covering as type and design of the research under study: Applied-Experimental of Quasi-experimental type. The population and sample is made up of the highway of the section Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo adding the CCA for precision of Subgrade. The General Objective is to determine the influence of rice husk ash to determine the subgrade on the Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo highway, Ancash. Likewise, the soil samples are extracted using two Pits at a depth of 1.5m, according to the soil exploration of the MTC, the rice husk of the El Capullo Mill is also collected to be burned and obtain the ash.

From the abstracted results of the soil mechanics laboratory, it can be deduced that when using rice hull ash the resistance capacity of the soil is efficiently improved, the CBR at 95% MDS (0.1") of the natural soil is 8.5% and when adding the optimum percentage of 10% CCA increases to 27.5%, and the maximum dry density of 1.875 gr/cm³ is obtained, correspondingly the optimum moisture content of 15.03%. In this way, it is concluded that rice husk ash is a good stabilizer at the subgrade level in soils (sandy silt), increasing the resistance capacity of the soil that can be used in the future in large road infrastructure projects.

Keywords: Stabilization, Rice husk ash, Modified Proctor, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

Hace años que se está desarrollando continuamente la construcción vial de trochas carrozables, carreteras, vías urbanas, vías de evitamiento y autopistas puesto que es un componente de suma importancia que conlleva al crecimiento del país. No obstante, se encuentran algunas dificultades en los suelos de fundación denominados suelos pobres o inadecuados a causa de no poseer la misma característica de resistencia como son suelos arcillosos y limosos. La estabilización de suelos se basa en un proceso mecánico o químico para mejorar sus propiedades geotécnicas, en el tratamiento químico se emplearán aditivos, el cual, mezclado conjuntamente con el suelo, se produce una alteración en sus propiedades moleculares superficiales, de esta manera los granos del suelo se contraen entre sí para incrementar su resistencia. Hoy en día se presenta varias técnicas de estudio con el fin de complementar un mayor énfasis a la capacidad de resistencia del suelo. La estabilización con incorporación química en el Perú, se desarrolló a partir del año 1995, empezando a realizar los estudios en vías de tránsito, para darle una mejor resistencia a las partículas del suelo físico-mecánico que se utilizara en la subrasante, usualmente son muestras de suelos de baja capacidad de resistencia o se puede decir inestables como es el tema peculiar el suelo arcilloso, se adicionaron productos químicos en tramos experimentales, realizando ensayo en el laboratorio de suelos, sumamente identificaron que al adicionar dosificaciones de efectos químicos a los suelos en estado natural, hay un mejoramiento peculiar tanto en las caracterización físicas como mecánicas, a partir de esa investigación se plantea diseños para la infraestructura vial (Arcos, Maciaz, 2007, p. 15). En esta indagación se empleará una nueva forma de estabilización, para el tratamiento del suelo, con el fin de dar una solución ambientalmente, se usará un componente estabilizador como es ceniza de cáscara de arroz (CCA), con la finalidad de determinar la reacción de los elementos de un suelo areno-arcilloso. Debido al crecimiento de las actividades económico, social y agrícolas en el centro poblado de Tambo Real y particularmente el gran desarrollo económico, del valle de santa, se puede apreciar una mala infraestructura en las vías impidiendo desarrollo del pueblo. Como es la situación del centro poblado Tambo Real, en la actualidad la conexión vial del Cruce Tambo real – CP Tambo Real antiguo corresponde a un

pavimento flexible en malas condiciones, el centro Poblado Tambo tiene una gran cantidad de terrenos de uso agrícolas y zonas turísticas, pero no se desarrolló económicamente por el mal estado de las carreteras y sus vías principales. En tal sentido el siguiente proyecto de investigación primordial y es indispensable para mejorar la infraestructura vial surge el **planteamiento del problema** ¿cómo Influye la ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real -Tambo Real Antiguo, Ancash? **Justificación a nivel teórico**, esta indagación generará perspectiva y generará comentarios para el buen desarrollo, dentro del campo ingenieril, porque hay diversas teorías sobre los elementos de estabilización siendo el cemento y la cal mayormente usados. Así mismo, se adquirirá perfeccionar los componentes del suelo, aquellos suelos que sean inestables (areno-arcilloso) con ensayos basados en la teoría de Terzaghi que demuestran tener baja capacidad portante. (Alvarado y Guerra 2018 p.22). Al realizar los procesos de la construcción vial, habrá zonas inestables, y al no poder cambiar la ruta, se tratará la sub rasante con agente estabilizador (López y Víctor 2013, p.51). Con respecto a la puzolana proveniente del origen artificial, tiene un gran contenido de alúminas y sílice, su reacción hace que se produzca un mecanismo cementante (Cajaleon y Mondragon 2018, p.7). **Justificación a nivel social**, la justificación principal del proyecto de investigación es dar solución a la inestabilidad del suelo de la vía principal del cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo cuya estructura del pavimento se encuentra en malas condiciones, desfavoreciendo el acceso a los pobladores y a las zonas agrícolas. Al contar con un buen estado del pavimento los pobladores se desplazarán mucho más rápido para llegar a sus labores cotidianos, personal de la empresa Camposol, comerciantes de arroz, pobladores, etc. **Justificación a nivel ambiental**, se genera una alternativa de estabilización de uso natural con la ceniza de cascara de arroz y esta será una óptima opción para la mejorar su estructura del suelo, del mismo modo al realizar su tratamiento no habrá una reacción secundaria que afecte al medio ambiente, con respecto a la cascara de arroz hoy en día se encuentra en diferentes partes valle del santa en numerosas cantidades, por tal motivo, no hay un uso correcto en las zonas en el valle de santa. Al proveer que hay un gran desarrollo en el sector agrícola e industrial, por lo tanto, origina que los desechos de la cascara de arroz se extiendan causando una mala eliminación, e insustentable ambientalmente. A

causa de este el interés en la reutilización de los desechos de cascara de arroz para los beneficios económicos y ambientales en diferentes áreas. **Justificación a nivel económico** En la actualidad existen en el mercado estabilizadores para suelos inestables, en su gran mayoría son productos químicos, los cuales tienen un costo muy elevado, y en todos los proyectos viales agregan en exceso, aumentando así los costos de del proyecto. Este estudio muestra un nuevo elemento estabilizador a la CCA, cuyo agente resulta de la calcinación mediante horno eléctrico o fuego abierto, de modo que la cascara de arroz es de fácil obtención mediante un proceso de pilado y tiene un valor económicamente bajo o despreciable, en consecuencia, se puede decir que es un buen estabilizador y económicamente barato, este producto se halla en todos los molinos del valle de santa que prestan servicios de pilado de arroz en grandes cantidades. Por tal motivo llegamos al **Objetivo General**. Determinar la Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash. **Objetivos Específicos:** **a)** Determinar la composición química de la ceniza de cascara de arroz. **b)** Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la carretera entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo. **c)** Determinar el mejor porcentaje de adición de ceniza de cáscara de arroz al 3%, 7% y 10%. **d)** Determinar el diseño del pavimento flexible al realizar la estabilización de la subrasante con el mejor valor óptimo. Por consiguiente, se obtiene como **Hipótesis General:** la adición de un 3%, 7% y 10% de cenizas de cáscara de arroz influirá en la mejora del suelo a nivel de la subrasante en la carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash. Se traza las **hipótesis específicos:** **a)** La composición de la ceniza de cáscara de arroz permitirá como una alternativa para estabilizar la subrasante. **b)** Las propiedades físicas y mecánicas del suelo permitirán evaluar la subrasante de la carretera entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo. **c)** La adición de 3%, 7% y 10% de ceniza de cascará de arroz mejorará la subrasante. **d)** El valor óptimo de ceniza de cáscara de arroz mejorará la subrasante para el diseño del pavimento flexible.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedente a nivel nacionales tenemos: López (2021) “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba-departamento de san Martín”. Cuyo objetivo general es, Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de cáscara de arroz como estabilizante del suelo arcilloso a nivel de subrasante, en la ciudad de Moyobamba, departamento de San Martín. Es aplicada con diseño con experimental. Tiene como población a la ciudad de Moyobamba. La muestra extraída es 1 calicata a una profundidad de 1.5 m. Técnica de estudio es la observación. El instrumento fue los ensayos del laboratorio geotécnico. Los resultados según el laboratorio se obtienen que: el IP del suelo natural es de 23.84%, al incorporar 5% de CCA el IP 26.45%, con el 10% se tiene 26,73% y con el 15% se tiene 26,75% y el CBR al 95% de compactación de DMS del suelo natural es de 3.96% y con adición de CCA al 5%, 10% y al 15% es de 6.9%, 9.60% y 10.5% respectivamente. De los resultados encontrados se concluye que, al incorporar la CCA, el IP aumenta de acuerdo a la cantidad de CCA, a mayor porcentaje de adición se obtiene un aumento de IP, este caso ocurre por la absorción de agua de la CCA, aumentado su contenido humedad, también se muestra que, al aumentar la adición de la ceniza de cascara de arroz, disminuye la máxima densidad seca y se incrementa el óptimo contenido de humedad al ser compactado, por lo tanto según los valores del CBR al 95% se obtiene el valor más resaltante cuando se le adiciona el 15% CCA (10.5) % cuya subrasante se encuentra en una categoría buena. **Loza (2021)** investigación titulada “Estabilización de subrasante arcillosa con adición de ceniza de cáscara de arroz para el diseño del pavimento flexible, Siringay, Arequipa” el objetivo general se estableció: De qué manera podrá influir la incorporación de ceniza de cáscara de arroz y cal en la estabilización de la subrasante arcillosa para el diseño del pavimento flexible en Siringay, Arequipa. Su finalidad es de forma Aplicada. Diseño no experimental transaccional. La población es las vías anexas a los pueblos jóvenes de Arequipa, Siringay en zonas de subrasante arcillosa. La muestra está dada por los centros poblados comprendidos entre Siringay, Arequipa en base a su trocha carrozable de 2 kilómetros. Tiene como técnica a la observación. El instrumento es la guía de investigación. Los

resultados de la investigación del suelo natural se obtienen: el LL 43.51, el IP 22.46, MDS 1.92 gr/cm³, H. óptima 11.30 y al adicionar el 1.5% cal +1.5% CCA se obtiene: el LL 35.48, el IP 2.10, MDS 1.80 gr/cm³ y H. óptima 12.35, el diseño del pavimento flexible del suelo natural es: carpeta asfáltica 0.05 cm base 0.31 cm sub base 0.61cm y al adicionar el 1.5% cal +1.5% CCA se obtiene: carpeta asfáltica 0.05cm, base 0.10 cm, sub base 0.18cm. De los resultados se deduce que, la CCA conjuntamente con la cal tiene una buena influencia a nivel de subrasante recalcando las incorporaciones de 1.5% cal y 1.5% ceniza de cascara de arroz siendo los valores óptimos, se logró un resultado favorable en las propiedades físicas, limite liquido 43.51 a 35.48, el índice de plasticidad 22.49 a 2.10, la densidad seca 1.92 gr/cm³ a 1.80 gr/cm³ y la humedad óptima de 11.30% a 12.35%. reduciendo notablemente las dimensiones del pavimento en la base y sub base.

López y zapata (2021), tesis titulada “Estabilización de suelo con ceniza de cascara de arroz para la mejora de subrasante en el distrito – Tumbes, 2021”. Se planteo como objetivo general: Analizar si la incorporación de la ceniza de cascara de arroz, tendrá influencia al Estabilizar subrasante del suelo, en el jirón San Juan De Dios 2da etapa con la Calle los Cardos 3era Etapa de la Ciudadela Noé - Tumbes 2021. Es aplicada. Diseño experimental. La población es 1000 m lineales del jirón San Juan De Dios segunda etapa de la ciudadela Noe- Tumbes. Para la muestra se tomó dos calicatas C1: 0+450, C2:0+900. La técnica de estudio es la observación. Tiene como instrumento recolección de datos, los ensayos del laboratorio de suelos. Los resultados de la muestra natural del suelo, la densidad seca máxima (DSM) es 1.88 gr/cm³ y la humedad optima es de 11.7% y al agregar el 4% y el 6% CCA la máxima densidad seca es 1.89gr/cm³ y 1.90gr/cm³ y el contenido de humedad optimo es 12% y 12.2%, y el CBR al 95% (0.1”), (0.2”) de la muestra natural del suelo es de 3.6% y 4.7% y con adición de 4% CCA es de 4.4% y 4.2% y con 6% CCA es de 5.4% y 4.2%. De los resultados se deduce que al usar las diversas incorporaciones de ceniza de cascara de arroz, alcanzándose obtener un mejoramiento satisfactorio del 6% CCA aumentando el contenido de humedad de 11.70% a 12.20% por otro lado la densidad seca máxima se incrementa de 1.88% a 1.90%. De acuerdo a los valores del CBR, mezclado el suelo con la ceniza de cascara de arroz, se obtiene el mejor resultado con 6%, llevo aumentar de (3.6% - 5.4%) el CBR al (95% MDS con 0.1 pulg). **Llamoga (2017)**, tiene como tesis

“Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al incorporar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016”. Se plasmo el objetivo general en: analizar el potencial de expansión y la capacidad portante muestras arcillosas empleados en subrasante al incorporar ceniza de cascarilla de arroz en dosificaciones de 4%,7% y10%. Es aplicada. Diseño experimental. La población es la muestra extraída (suelo arcilloso) de la carreta de acceso al Centro Poblado Yanamango. Muestra está constituida por la calicata a una profundidad de 1.5m. Técnica de estudio del proyecto de investigación es la observación. Instrumento se da a través de la recolección de datos obtenidos de los ensayos del laboratorio. Los resultados obtenidos según el CBR del suelo natural con 0.2” de penetración es 2.85% y la DSM (95%) es 1.636 gr/cm³ y con adición del 4%, 7 % y 10% el CBR (0.2”) es 4.52%, 7.80% 2% y la DSM (95%) es 1.650 gr/cm³, 1.674% gr/cm³ y 1.622% gr/cm³ respectivamente. De los resultados se puede concluir que la muestra que se comporta mejor con el suelo expansivo son: 4%, y 7% de CCA y pertenecen a los moldes de 26 y 55 golpes, al igual que en el análisis de la expansión por I.P. presenta una disminución en la combinación del 4% y el 7% de CCA; no obstante, con la adición de 10% de CCA se aprecia el aumento expansivo del suelo, Los valores óptimos del CBR se lograron con la incorporación del 4 % y 7% de CCA, con adición de 4% CCA se incrementó 2.85% a 4.52% y con 7% CCA llevo aumentar de 2.85% a 7.8%.y para la adición de 10% CCA el CBR disminuyó del 2.85% a 2.00%. **Antecedentes a nivel internacional tenemos: Claveria, Aponte y Calderón (2020)**, tiene como tesis. “Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz”, se estableció el objetivo general, Analizar cómo el comportamiento de físico- mecánico en su resistencia de un suelo arcilloso, al incorporarle la ceniza de cascara de arroz. Se empleó el método aplicativo. El diseño experimental, la población que se tomo es la vereda las mercedes de la municipalidad de Anapoima. La muestra utilizada es un suelo de baja plasticidad a una profundidad de 1 metro, se hizo con una muestra alterada. La Técnica de estudio es la observación. El instrumento, es la recolección de datos de los ensayos realizados en el laboratorio según (invias 2013). Lo resultados de la muestra según el Proctor modificado del suelo virgen se obtiene que, la humedad óptima para compactar es 15.4%, y con la adición de CCA la humedad optima es de 24% y al

compactar el suelo virgen comparado con la adición de CCA en 12 y 25 golpes, no presenta mejoramiento el suelo debido a una compactación muy corta y comparado a 56 golpes se deduce un incremento de su resistencia debido al rango de mayor compactación lo cual favorece las propiedades del suelo. Se deduce que al incorporar cascara de arroz el suelo tiende a mejorar sus componentes, así mismo se logró determinar un 12% de adición de CCA, sin embargo la dosificación no era óptima, ni capaz para imponer en un sitio de investigación, asimismo se deduce que al incorporar la CCA al suelo sufre una baja con respecto a la densidad seca máxima comparado con el suelo natural puesto que en su estado inicial tiene 1.83gr/cm^3 y con la incorporación disminuye a 1.43gr/cm^3 . **Camilo y Harold (2019)**, “Análisis del comportamiento físico mecánico de la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso.” Tiene su objetivo general. Determinar los factores mecánicos y físicos relacionados con la consistencia de un suelo areno-arcilloso al agregarle Ceniza de Cascara de Arroz a un suelo natural. Tiene como método aplicativo y diseño experimental. La población a intervenir es en la finca el Triunfo ubicada en la Vereda San José de la municipalidad de Agua de Dios. Se tomó una muestra a una profundidad de 1m. La técnica de estudio es la observación. El instrumento fue los formatos del laboratorio de suelos para evaluar la caracterización físico-mecánica de la muestra natural. Los resultados según el CBR al 95 % (0.1”) de penetración de la muestra añadiendo el 1% de CCA aumenta en 30% en comparación a la muestra del suelo virgen de 1 a 1.3, y con el CBR al 100% (0.2”) aumenta el 19% pasando de 1.6 a 1.9. De los resultados de la investigación se concluye, al incorporar el 1% de CCA a la muestra cuya textura es blanda, se logró aumentar la resistencia, sin embargo, no se tomó como alternativa para estabilizar el suelo según la normativa de INVIAS, los valores del CBR cuando se le incorpora el 1% de CCA es de 1.9, y del suelo natural es de 1.6, aumentando su valor en el 15.78%. **Claveria, Triana y Varón (2018)** “caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como elemento para subrasante”, se plasmó como objetivo general en, analizar las componentes geotécnicas de los suelos procedentes de zonas volcánicas estabilizados con ceniza de cascara de arroz y bagazo de caña como agente estabilizador de subrasante. Tiene como método aplicado. Diseño experimental. la población a

intervenir fue en Finca monte madero Murillo-Tolima, tiene como ubicación geográfica a las coordenadas N1032000- E875225 (IGAC) Km 4 vía Manizales, se tomó cuatro muestras inalteradas a una profundidad de 2.7 m. La Técnica de estudio, es la guía de observación. El instrumento, para recolectar los datos es los formatos de los ensayos realizados en el laboratorio. Los resultados según el CBR se determinó el 27% de humedad óptima y con realización de mapas de resistencia (método ramcodes) se obtuvo el mejor CBR de resistencia a la compactación, mediante el método de análisis comparativo CBR y % de CCA añadido al suelo, se obtuvo un aumento en el porcentaje del CBR en 23,56% y 13.41% a las 0,1 y 0,2 pulg de penetración respectivamente cuando se le agrega el 5% CCA, y se vuelve apreciar un aumento al agregarse 10% CCA, pero al agregarse el 15% el CBR disminuye en un 27,75% y 20,89% .Se concluye que los resultados con dosificación de incorporación óptimo de CCA y CBCA para un comportamiento positivo de mejora en características físicas y mecánicas analizado a nivel e subrasante, corresponde al 10% y al 15% resultado favorables para el buen aporte sobre las propiedades del suelo. **Las teorías relacionadas a la investigación.** (Manual de carreteras DG,2018,p. 12) El MTC designa que son de clase tres las carreteras cuando conservan formas que el IMDA es menor < 400 veh./día por lo tanto se tendrá 2 carriles en la calzada y será de 3 metros el ancho como mínimo, Las carreteras que son de clase tres se trabajara siempre y cuando los suelos hayan sido estabilizadas con micro pavimentos o liquido asfaltico , de tal modo que la capa superior, establecida como capa de rodadura, se logre asfaltar ,se llevara a cabo de acuerdo a las diferentes condiciones geométricas. (Maldonado y Serrín 2018, p. 54). **Pavimento** está formado por una estructura que se encuentra por encima de la superficie de la subrasante, tiene como finalidad soportar las distintas cargas del paquete estructural, de tal forma que la función principal es soportar cargas externas en un tiempo determinado. La estructura del pavimento al ser utilizado debe brindar gran comodidad y seguridad, así mismo brindar óptimos servicios de calidad para los vehículos, de tal forma se obtendrá mejor disposición de vida de los trasportistas. Las partes de la estructura del pavimento son: **a) Capa de rodadura**, se establece como la base superficial de un pavimento, existe tres tipos: pavimento bituminoso (flexible), pavimento rígido o pavimento de adoquines. **b) Base**, se establece que esta entre la capa de rodadura y capa subbase, y tiene

como finalidad de mantener, transmitir y distribuir las cargas provocadas por los neumáticos que circulan por la carpeta de rodadura. **C) Subbase**, es la capa inferior de la base, cuyo espesor está dado por el diseño, su función es de sostener a la base y la carpeta de rodadura, de tal forma que las cargas transmitidas de los neumáticos son menores. Por lo tanto, soportará los esfuerzos resultantes de la base y será transmitido a la subrasante. Los materiales utilizados en la capa de la subbase no son muy problemático comparado con la capa de la base a causa de la transición de cargas. **Subrasante**, es la superficie concluida a base de movimiento de tierras de corte-relleno, encima de la subrasante se instalará el afirmado o la estructura del pavimento. La resistencia de soporte de la subrasante será evaluada mediante el ensayo del CBR, no obstante, para el diseño del pavimento, en algunos casos se llega a utilizar el Módulo Resiliente para representar las propiedades del suelo de la subrasante. (Gutiérrez Lázares, 2007), aquellos suelos que se encuentran por debajo de la superficie de la subrasante de 0.60 m de profundidad, el valor del CBR > 6% dichos suelos están en la categoría de suelos adecuados y estables. En caso que el CBR < 6%, se tiene que estabilizar el suelo buscando alternativas de mejora de acuerdo a las propiedades físicas que presente el suelo. (Pérez, 2008), **Estabilización**, Es el proceso por el cual se busca alternativas de mejora para obtener buenos parámetros de resistencia, cambiando el esfuerzo de los mismos a una determinada compresibilidad. Se denomina proceso artificial cuando los gránulos de la muestra del suelo entran en enlace entre sí, disminuyendo el total de vacíos, para realizar lo mencionado se utilizará métodos mecánicos reduciendo la gran cantidad de vacíos, del mismo modo se empleará métodos fisicoquímicos, químicos y mecánicos. Juliano Bienvenido (1985). **Estabilización química**, este método consiste en mezclar el suelo en estado natural con un agente externo el cual responderá de forma química alterando y mejorando las propiedades numerosas. Se puede resaltar que existen algunos aditivos o adiciones que pueden darse a menudo impactos ambientales durante su incorporación. Varón (2005). **Ceniza de cascara de arroz**, se manifiesta que las cenizas constituyen un aproximado del 20% en peso de la cáscara al ser calcinada. En base a los estudios de la CCA al ser incineradas, se obtiene un gran porcentaje de sílice por encima del 80%. Su elevado contenido de silicio lo convierte en un componente puzolánico de buenas propiedades. De tal modo que las cenizas

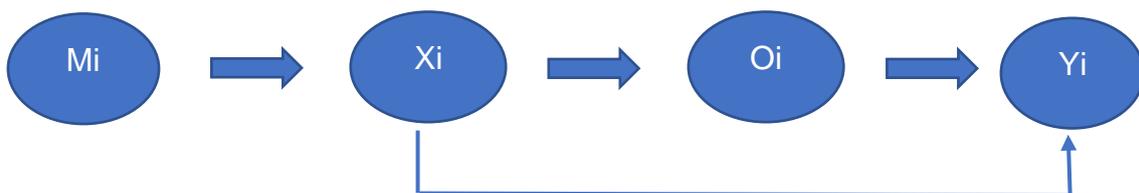
contienen propiedades químicas como: Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio. (Castro 2014, p.6-7). Menciona que la CCA, se obtiene al incinerar la cascarilla de arroz, mediante hornos de altas temperaturas o al aire libre (fuego abierto), donde se obtiene como resultado puzolánico. El uso primordial la CCA suele ser manejado como componente de estabilización para el buen estado de los suelos: la base, la sub-base y la subrasante, mezclándolo para conseguir una mejora de sus propiedades soportar e impermeabilizar, de modo que dicho estudio se está poniendo en práctica para estabilizar un suelo inadecuado e inestable. Vega (2006 pag.17). **Las puzolanas**, son sólidos que pueden ser sílicea o sílice aluminosa de textura fina y estructura amorfa de origen natural o artificial, cuando hay contacto con el agua endurecen al ser mezclados con hidróxido de calcio, o con cualquier componente químico que pueda tener reacción con las puzolanas y que posteriormente se genera compuestos de hidratación estables, insolubles de características cementantes, sin embargo para que se obtenga una reacción puzolánica, implica que el sílice debe estar en su estado amorfo.(Vega ,2006). **Capacidad portante**, es el valor máximo de empuje media de enlace entre el terreno y el cimiento, en consecuencia, no exista un defecto de un asentamiento diferencial en exceso o un fallo por corte. De la capacidad portante se establece que es la capacidad de soporte de la muestra del suelo o de una estructura, su función principal es resistir todas las cargas que resulten de las cargas vivas o muertas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación: el plan de investigación en estudio es **aplicada**, porque tendrá como propósito solucionar problemas de enfoque científico basadas en teorías existentes, dirigiéndose en la indagación para su aplicación, empleando el laboratorio suelos para evaluar la caracterización tanto físicas y mecánicas del suelo, así mismo también realizando el análisis Térmico Diferencial de la CCA Ceniza de Cáscara de Arroz, para su determinación de las propiedades químicas, de esa forma aportar alternativas de solución frente a diversos problemas para su uso posterior. Vargas Cordero (2009, p.6).

Diseño de investigación: el presente plan de investigación tiene como diseño **experimental**, de tipo **cuasi experimental** porque se usará diversas adiciones de CCA. ceniza de cascara de arroz que es la variable independiente (V.I), con la finalidad de convertir y realizar una evaluación de la conciencia en la variable dependiente (V.D) como es la subrasante en la carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash. Se manipula intencionadamente, al menos, una (V.I) para observar y analizar su consecuencia de una a más (V.D). Hernández, Fernández y Bastidas, (2014, p. 151). Tal como se muestra el siguiente esquema.



Dónde:

M1: Muestra de la vía entre el Cruce del C.P. Tambo Real – Tambo Real Antiguo

Xi: Variable Independiente (ceniza de cáscara de arroz).

Yi: Variable Dependiente (Estabilización de Subrasante).

Oí: Resultados

3.2. Variables y operacionalización

La Operacionalización de Variable, es el procedimiento donde las variables serán medidos de acuerdo a la estructura planteada en la hipótesis, de esta forma varios casos llegaran a una mayor precisión mediante indicadores de la Variable Independiente, Ceniza de Cáscara de Arroz, de acuerdo a la dosificación y la Variable Dependiente, estabilización de subrasante, de acuerdo a la granulometría, porcentaje de humedad, índice de plasticidad, ensayo del CBR y Proctor Modificado, para poder cuantificar los valores y de esa manera llegar a conclusiones. Según la definición está dado por la descomposición de los factores que forman la base de la hipótesis, se obtiene mediante la descomposición de las variables en dimensiones y estas a su vez son dadas en indicadores que logran la observación directa y la medición. Avalos (2014 p.57),

Variable Independiente: Ceniza de Cascara de Arroz

Definición conceptual: La CCA es aquel elemento resultante de los procesos de calcinación o incineración suele ser utilizado como un generador de sílice de componentes amorfas, de tal modo que dicho material tiene factores puzolánicos y puede ser empleado en la construcción. (Llamoga. 2016, p.26)

Definición operacional: El elemento químico que contiene la CCA en una gran cantidad es la sílice que es altamente reactiva y se puede obtener fácilmente, de modo que al combinarse con el suelo mejora sus propiedades de acuerdo a las adiciones del 3%, 7% y 10% para un suelo con soporte.

Indicadores: es proceso que permite medir al agregar las dosificaciones del 3%, 7% y 10% la CCA con respecto al peso de la muestra.

Escala de medición: es el valor de medida para asignar a la variable de CCA, tipo continua mediante la escala de intervalo.

Variable Dependiente: Estabilización de la Subrasante

Definición conceptual: Es la parte superficial concluida de las vías del corte y relleno mediante el movimiento de tierras, cuya función principal es soportar las cargas transmitidas de la capa base y capa sub base del pavimento o a nivel de afirmado, del mismo se puede decir que es el fondo de corte del terreno o el nivel superficial del terraplén, que soporta la cargas ocasionadas por la carpeta de asfalto, y está conformado por suelos adecuados estabilizados de componentes

permisibles y realizando una compactación de capas se obtiene un sólido estable de estado óptimo, de tal modo que no sufra por las cargas concentradas del diseño que resulta del tránsito. si el CBR <6% se considera subrasante pobre o inadecuada de tal manera que corresponde a estabilizar el suelo. (Manual de carreteras, Sección suelos y pavimento 2014, p. 20)

Definición operacional: las carreteras que tienen superficies sin ser pavimentadas con suelos areno-arcillosos o con CBR<6 serán estabilizados con CCA a diversas proporciones, luego corresponde analizar y evaluar las propiedades del suelo realizando una comparación con el suelo patrón en el contenido óptimo de humedad, en porcentaje de absorción y resistencia.

Indicadores: Es el proceso que permite medir los valores de las cualidades de un suelo mediante: la granulometría, porcentaje de Humedad (%), Limite Líquido-plástico (%), Ensayo CBR (%), Proctor Modificad.

Escala de medición: es el proceso que permite sintetizar la información de los resultados el cual es de tipo continua y será medido mediante la Escala de Intervalos

(Ver matriz en anexo A1)

3.3. Población, (criterios de selección) muestra, muestro y unidad de análisis.

Población: En esta investigación la población en estudio estará conformada por la carretera de 900.00 metros lineales comprendido entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo adicionando la CCA para estabilización de Subrasante.

Criterios de inclusión: se incluirá todos los vehículos motorizados y no motorizados y pobladores que transiten en ella.

Muestra:

En este proceso para determinar la muestra, que es parte de la población se realizó mediante la fórmula de muestra finita, donde en cualquier lugar del nivel integración cabe la probabilidad de ser designada y constituir parte de la muestra, remplazando valores se obtuvo el siguiente resultado.

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

$$n = \frac{900 * 2.58^2 * 0.5 * 0.50}{(900 - 1) * 0.01^2 + 2.58^2 * 0.5 * 0.5} = 853.87 \text{ m}$$

En esta investigación la muestra en estudio estará conformada por la carretera de 900.00 metros lineales comprendido entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo adicionando la CCA para estabilización de Subrasante. Para lograr un resultado al 99% de seguridad.

Muestreo: en esta investigación tendrá como método probabilístico, donde la muestra del suelo natural se extraerá de forma alterna y será la muestra que representa la población.

De la carretera de 900.00 metros lineales comprendido entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, se consideró la extracción de 2 muestras del suelo natural utilizando 2 calicatas a una profundidad de 1.5 m, ubicadas las progresivas: Calicata N°1: 0+150m, Calicata N°2: 0+600m de acuerdo al proceso de la normativa, ASTM D 420 como lo indica el Manual de Carreteras suelos y pavimentos,2014 del capítulo IV suelos, del cuadro 4.1, donde nos detalla el muestreo de la cantidad necesaria de calicatas para la exploración del suelo de acuerdo al IMDA,

Figura 1. Cantidad de calicatas necesarias para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 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 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: 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 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras 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	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de carreteras suelos y pavimento, 2014.

Para realizar la cantidad de ensayos requeridos para evaluar el suelo de la subrasante de las carreteras pertenecientes a tercera clase, se realizará 01 CBR cada dos kilómetros para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitación de acuerdo el cuadro 4.2 (Manual de carreteras suelos y pavimentos, 2014 pág. 28)

Figura 2. Numero de ensayo de CBR,

Tipo de Carretera	N° M _R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras suelos y pavimento, 2014.

Unidad de análisis: en este caso la unidad de análisis se da por cada proceso de estudio que se realizara en el laboratorio, en tres tratamientos con ceniza de cáscara de arroz incluyente a la muestra natural.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de Datos.

En esta investigación dentro las técnicas que se utilizarán para recopilar y analizar la información es: **observación**, se realizó la visita a campo, carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antigo, para poder registrar la información correspondiente de la subrasante en su estado natural luego proyectarse al comportamiento ante la adición de la CCA, **análisis documental**, en este proceso se opta analizar los resultados de los diversos ensayos que fueron registrados y proporcionados por el laboratorio de suelos Kae ingeniería, mediante gráficos y cuadros, de esa manera se alcanzó los objetivos planteados consiguiendo el mejor valor optimo de mejoramiento de la subrasante.

El instrumento será **guía de observación** (ensayos), es el proceso de forma general de los ensayos del laboratorio de suelos que se dará mediante la normativa específica designadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), tal como se detalla en las fichas de recolección de datos:

Fichas técnicas de análisis granulométrico: las hojas de cálculo que se empleara para el procesamiento de datos y poder determinar el tamaño de partículas que contiene el suelo, (ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128). **(Ver Anexo B1)**

Fichas técnicas de contenido de humedad: las hojas de cálculo que se empleara para obtener el porcentaje de humedad del suelo. (MTC E108 - ASTM D2216), **(Ver Anexo B1)**

Fichas técnicas de límite líquido: las hojas de cálculo para la obtención del contenido de agua con que un suelo cambia su consistencia, de líquida a plástica al reducir la humedad o de plástica a líquida al adicionar la humedad. (ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E111). **(Ver Anexo B1)**

Fichas técnicas de límite plástico: las hojas de cálculo para el logro de contenido de humedad en que el suelo comienza a comportarse como un material plástico. (ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E111). **(Ver Anexo B1)**

Fichas técnicas de Proctor Modificado: las hojas de cálculo que se utilizara para determinar la conexión entre la densidad seca y la humedad óptima de compactación de los materiales. (ASTM D1557 / ASTM D1883). **(Ver Anexo B2)**

Fichas técnicas de Ensayo CBR: las hojas de cálculo que se empleara para la capacidad de soporte, con una humedad óptima y compactación variable. (ASTM D1883). **(Ver Anexo B3)**

3.5. Procedimiento

El procedimiento para la investigación se describe de acuerdo a los instrumentos y recolección de datos mencionados anteriormente, es decir las fichas técnicas de cada ensayo nos permitirán evaluar las características mecánicas y físicas de la muestra natural con las diversas adiciones de 3%, 7% y 10%, de esta manera obtener los resultados favorables de mejora para la estabilización de la subrasante y dar una respuesta de positividad a nuestra hipótesis.

Trabajo de campo

Se realiza la visita a la carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo para la obtención de muestras, realizando 2 calicatas, progresivas C1: 0+150 y C2: 0 +600

a una profundidad de 1.5 m de acuerdo la norma ASTM D420-69 MTC, manual de carreteras 2014. Se realiza la vista al Molino Capullo ubicado en el Centro Poblado Tambo Real Antiguo para la adquisición de la Cáscara de Arroz, obtenido la muestra se realizará la calcinación a cielo abierto. Se da inicio los ensayos con el análisis granulométrico, teniendo en cuenta la normativa (ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128), se realiza el cuarteo del suelo para obtener una mezclanza homogénea y proporción necesaria para el tamizado, se inicia el tamizado ordenándolos de forma decreciente desde el tamiz N° 3/8" (9.5mm) hasta el tamiz N°200(0.075mm), se pesa lo retenido de la muestra de cada tamiz. Ensayo n° 2, se realiza el contenido de humedad (%) mediante (MTC E108 - ASTM D2216), se acoge una determinada proporción de la muestra para obtener su peso (muestra húmeda) y posteriormente la misma muestra se lleva al horno para el secado a una temperatura de 110°C, luego se pesa (muestra seca), con los resultados de ambos pesos se obtiene el contenido de humedad. Ensayo n°3, limite liquido mediante (ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E111), se coloca una proporción del suelo en la copa Casagrande, empleando el acanalador se divide la muestra obteniendo una ranura uniforme, posteriormente se precede a alzar y bajar rotando el manubrio a una rapidez de 1.9 a 2.10 golpes por segundo, hasta lograr que las proporciones, entren en contacto, se contabiliza el número de golpes. Ensayo n°4, limite Plástico mediante (ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E111), se tomó una proporción de la muestra del límite liquido aproximadamente 20 g. se realizó el amasado agregando agua y se acoge una porción de 2 g aproximadamente para darle forma de un elipsoide, usando los dedos se empieza a rodar en la mesa para crear los cilindro de 3.2 mm, sin que se desmorone, la fracción recolectada se ubica en un recipiente de vidrio con el fin de mantener la humedad, se prosigue esta forma de proceso hasta conseguir 6 g para determinar la humedad (no presenta). Ensayo n°5, Proctor modificado mediante (ASTM D1557 / ASTM D1883).se realizó la colocación de la muestra al molde en 5 capas, cada capa colocada en el molde fue compactado por 25 golpes, utilizando una pesa de 10 lb, dejándolo caer desde cierta altura establecida, consiguiendo que la muestra del suelo soporte un esfuerzo 2700 KN-m/m³ ó (56000 pie-lbf/pie³) aproximadamente, de esa forma se logra el peso unitario seco. Ensayo n°6, ensayo de CBR mediante (ASTM D1883), se toma 6 kg de la muestra trabajada, en seguida se toma el peso del molde más la base, el

disco y el collar. se procede a la compactación mecánica en 5 capas por molde, correspondiendo a 12, 25 y 56 golpes, se registra los resultados de expansión, empleando el trípode colocando encima del molde, haciendo coincidencia que el vástago del dial este centrado con la placa perforada, de acuerdo al transcurso de penetración se busca una carga parecida a la pavimentación, dicha carga debe estar ± 2.5 kg aproximadamente.

Se realizo el conteo vehicular durante una semana en la Garita de la ronda Tambo Real en la progresiva 0+100 en función al MTC, para determinar el IMDA, dicho resultado será de suma importancia para el diseño del pavimento flexible.

Trabajos de gabinete

Se realizará un plano de ubicación y localización del tramo a intervenir de la carretera de Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo. **(ver anexo C1)**

Se realizará un plano las calicatas mediante el AutoCAD Civil 3d. **(ver anexo C2)**

La composición química de la CCA ceniza de cascara de arroz compuesto principalmente de sílice en un mayor porcentaje y mínimas cantidades de sales inorgánicas, dichos componentes serán importantes para dar el tratamiento al suelo. **(ver anexo D1)**

Se procesará los datos obtenidos del laboratorio de cada ensayo realizado mediante el programa Microsoft Excel, este programa permitirá, optimizar los resultados del suelo en su estado natural y el suelo con la adición del 3%, 7% y 10% de la ceniza de cascara de arroz **(ver anexo D2)**

Los formatos de cálculo de Microsoft Excel permitirán evaluar el resultado favorable de la adición de CCA para la estabilización, de tal modo dichos valores nos permitirá realizar el diseño del pavimento flexible. **(ver anexo E1 y E2)**

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados conseguidos del plan de investigación se procesarán a través de protocolos e instrumentos confiables que se obtendrá datos sin alteración. Por lo tanto, se utilizará los programas: Microsoft Excel, Microsoft Word, donde los resultados alcanzados del experimento en el laboratorio serán acogidos a través de tablas comparativas, cuadros, gráfico, etc.

Para la elaboración de planos de ubicación y localización se realizará mediante el AutoCAD civil 3D.

3.7. Aspectos éticos

Beneficencia: A modo de indagador las informaciones conseguidas y recolectadas del tramo de la carretera y del mismo modo del laboratorio suelos serán de forma evidente, por lo tanto, todos los resultados adquiridos de dicha investigación serán transparentes, para ser respondidos por expertos del área competente mediante métodos y técnicas, y poder llegar evaluar los resultados obtenidos. En particular el Centro Poblado Tambo Real será beneficiado por los estudios que se realiza y así reducir al mínimo los riesgos de exposición al polvo en la carretera.

No maleficencia: En este proceso se respetará los datos revisados y no caer en error en la investigación, de modo que si fuese necesario se tendrá que citar la información obtenida de diversos investigadores y así tener la certeza que mi proyecto de investigación sea lo adecuado.

Autonomía: En este proceso de investigación se tiene en cuenta la capacidad de decidir por manera propia haciendo referencia a ciertos aspectos legales, en base a normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y así poder desarrollar libremente los intereses de la investigación.

Justicia: En este aspecto si se quiere realizar un proyecto de construcción civil, siempre se debe desarrollar de acuerdo lo estipulado en Estado Peruano, Reglamento Nacional de Edificaciones - capitulo (normas de pavimentos CE.010).de este modo nos permite cumplir los requisitos mínimos bajo criterios propios, por lo que todo lo que se edifique pueda estar bajo reglamento, y de esta manera tener una correcta ejecución y que cada profesional asuma sus responsabilidades que se le otorgue.

IV. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo de investigación fueron mediante el laboratorio de suelos KAE Ingeniería SAC. Muestra extraída de la subrasante de la carretera del Cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo, donde se realizó diversos ensayos en su estado natural del suelo y con las combinaciones respectivas con la ceniza de cascara de arroz con la finalidad de darle una mejora a las propiedades del suelo del mismo modo lograr los objetivos específicos mencionados líneas arriba, de acuerdo a la norma del MTC y ASTM.

Respondiendo al **Objetivo General**. Determinar la Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash.

Es este proceso se dará a conocer cómo influye la ceniza de cascara de arroz en la subrasante de la carretera cruce Tambo Real -Tambo Real antiguo, gracias a los ensayos alcanzados en el laboratorio de suelos, teniendo como muestra patrón a la C-01 más las adiciones del 3%, 7% y 10 % de CCA, dichos ensayos se realizaron en el laboratorio de suelo de la empresa KAE Ingeniería SAC. Basados en las normas ASTM, MTC Y NTP.

Tabla 1. Resultado de los ensayos del Terreno Natural + Adiciones de CCA

Descripción	Gravas (N°4<di am<3")	Arena (N°200<di am<N°4)	Finos (diam<N° 200)	Clasificación		L. líquido	L. Plástico	Índice de Plasticidad	C. Humedad (%)	Proctor Modificado		CBR (95%MDS) 0.1"
				Sucs	Aashto					M.D.S	H.Optima	
Terreno Natural	0.57%	43.63%	55.80%	ML	A-4(4)	29.76	N.P	N.P	11.46	2.083	8.36	8.5
T.N + 3%CCA	2.76%	48.55%	48.69%	SM	A-4(3)	27.31	N.P	N.P	-	2.037	10.47	13.8
T.N + 7%CCA	4.93%	50.03%	44.77%	SM	A-4(2)	25.31	N.P	N.P	-	1.99	12.39	21.5
T.N + 10%CCA	5.72%	52.88%	41.40%	SM	A-4(1)	18.79	N.P	N.P	-	1.875	15.03	27.5

Fuente: Elaboración Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingeniería SAC.

Interpretación: de la tabla 10. Se observa la influencia de la ceniza de cascara de arroz en la subrasante de la carretera Cruce Tambo Real – Tambo Real Antiguo, en la muestra del Terreno Natural se observa que la clasificación del suelo : Sucs

ML(arena limosa), Aashto A-4(4) y el límite Líquido de 29.76 con un contenido de humedad de 11.46%, el Proctor Modificado MDS de 2.083 gr/cm³ la humedad óptima de 8.36% y el CBR (al 95%MDS) 0.1" de penetración es de 8.5%, perteneciente a la categoría de subrasante Regular, y para las adiciones del 3%,7% y 10% de Ceniza de cascara de arroz hay un resultado favorable en la subrasante, a medida que se va adicionando la proporción de CCA la resistencia del suelo sube notablemente , obteniendo el mejor porcentaje para el T.N+ 10% CCA el CBR (al 95%MDS) 0.1" de penetración de 27.5%, aumentando la resistencia del suelo en 69% con respecto al suelo patrón, de tal forma se acepta la hipótesis general planteada.

Para sintetizar los resultados nos basamos en función a nuestros objetivos específicos planteados.

Respondiendo al objetivo específico: **a)** Determinar la composición química de la ceniza de cascara de arroz.

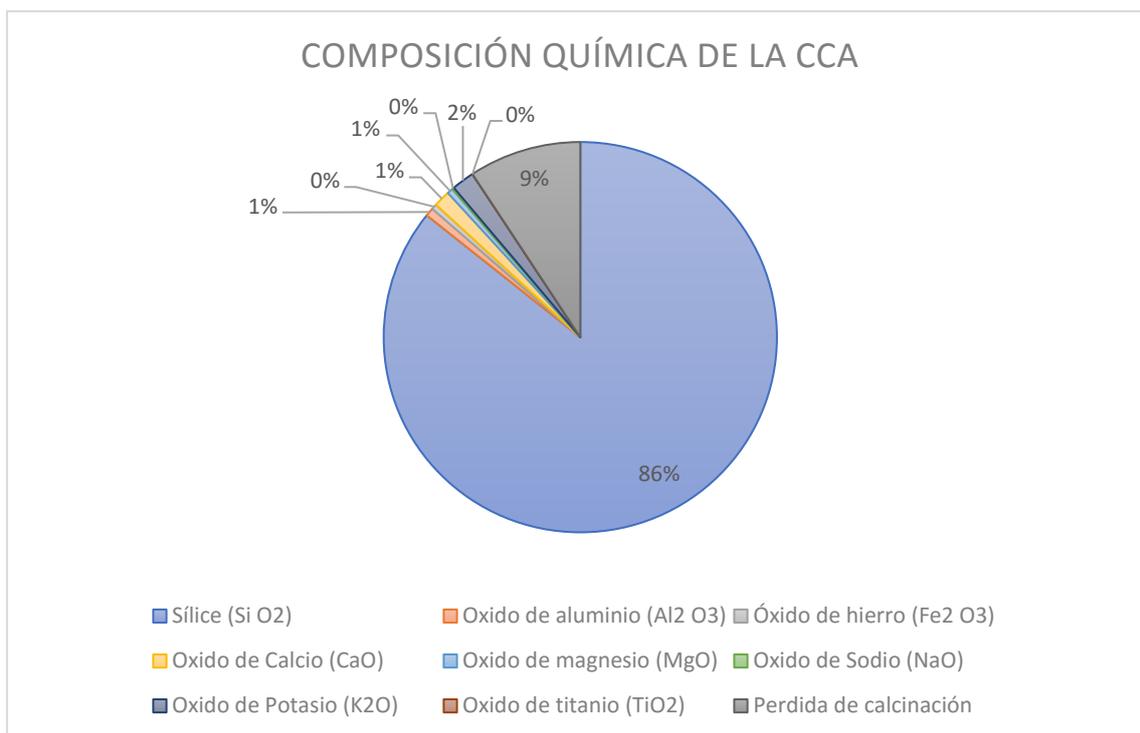
Tabla 2. *Composición Química de la Ceniza de Cascara de Arroz.*

	RESULTADOS (%)
Sílice (Si O ₂)	85.74
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.69
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	0.45
Oxido de Calcio (CaO)	1.36
Oxido de magnesio (MgO)	0.48
Oxido de Sodio (NaO)	0.16
Oxido de Potasio (K ₂ O)	1.87
Oxido de titanio (TiO ₂)	0.012
Perdida de calcinación	9.24

Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio de UNT

Interpretación: de la tabla 1, se puede observar que el Sílice (Si O₂) 85.74% , el Óxido de Potasio (K₂O) 1.87% y el Óxido de Calcio (CaO) 1.36% son los componentes que tienen mayor porcentaje de la muestra y el Óxido de hierro (Fe₂O₃) 0.45%, Óxido de Sodio (NaO) 0.16% y Oxido de titanio (TiO₂) 0.012% son los componentes en porcentajes bajos.

Figura 3. Composición Química de la Ceniza de Cascara de Arroz.



Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio de UNT.

Interpretación: De la figura 1, se aprecia de la composición química de la cascara de arroz que el Sílice (SiO₂) 85.74% es el componente en mayor porcentaje, y el óxido de Titanio (TiO₂) 0.012% es componente de menor porcentaje de la proporción de la muestra, y un 9.24 % de perdida de calcinación.

Respondiendo al objetivo específico **b)** Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la carretera entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo.

Para alcanzar la determinación de las propiedades físicas en el suelo se da mediante el análisis granulométrico, limite líquido y limite plástico (índice de plasticidad), y para determinar las propiedades mecánicas en el suelo se da por medio de la prueba del CBR y Proctor modificado.

Tabla 3. Resultado del análisis granulométrico de la subrasante-Patrón

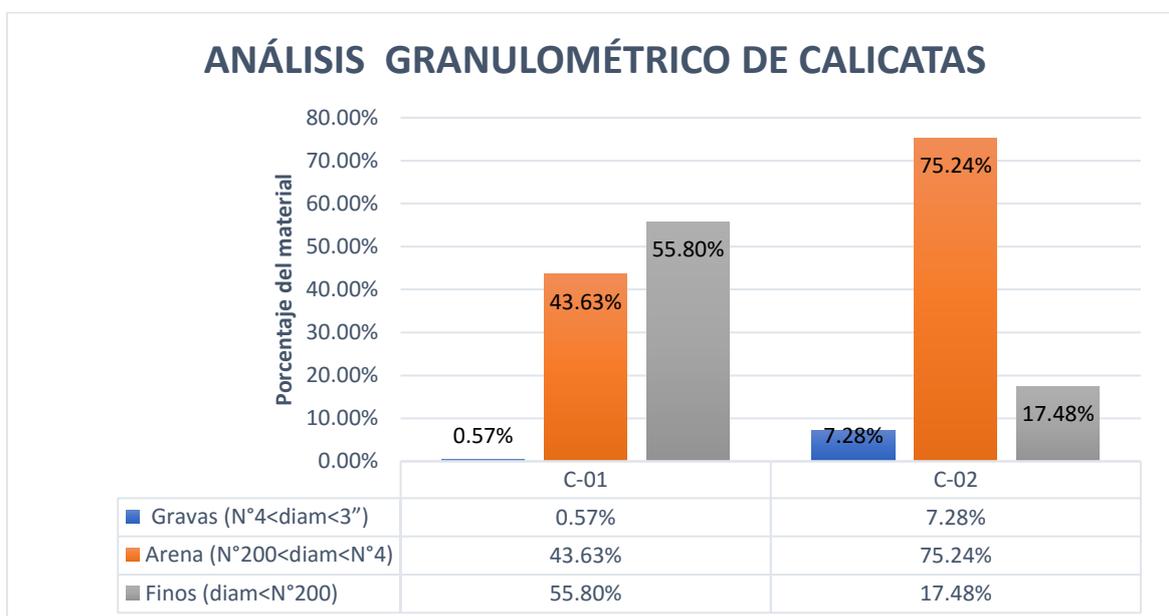
ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA SUBRASANTE
--

Muestras	Gravas (N°4<di am<3")	Arena (N°200<diam <N°4)	Finos (diam<N °200)	humedad (%)	Clasifica ción SUCS	clasificaci ón AASHTO
C-01	0.57%	43.63%	55.80%	11.46%	ML	A-4(4)
C-02	7.28%	75.24%	17.48%	3.82%	SM	A-2-4(0)

Fuente: Elaboración Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingeniería SAC

Interpretación: con respecto al cuadro N°2 se puede observar, que el proceso del tamizado para la calicata N°1 y N°2 son muy parecidos, según la clasificación SUCS, corresponde a ML Y SM (arenas limosas, mezclas arena-limo) y según la clasificación AASHTO, la C-01 corresponde al grupo A-4(4): y su comportamiento general es un suelo pobre a malo y la C-02 corresponde al grupo A-2-4(0): y su comportamiento general es un suelo bueno a moderado , y el contenido de humedad para C-01 es 11.46% y para la C-02 es 3.82 %.

Figura 4. Análisis granulométrico de la subrasante - Patrón



FUENTE: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la figura 2. se puede observar con respecto a la C-01, el contenido de gravas es de 0.57%, contenido de arenas es de 43.63% y el contenido

de finos de 55.807% y en la C-02, el contenido de gravas, arenas y finos es de 7.28% 75.24% y 17.48% respectivamente, de tal modo se puede evidenciar que la calicata N°01 es un suelo moderado o pobre, considerado desfavorable en comparación con la Calicata N°2 ,debidamente al gran contenido de finos, pasantes de la malla n°200, por lo tanto es la muestra que requiere un cambio de sus propiedades del suelo, y será tratado con nuestro agente estabilizador de Ceniza de Cáscara de arroz.

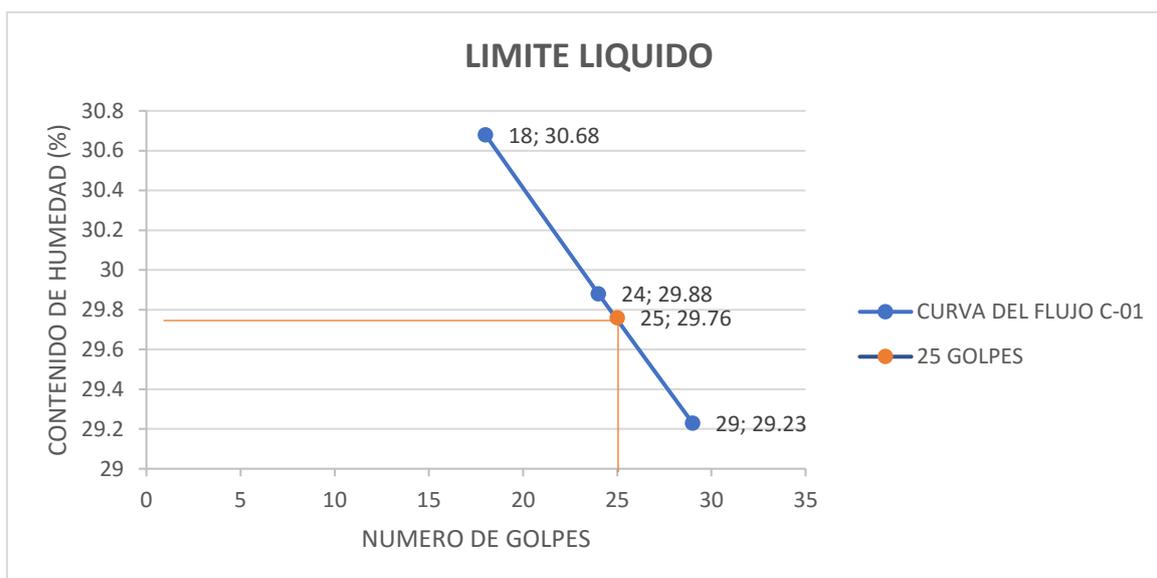
Tabla 4. Resultado del límite líquido - Patrón

MUESTRA	N° TARRO	T-10	T-07	T-02
C-01	Contenido de Humedad	30.68	29.88	29.23
	Numero de Golpes	18	24	29
C-02	Contenido de Humedad			
	Numero de Golpes		NO PRESENTA	

FUENTE: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la tabla 3 se aprecia de la C-01 los valores de la humedad vs número de golpes, dado que al incrementar la humedad el número de golpes disminuye, en 18 golpes y con 30.68% de contenido de humedad el suelo entra en contacto, en 24 golpes fue el 29.88% y para 29 golpes fue 29.23%, esto se debe al contener más agua el suelo se suelta y la ranura cierra más rápido en el proceso del ensayo, y de la C-02 los resultados del límite líquido no presenta, de acuerdo a la normativa del MTC E110.

Figura 5. Resultado del límite líquido - Patron



Fuente: Elaboración Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingeniería SAC.

Interpretación: de la figura 3 se aprecia de la C-01 la curva de fluides del límite líquido con respecto al número de golpes, de tal modo que al trazar la curva con los valores de porcentaje de humedad vs número de golpes y la intersección de curva de fluides vs 25 golpes se tomó el resultado del límite líquido, por lo tanto, dicha intersección de 25 golpes con la curva de fluides le corresponde 29.76%, y la C-02 el resultado del límite líquido no presenta.

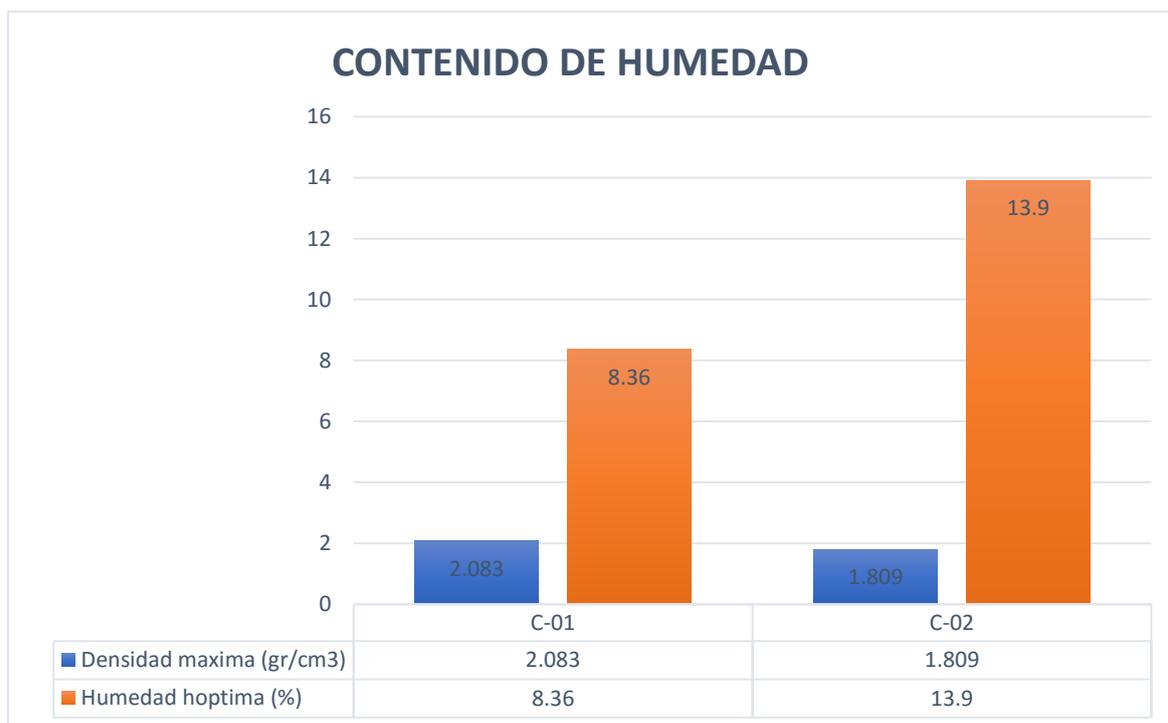
Tabla 5. Resultado del límite plástico C-01 y C-02 - Patrón

N° DE TARRO				
peso del tarro +suelo humedo	gr			
Peso del tarro+ suelo seco	gr			
Peso del agua	gr			
Peso del tarro	gr	NO PLASTICO		
Peso del suelo seco	gr			
Contenido de humedad	gr			

Fuente: Laboratorio KAE Ingeniería SAC.

Interpretación: de la tabla 4. Se percibe los datos de la C-01 y C-02 que el ensayo realizado del límite plástico es no plástico, debido a que es un suelo areno limoso, no cumple con los estándares establecidos para formar los cilindros con diámetros de 3.2mm, por lo tanto, el índice de plasticidad se establece como no plástico.

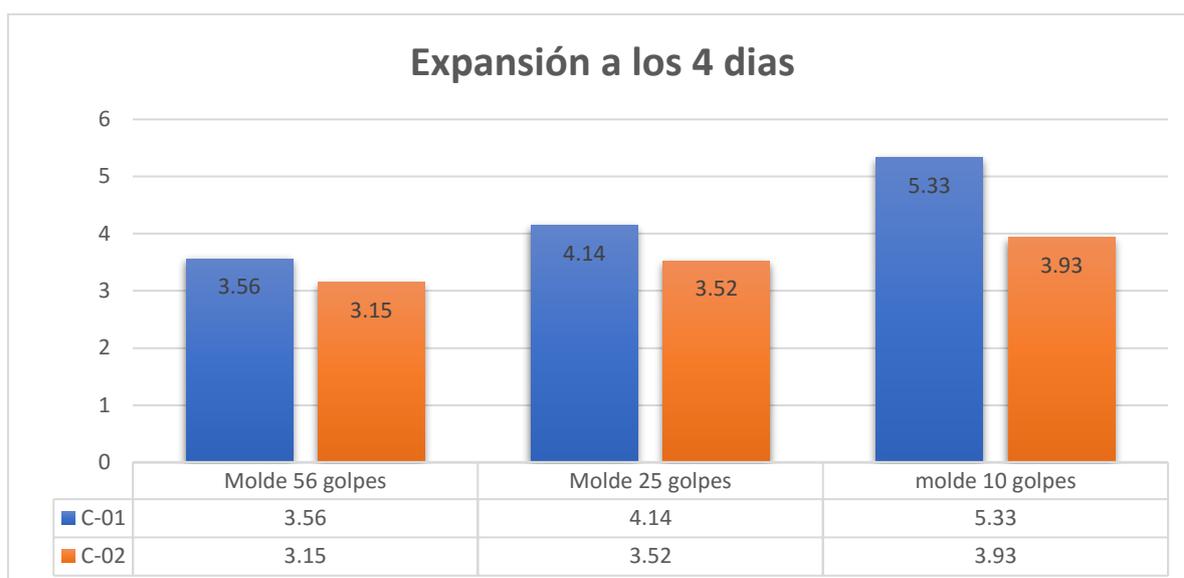
Figura 6. Resultado de Proctor Modificado - Patrón



Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la figura 4, se observa la información de las muestras del suelo virgen de la C-01 y C-02, de tal modo que al realizar el ensayo del Proctor modificado para la C-01 se obtuvo la máxima densidad seca de 2.083 gr/cm³, con humedad óptima de 8.36 % mientras para la C-02 se alcanzó una densidad máxima de 1.809 gr/cm³, con la humedad optima de 13.09 %, por lo tanto, se deduce que la calicata C-02 absorbe más cantidad de agua por ser un suelo limo arenoso que tiene más arena que limo.

Figura 7. Resultado de la expansión a los 4 días - Patrón



Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la figura 5. Se puede apreciar la expansión del suelo del terreno en su estado natural de las C-01 y C-02, de tal manera que al someterse al agua por un periodo de 4 días se obtiene una expansión para el molde de 56 goles de 33.56 mm y 3.15 mm, molde de 25 golpes de 4.14 mm y 3.52 mm y para 10 golpes 5.33mm y 3,93mm respectivamente, estos valores dependen de las propiedades fisicas del suelo.

Tabla 6. Resultado del C.B.R. subrasante- Patrón

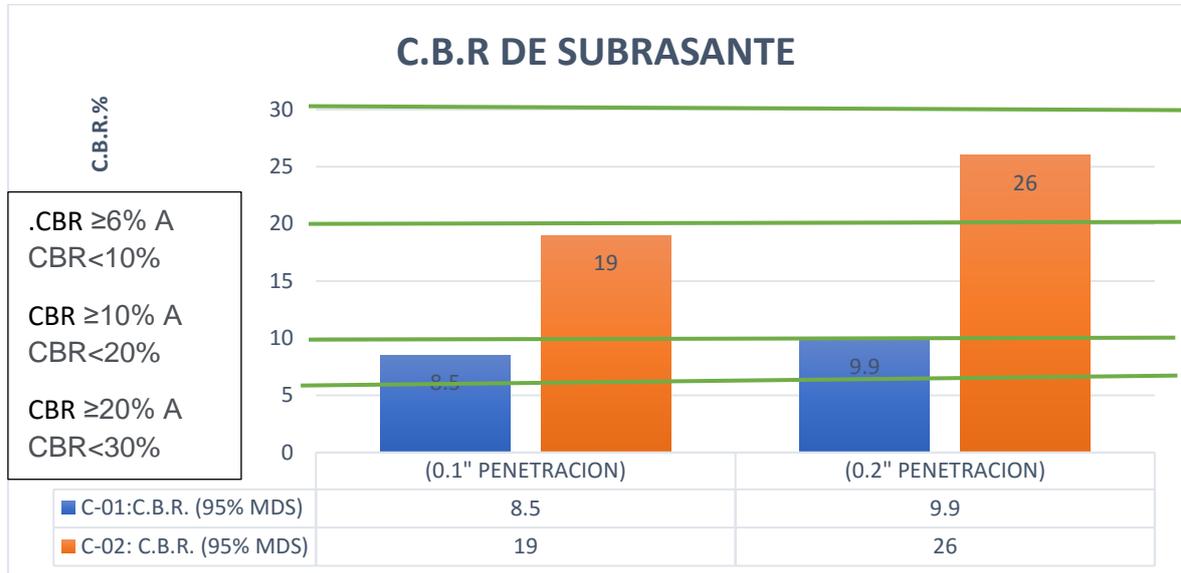
Muestra	CBR al 95% M.D.S		CBR al 100% M.D.S	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	8.5	9.9	11	15.2
C-02	19	26	25	34

FUENTE: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la tabla 5. Se aprecia los resultados del ensayo del C.B.R. de las C-01 y C-02, donde resulta que el C.B.R. al 95% M.D.S (0.1") es: 8.5% y 19% y la densidad máxima seca es: 1.979 gr/cm³ y 1.719 gr/cm³ correspondientemente y el CBR 100% M.D.S (0.1") es de 11% y 25% y densidad máxima es:2.083 gr/cm³

y 1.809 gr/cm³ individualmente, por lo tanto, la muestra de la C-01 es menor su resistencia.

Figura 8. Resultado del CBR de la subrasante - Patrón



Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la figura 6. Se puede observar los resultados del C.B.R. de la subrasante de la C-01 y C-02, de tal modo que el CBR (95% MDS)0.1" de C-01 es de 8.5% pertenece a la categoría de subrasante regulara y el CBR (95% MDS)0.1" de C-02 es de 19%, pertenece a la categoría de subrasante buena, de modo que, al realizar los experimentos respectivos en el laboratorio, se puede evaluar el comportamiento de sus propiedades mecánicas y físicas del suelo, aceptando la hipótesis planteada.

Respondiendo al objetivo específico **c)** Determinar el mejor porcentaje de adición de ceniza de cáscara de arroz al 3%, 7% y 10%.

En este proceso se dará conocer la información de la resistencia del suelo en su comportamiento natural de la calicata n°1, dado que es la muestra que se obtuvo con una menor resistencia en comparación de la calicata n°2, de tal manera que a dicha muestra se le adicionó la ceniza de cascara de arroz en diferentes proporciones, y de este modo se determinó el óptimo porcentaje de adición, por

medio de las pruebas de Proctor Modificado y C.B.R. (Ensayo de Relación de Soporte de California: California Bearing Ratio:)

Tabla 7. Resultado Proctor modificado - adición 3%,7% y 10%.

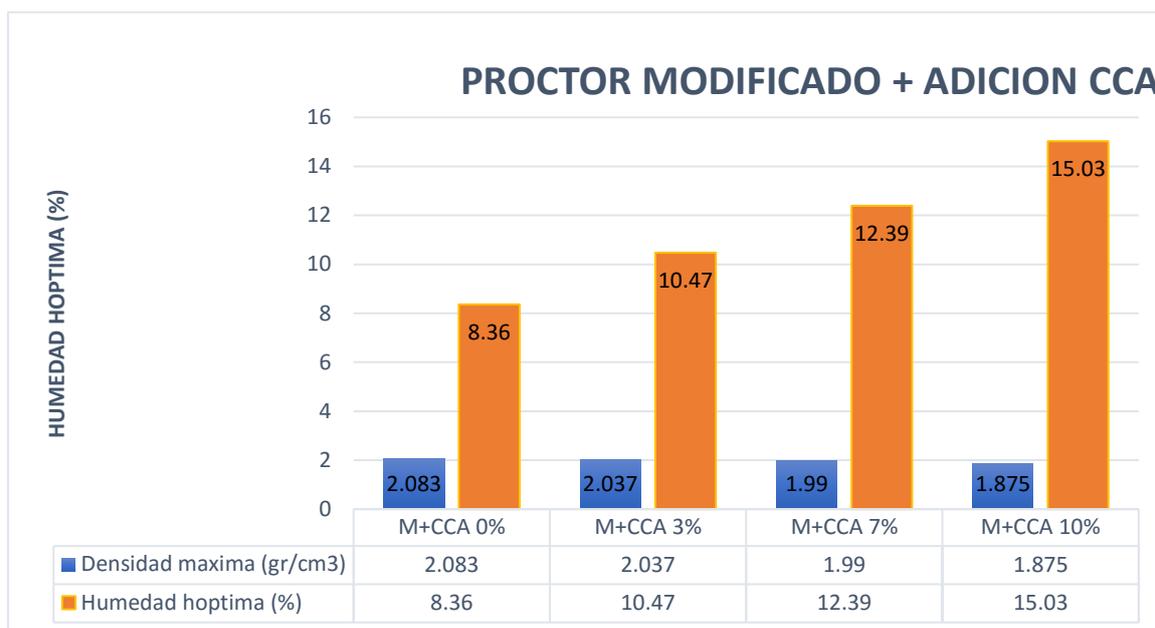
Muestras	Contenido de humedad optimo (%)	Densidad máxima seca gr/cm3
M1+CCA 0%	8.36	2.083
M1+CCA 3%	10.47	2.037
M1+CCA 7%	12.39	1.99
M1+CCA 10%	15.03	1.875

Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Tabla 6. Resultado de C.B.R. - adición 3%,7% y 10%.

interpretación: de la tabla 6. Se aprecia el resultado del ensayo del Proctor modificado, suelo natural (M1+CCA 0%) y las adiciones del (M1+CCA 3%), (M1+CCA 7%) y (M1+CCA 10%), de tal forma se obtiene optima humedad de 8.36% y la densidad máxima de 2.083 gr/cm3 para el suelo de comportamiento natural, y para las respectivas adiciones se obtiene (10.47% ;2.037gr/cm3), (12.39%;1.99) y (15.03;1.875) respectivamente. El proceso del ensayo se realizó mediante la norma ASTM D1557 Y ASTM D 1883, de esta manera se agrega proporciones de agua teniendo en cuenta al peso del suelo hasta alcanzar la densidad máxima al ser compactado, al agregar gran cantidad de agua, el agua empieza a remplazar las partículas del suelo, de tal modo que el (γ agua < γ suelo) por lo tanto el peso unitario seco empieza a disminuir.

Figura 9. Resultado Proctor modificado - adición 3%,7% y 10%.



Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la figura 7. Se aprecia los datos del estudio del Proctor modificado de la muestra del suelo en comportamiento natural y las muestras con las respectivas combinaciones, de tal modo que para la (M+CCA 0%) se obtiene una densidad seca máxima 2.083 gr/cm³ y la óptima humedad es de 8.36%, al adicionar la ceniza de cascara de arroz (M+CCA 3%) se tiene 2.037gr/cm³ y 10.47%, (M+CCA 7%) se obtiene 1.99 gr/cm³ y 12.39% y al (M+CCA 10%) se obtiene 1.875gr/cm³ y 15.03%, estos resultados se obtiene con la energía transmitida de 2700kN-m/m³ con 25 golpes, de tal forma que al agregar más proporción de ceniza de cascara de arroz el componente de la humedad optima aumenta, y la densidad máxima seca empieza a disminuir, esto ocurre porque el peso específico de las ceniza y del agua es menor al peso específico del suelo, por lo tanto el peso unitario seco empieza a disminuir.

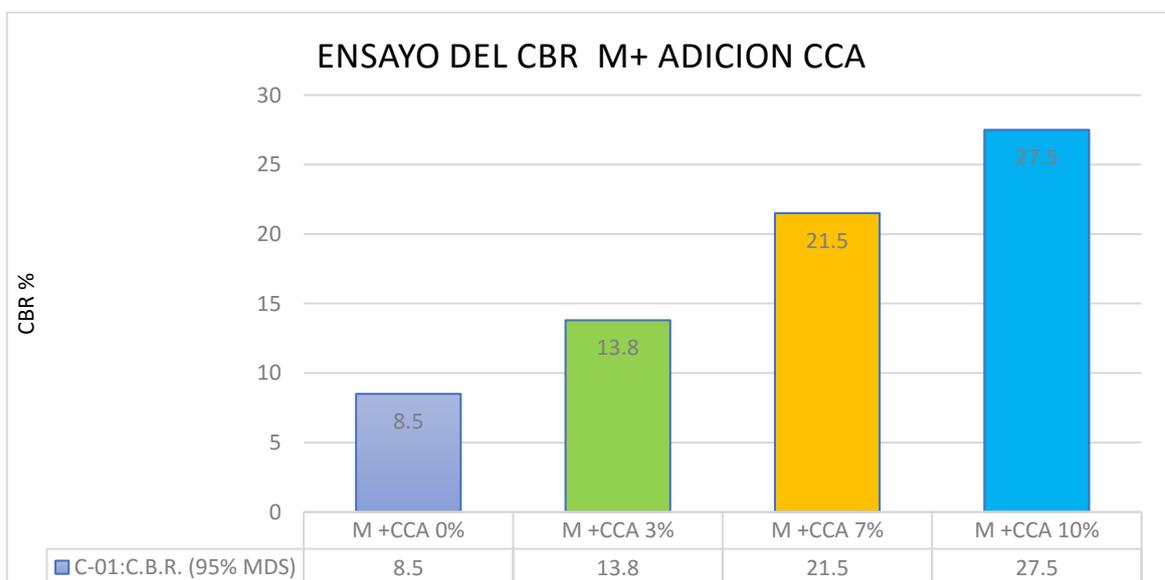
Tabla 8. Resultado Proctor modificado - adición 3%,7% y 10%.

Muestra	CBR al 95% M.D.S		CBR al 100% M.D.S	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
M+CCA 0%	8.5	9.9	11	15.2
M+CCA 3%	13.8	19.7	29.5	34
M+CCA 7%	21.5	29	41	44.3
M+CCA 10%	27.5	34	36	48.7

Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

Interpretación: de la tabla 7. Se observa la información obtenida del CBR del suelo patrón y el suelo con las adiciones, para el CBR al 95% de MDS con 0.1" de penetración se obtiene 8.5% en (M+CCA 0%) , 13.8% en (M+CCA 3%), en 21.5% en (M+CCA 7%) y 27.5% en (M+CCA 10%), estos valores se realizaron respetando la norma ASTM D1883, del mismo modo se observa que, a medida que se va incrementado la cantidad de CCA, la resistencia del del CBR aumenta.

Figura 10. ensayo de CBR - adición 3%,7% y 10%.



Fuente: Elaboracion Propia, datos recolectados del Laboratorio KAE Ingenieria SAC.

interpretación: de la figura 8. Se observa los resultados CBR, de la muestra patrón se obtiene el CBR (al 95% MDS) 0.1" de 8.5%, en tanto que se va incorporando mayor cantidad de Ceniza de cáscara de arroz el CBR empieza a aumentar, por lo tanto, se aprecia el mejor resultado en comparación de las tres adiciones con (M+CCA 10%) de 27.5%, de tal modo que se ha mejorado en 69.09% con respecto a la muestra patrón, por consiguiente, se acepta de forma positiva la hipótesis planteada.

Respondiendo al objetivo específico **d)** El valor óptimo de ceniza de cáscara de arroz mejorará la subrasante para el diseño del pavimento flexible.

En este proceso se dará a conocer los espesores del pavimento flexible con el mejor porcentaje de adición de la ceniza de cáscara de arroz, a través de una hoja de cálculo Microsoft Excel, basado al diseño de pavimento flexible AASHTO-93, de tal forma se realizó un estudio de tráfico para determinar el índice medio diario anual (IMDA) de acuerdo al Ministerio de Transportes, la estación fue en la progresiva 0+100, donde se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla 9. Resultado del índice medio diario semanal-2022

TIPO DE VEHÍCULO	MOTOS	AUTOS	STATION WAGON	CAMIONETA PICK UP	PANEL	RURAL (COMBI)	MICRO	BUS 2E Y 3E	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION 4E	SEMI TRAILER	TRAILER
IMDS $\sum vi/7$	30	137	19	36	1	111	4	4	11	16	4	9	2
TOTAL	384												

Fuente: Elaboración Propia.

interpretación: de la tabla 8. Se observa la cantidad de vehículos que circulan por la vía de Cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo, para calcular el índice medio diario semanal, se efectuó el conteo de vehículos que circulan en una semana, de tal modo que se realizó el promedio por tipo de vehículos, de tal forma se obtiene la cantidad de vehículos livianos (137 autos, 111 Rural (combi) , 36 camionetas Pink up, 4 bus 2E y 3E en otros) y la cantidad de vehículos pesados (16 camión 3E,11 camión 2E,9 semi tráiler, 2 tráiler.

Tabla 10. Resultado del índice medio diario anual-2022

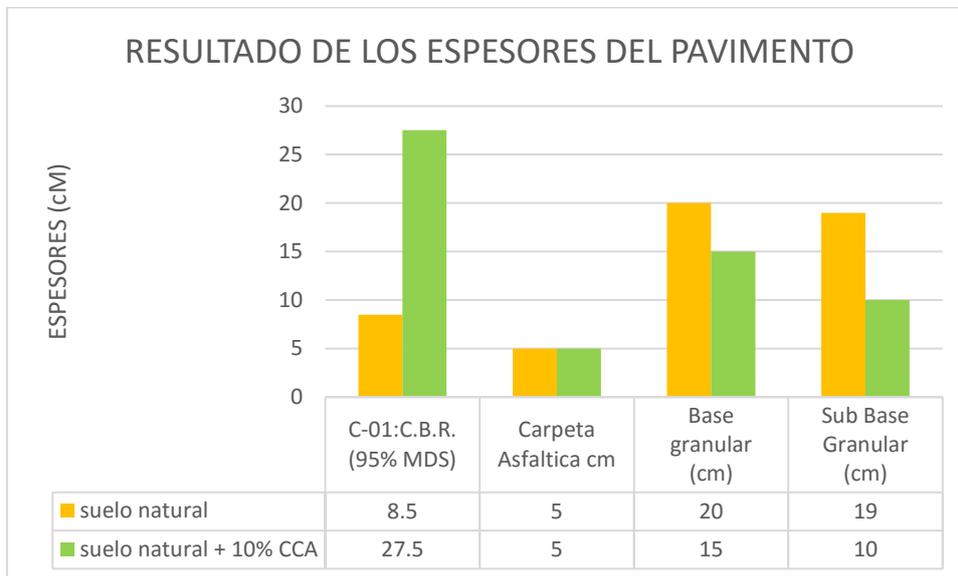
TIPO DE VEHICULO	IMDS $\Sigma v_i/7$	FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL	IMDA	DISTRIBUCIO N (%)	VEH.LIG./VEH .PES.(%)
MOTOS	30	0.92	27	7.75	88.95
AUTOS	137	0.92	126	35.64	
STATION WAGON	19	0.92	17	4.90	
CAMIONETA PIK UP	36	0.92	34	9.46	
PANEL	1	0.92	1	0.22	
RURAL(COMBI)	111	0.92	103	28.93	
MICRO	4	0.93	4	1.09	
BUS 2E Y 3E	4	0.93	3	0.97	
CAMION 2E	11	0.94	10	2.88	11.05
CAMION 3E	16	0.94	15	4.24	
CAMION 4E	4	0.94	4	1.14	
SEMI TRAYLER	9	0.96	8	2.32	
TRAYLER	2	0.96	2	0.46	
TOTAL	384		354	100.00	100.00

Fuente: Elaboracion Propia.

interpretación: de la tabla 9. Se aprecia el (IMDA) índice medio diario anual del tramo cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo. se obtiene multiplicando el promedio de vehículos semanal con el factor de correlación estacional, de tal modo que en este punto de control el IMDA es de 354 vehículos, las cuales corresponden a: 88.95% vehículos ligeros y 11.05% vehículos pesados que circulan por la vía.

Resultado del Diseño del pavimento

Figura 11. Resultado de los espesores del pavimento flexible



Fuente: Elaboracion Propia.

Interpretación: de la figura 9. Se aprecia las dimensiones del pavimento flexible en función al óptimo porcentaje de ceniza de cascara de arroz con relación a suelo en su estado natural, estos resultados se obtuvieron del diseño de pavimento flexible metodología AASHTO 93 de tal modo que, para el (suelo +10% CCA) el grosor de la carpeta asfáltica es 5 cm, la base es 20 cm y de la sub base es de 10 cm, reduciendo el espesor de la base granular en 25% y de la sub base granular en 47.3%, el valor de ceniza de cascara de arroz, es sumamente importante para cuantificar los volúmenes en grandes cantidades para buen funcionamiento de vida útil del pavimento flexible.

V. DISCUSIÓN

En el proceso de este capítulo se evaluaría los resultados de los objetivos planteados con teoría relacionadas al tema y con los antecedentes encontrados en la investigación.

D1. En comparación con resultados de (López 2021) utilizando proporciones de ceniza de cascara de arroz (5%, 10% y 15%), que la integración de ceniza de cascara de arroz tiene una buena influencia con la arcilla estudiada, aumentado la capacidad de resistencia al adicionar el 15% de CCA, también concluye que para realizar el ensayo de Proctor Modificado, al incorporar mayor cantidad de ceniza de cascara de arroz, se necesita mayor proporción de agua debido que las cenizas absorben gran cantidad de agua aumentado aproximadamente el 3% en las diversas combinaciones para llegar alcanzar la máxima densidad seca, el tipo suelo según la clasificación SUCS "CH" arcilla inorgánica de alta plasticidad, en comparación con nuestra investigación aumento aproximadamente el 2% de agua en las diversas combinaciones para alcanzar la máxima densidad seca, el tipo de suelo en estudio según la clasificación SUCS "ML" arena limosa, de tal modo se puede concluir que la máxima densidad Seca desciende y la óptima humedad asciende, estos resultados guardan relación con nuestra investigación. De tal modo se acepta el objetivo general: Determinar la Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash.

D2. De acuerdo (Alvarado y Guerra 2018), indica que la ceniza de Cascara de arroz quemada en altas temperaturas menos a 700 C° presenta un alto índice de CBR, suelo-sedimento. el resultado significativo se da por las reacciones puzolánicas entre la Sílice y los iones de Calcio. En la presente investigación la Ceniza de Cascara de Arroz, se muestra un alto contenido de Sílice (si), reaccionando positivamente con la resistencia del suelo, al ser compactado, el calcio (Ca), es un componente químicamente importante para aumentar la resistencia del suelo, el aluminio (Al), hierro (fe), magnesio (mg) y otros compontes también reaccionan de forma favorable para aumentar la resistencia, estos porcentajes químicos extraídos de la ceniza indican que es una buena puzolana que puede movilizar el hidróxido

de calcio (CaOH) en el suelo, para la formación de compuestos cementosos, la Sílice y la alúmina disponibles de la ceniza reaccionan con el calcio presente en el suelo en forma de hidróxido de calcio para constituir silicatos de calcio y aluminato de calcio, que son elementos de suma importancia para formar la cementación. De tal forma que al aplicar el agente estabilizador al suelo disminuye el índice de plasticidad y la densidad seca máxima y óptimo porcentaje de humedad aumenta o disminuye de acuerdo al tipo de suelo.

D3. Mediante los resultados consiguientes de los ensayos del laboratorio se tiene un suelo limo arenoso, este tipo de suelo requiere un tratamiento de estabilización por tener un gran contenido de finos, según el manual de carreteras 2014, muestra la correlación de tipo de suelo, Aashto M145 – Sucs ASTM d-2487, los suelos tipo (A-2) puede ser GM,GC,SM y SC, dato que guarda relación con el resultado de la C-02 “ML” mezcla de arena-limo y el suelo tipo (A-4) puede ser CL O ML, dato que tiene relación con la C-01 “ML” arena limosa. De tal modo que el suelo en estudio tiene un CBR 8.5% pertenece a la categoría de subrasante regular. De acuerdo a la investigación de (Anjany Kumar Roop y Suman , 2017), señala, al agregar cenizas de cascara de arroz, el valor de índice de plasticidad disminuye de 13% a 52,4% ,también indica que las características del suelo dependen de la naturaleza plástica, al adicionarle la ceniza obtuvo una reducción de la densidad máxima seca y un acrecentamiento del porcentaje de la humedad óptimo con respecto al CBR también presenta un incremento, debidamente al agrupamiento de silicatos de calcio después de la reacción de la sílice de la ceniza, dicha investigación guarda correlación a nuestra investigación cuando se le agrega la ceniza de cascara de arroz en mayor proporción, la densidad máxima seca disminuye y el porcentaje de humedad optima aumenta, y el CBR se incrementa por la alta presencia de sílice de la ceniza.

D4. De acuerdo a la investigación de (Vilches, 2019), incorporo ceniza de cascara de arroz al 3%, 5% y 10%, lo cual indica que aumenta su contenido de humedad a medida que incrementa la ceniza de cascara de arroz, la humedad optima del suelo natural es de 12.80% y la máxima densidad seca es de 1.865 gr/cm³, al adicionarle el 10% de CCA se obtiene 14.70% la humedad optima y la máxima densidad seca

1.756 gr/cm³, con respecto a la resistencia del suelo en su estado natural se tiene el CBR al 95% MDS de 3.2%, en comparación a sus resultados señala que el mejor porcentaje del CBR al 95% MDS es de 7.2% cuando se le adiciona el 10% de CCA, aumentando la resistencia del suelo en 55% estos valores son satisfactorios para dicha investigación pasando de la categoría de subrasante (insuficiente a regular). Con respecto a nuestra investigación se incorporó la ceniza de cascara de arroz en 3%, 7% y 10% a la muestra del suelo, logrando obtener el mejor resultado al 10 % CCA, CBR al 95% MDS es de 27.5%, y en su estado natural el CBR al 95% MDS es de 8.5%, aumentando en 69% en la resistencia del suelo con respecto al suelo natural, porcentaje que mejor se comporta con el suelo, pasando de categoría de la subrasante (regular a muy buena) estos resultados son muy parecidos con nuestra investigación por lo tanto la ceniza tiene un buen comportamiento con un suelos tipo "ML" arena limosa lo cual el mejor valor resaltante u optimo es de 10% de CCA.

D5. De acuerdo a la investigación de (Loza, 2021), utilizó cuatro combinaciones para estabilizar la subrasante (3% de cal, 3% de cal + 15% CCA, 1.5% cal + 1.5% CCA) señala que el porcentaje óptimo de las adiciones fue el 1.5% ceniza de cascara de arroz más 1.5% Cal, es evidente que a medida que se adiciona dicha combinación el suelo presenta resultados positivos, es decir la muestra en su estado natural presenta 1.92 gr/cm³ de máxima densidad seca, y 11.30% de optimo contenido de humedad y 2.80% de resistencia del suelo CBR y adicionado el agente estabilizador presenta 1.80 gr/cm³ de máxima densidad seca, 12,35% de optimo contenido de humedad y 47% de resistencia del suelo CBR, por lo tanto se aprecia un 94% de aumento de resistencia del suelo, dicho resultado es importante y eficaz para aplicarlo en el diseño del pavimento flexible, disminuyendo los espesores del pavimento, base granular (31 a 10) cm y la sub base granular de (61 a 18) cm, hay un resultado favorable de tal forma será factible para la estabilizar suelos arcillosos, sobre todo poder cuantificar las cantidades necesarias del porcentaje de adición en cantidades mayores y darle el correcto comportamiento de la vida útil del pavimento flexible. En comparación a la presente investigación el porcentaje optimo es el 10% ceniza de cascara de arroz, con el diseño de pavimento flexible, al aplicar los resultados de la muestra experimental a la metodología AASHTO 93, se logró

reducir los espesores del pavimento cuando se le adiciona al suelo natural el 10 % CCA, la base granular disminuyó el espesor de (20cm a 15 cm) y la sub base granular disminuyó de (19cm a 10 cm), en comparación se puede decir que la (ceniza de cascara de arroz+ la cal) tiene mejor respuesta ante un suelo arcilloso que en el suelo limo arenoso (reduciendo el espesor de la base granular en 21 cm, la sub base granular en 43 cm, en el suelo arcilloso y para el suelo limo arenoso se ha reducido 5 cm la base granular, 9 cm la sub base granular, en tal sentido los porcentajes aplicados de ceniza de cascara de arroz es sumamente importante para aumentar la resistencia del suelo (arcilloso y limo arenoso) implicando a la disminución de los espesores del pavimento.

VI. CONCLUSIONES

1. De la presente investigación se dará las conclusiones respectivas de acorde a los resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos KAE ingeniería SAC dichos ensayos se realizó a base de la normativa del ASTM y MTC, donde se realizó la extracción de la muestra de la carretera Cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo, de tal modo se llegó evaluar la influencia de la ceniza de cascara de arroz ante la muestra de las partículas del suelo, de tal forma se llega a concluir que al adicionar el 3%, 7% y 10% de CCA se obtuvo el mejor comportamiento cuando se le adiciona el 10% CCA en base al peso del suelo. Mejora las propiedades físicas ante la disminución de finos, disminuye el Limite Liquido, con respecto a las propiedades mecánicas se obtuvo una mejora, la máxima Densidad Seca disminuye y el óptimo porcentaje de humedad, y la resistencia del suelo se incrementa.
2. De la composición química (ceniza de cascara de arroz) se concluye que obtiene un elemento principal de sílice (Si), aluminio (Al) y hierro (Fe) reaccionando de forma positiva con los componentes que presenta el suelo, de características cementantes, la sílice y el aluminio al reaccionar con el calcio se forma el hidróxido de calcio para formar los silicatos de calcio y el aluminato de calcio dando como respuesta la mejorara de su resistencia del suelo.
3. De la composición del suelo en sus propiedades físicas, en su estado natural es un suelo (limo arenoso-mezclas de arena y limo) de la Calicata N°1 tiene un comportamiento de pobre a malo y la Calicata N°2 un comportamiento de bueno a moderado y el contenido de humedad de C-01 es mayor que C-02, por lo tanto, se optó como muestra patrón a la C-01 siendo desfavorable. Con respecto a las propiedades mecánicas al realizar al realizar el ensayo del CBR se concluye que la muestra de C-01 es menor en comparación de la C-02, por lo tanto, al obtener un resultado de menor porcentaje, se tomó la Calicata n°1 para ser estabilizada con la ceniza de Cascara de arroz.

4. En la presente investigación al emplear como componente estabilizador a la Ceniza de Cascara de arroz al 3%, 7% y 10%, se concluye que las propiedades físicas cambian ligeramente al adicionar la ceniza, según la clasificación Asshto y Sucs el suelo en su estado natural pertenece a A-4(4), ML (Limo arenoso) al adicionar la ceniza al 10% se obtiene el mejor resultado, pertenece a A-4(1), SM, disminuyendo el límite Líquido de 29.76% a 18.79% y con respecto a las propiedades mecánicas también se obtiene el mejor resultado al 10% de CCA, al realizar la prueba del Proctor Modificado, la máxima densidad seca del suelo en su estado natural es 2.083 gr/cm³, y porcentaje de la humedad optima es 8.36% y al adicionar el 10%CCA la MDS es 1.875gr/cm³ y porcentaje de la humedad optima es 15.03%, se concluye que a mayor cantidad de ceniza la máxima densidad seca disminuye y el óptimo contenido de humedad aumenta, estos resultados se manifiestan porqué las partículas de la ceniza tiende a absorber el agua, de tal modo el agua empiezan a remplazar las partículas del suelo, por lo tanto si (y agua < y suelo) entonces el peso unitario seco tiende a disminuir, con respecto al CBR (al 95% MDS) 0.1" del suelo en su estado natural se obtiene 8.5% y al adicionar el 10%CCA se obtiene 27.5% aumentando en 69.09% en su resistencia, por lo tanto la proporción óptima de ceniza cascara de arroz fue el 10%.
5. El porcentaje optimo de la ceniza de cascara de arroz fue el 10 %, al estabilizar el suelo de la subrasante de la carretera Cruce Tambo Real – Tambo Real Antiguo (suelo Limo-arenoso), y al realizar el estudio de trafico de acuerdo al MTC se obtuvo el IMDA de 354 vehículos, dicho resultado fue importante para determinar los ejes equivalentes (ESAL)= 856,989.59, perteneciente al tipo T_{p4}: > 750,000E < 1'000,000EE. Se realizo el diseño del pavimento flexible método AASHTO 93, nos dio las dimensiones de las capas estructurales del pavimento: carpeta asfáltica 5cm, base granular 15cm, sub base granular 10 cm

VII. RECOMENDACIONES

1. En esta capítulo se dará las recomendaciones teniendo como base al procedimiento, métodos e instrumentos utilizados, de tal forma se recomienda utilizar un porcentaje mayor al 10% para evaluar su comportamiento en suelos (limo-arenosos) de igual clasificación o similares, que pueden ser suelos de carreteras cercanas al lugar de investigación.
2. Teniendo en cuenta al agente estabilizador se recomienda ser incinerado en diferentes condiciones ya sea de forma artesanal o artificial, teniendo en cuenta de no cristalizar la sílice dispuesta de la ceniza, dado que es el componente en mayor porcentaje que ayuda estabilizar el suelo.
3. Al realizar la evaluación de las partículas del suelo de sus propiedades físicas y las propiedades mecánicas se descubrió que el suelo limo arenoso reacciona de forma satisfactoria con la incorporación de la ceniza de cascara de arroz, se recomienda a futuras investigaciones realizar el ensayo de espectrómetro de fluorescencia de rayos x de la muestra del suelo para evaluar las reacciones al ser combinado con la ceniza de cascara de arroz.
4. De acuerdo a la adición del agente estabilizador se recomienda utilizar a futuras investigaciones al 12%, 15% y 20%, de ceniza de cascara de arroz para determinar el porcentaje óptimo, dado que ayudaran a mejorar sus propiedades tanto físico- mecánico del suelo.
5. De acorde al porcentaje óptimo de 10% CCA (agente estabilizador) descrita en el proyecto de indagación se recomienda aplicar a suelos limo arenosos, para estabilizar y evaluar las variaciones del dimensionamiento del pavimento.

REFERENCIAS

- Aponte y Calderón (2020), "Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz." Tesis (título profesional)
- Allauca, Amen y Lung. (2009). Uso de sílice en hormigón de alto desempeño (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Alvarado y Guerra (2018), "Influencia de la adición de ceniza de cascara de arroz activa alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo sedimento en la Provincia de Viru – Perú". Tesis (título profesional) [fecha de consulta 15 de mayo 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/zhprm>
- Alvarado Q. (2010). Reacción Puzolánica. Trujillo, La Libertad, Perú.
- Agus Setyo Muntohar. (2016). Influence of the Rice Husk Ash and Lime on Engineering Properties of Clayey Sub-grade. [consultado el 15 de mayo 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/290086695_Influene_of_rice_husk_ash_and_lime_on_engineering_properties_c_layey_subgrade
- Ahumada, Rodríguez, Páez. (2016). Uso del SiO₂ obtenido de la cascarilla de arroz en la síntesis de silicatos de calcio. Rev. Acad. Colombia. Ciencia. (117):581-594, 2006. ISSN 0370-3908
- Axel (2017) "estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante" [consultado el 20 de mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>
- AASHTO M 141. (1991). Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpose. Estados Unidos: AASHTO.
- ASTM C-150, especificación normalizada para cemento portland. [fecha de consulta: 11 de septiembre del 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/30877688/ASTM_C150
- BEHAK, Leonardo and PERES, Washington "Characterization of a material comprised of sandy soil, rice husk ash and potentially useful lime in

pavements”. [en línea] Construction Engineering Magazine, 2018. [Fecha de consulta: 20 agosto del 2022]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo>

CAJALEON, Omar y MONDRAGON, Darwin.(2018). “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos”. Tesis (título profesional). [fecha de consulta: 25 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40609>

Cueva y Ciriaco (2020),”Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en la calle Integración- Chosica 2019.”Tesis (título profesional) [Consultado 16 de mayo del 2022]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53995>

CLAVERIA, Andrea, TRIANA, Fernando y VARON, Alejandra.(2018) “Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”. Trabajo de investigación (ingeniero civil) [fecha de consulta: 25 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://1library.co/document/qo5739>

DÍAZ .(2018) “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera San Martin”. Tesis (título profesional) [Fecha de consulta: 28 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2996668?show=full>

Diseño de pavimentos metodo AASHTO 93 (AASHTO Design Procedures For New Pavements”, editado por el instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos (NHI)

Edison y francisco (2018).”Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascarilla de arroz”. Tesis (título profesional) [consultado el 20 de mayo 2022].Disponible en: <https://1library.co/document/y6e8r1nz-estabilizacion-arcillas-expansivas-provincia-manabi-puzolana-extraida-cascarilla.html>

- Espinoza Freire, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. [Consultado el 3 de junio del 2022]. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1052>
- García (2019). "Mejoramiento de un suelo arcilloso de la localidad de Pacaisapa – Ayacucho utilizando residuos industriales para evaluarlo en muro hipotético de tierra estabilizado mecánicamente (MSEW)". Tesis (título profesional). [fecha de consulta: 25 de mayo del 2020]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626124/garcia_sx.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Garzon y Camacho (2019). "Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso". Tesis (título Profesional) [Consultado 17 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/spkqoj>
- Gonzales y Martinez (2020). "Evaluación del comportamiento de resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz". Trabajo de investigación (ingeniero civil), [fecha de consulta 18 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7445>
- Gómez y Gonzales (2020). "Mejoramiento del suelo utilizando cenizas de cáscara de arroz en la pavimentación AA. HH. Tahuantinsuyo, Nuevo Chimbote-Ancash 2020" tesis (título profesional) [Consultado el 8 de junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57572>
- GUPTA, Deepak; KUMAR, Arvind. "Performance evaluation of cement-stabilized pond ash-rice husk ash-clay mixture as a highway construction material". [en línea] Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 2017, [Fecha de consulta: 28 de agosto del 2022]. ISSN: 16747755 Disponible en: <https://reader.elsevier.com>
- Hernández, R, Fernández, R y Baptidas, P. (2014). Método de la investigación. 6ta ed. México. [Consultado el 1 de junio del 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Haji F., Adnan A. & Chew K. (1992) Geotechnical properties of a chemically stabilized soil from Malaysia with rice husk ash as an additive. *Geotechnical and Geological Engineering*, [Consultado el 15 de junio 2022]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Geotechnical-properties-of-a-chemically-stabilized-Ali-Adnan/3634683a04984b18d8fd8f86d68ef4fd89eb51ad>
- José Amiel Pérez (2007) Las variables en el método científico. [Consultado el 5 de junio 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2007000300007
- Llamoga (2017), "Evaluación del potencial y capacidad portante de suelos arcillosos usados en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Cajamarca 2017" tesis (título Profesional). [Fecha de consulta 18 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11195>
- Leonardo Behak (2016), *Soil Stabilization with Rice Husk Ash*. [Fecha de consulta 18 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/53281>
- López (2013), "Nuevos conglomerantes basados en ceniza de cascara de arroz, Universidad Pontificia de Valencia". Tesis (título profesional) [Fecha de consulta 20 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/44663>
- López (2021), "Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín". Tesis (título Profesional) [fecha de consulta 22 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>
- López y Zapata (2021) "Estabilización de suelo con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en el distrito – Tumbes, 2021" [Consultado el 15 de junio del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81333>

- Loza (2021) "Estabilización de subrasante arcillosa con adición de ceniza de cascara de arroz para el diseño del pavimento flexible, Siringay, Arequipa." Tesis (título profesional) [fecha de consulta 15 de mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74133?locale-attribute=es>
- Lujan y Viscarra (2020). "Análisis experimental de la adición de ceniza de cáscara de arroz a la subrasante arcillosa de un camino estabilizado con cal". [fecha de consulta 20 de mayo 2022]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648864/LujanC_I.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Maldonado y Serrín (2018). "Estabilización del suelo con fines de pavimentación del valle san Rafael con ceniza de cascara de arroz añadiendo 5%, 10% y 15% Casma, Ancash". [Consultado el 15 de junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30966>
- Maguiña. 2018. Estabilización del potencial de expansión y capacidad portante en el suelo limo arcilloso incorporando ceniza de cascara de arroz en la Av. AijaHuarmey-Ancash. [Consultado el 10 de junio 2022]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3219647>
- MTC (2014), "Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Lima – Perú (fecha de consulta 15 de mayo del 2020)
- MTC (2014) "Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito", Lima Perú (fecha de consulta 15 de mayo del 2020)
- MTC (2016) "Manual de Ensayo de Materiales", Lima – Perú (fecha de consulta 15 de mayo del 2022)
- MTC (2017) "Informe multianual de inversiones en asociados públicos privadas", Lima – Perú. (Fecha de consulta 18 de mayo del 2022)
- MTC (2018) "Manual de carreteras diseño Geométrico DG-2018". Lima-Perú
- Maguiña. (2018). Estabilización del potencial de expansión y capacidad portante en el suelo limo arcilloso incorporando ceniza de cascara de arroz en la Av.

AijaHuarmey-Ancash. [Consultado el 10 de junio 2022]. Disponible en:
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3219647>

Marta y Raúl (2022) Reflexión sobre el principio de autonomía – Omebul. [Consultado el 5 de junio del 2022]. Disponible en:
<https://www.unilibre.edu.co/omebul/sobre-el-observatorio/nuestros-principios/reflexion-sobre-el-principio-de-autonomia>

MEJÍA, J.; MEJÍA, R. y PUERTAS, F. (2013). “Ceniza de cascarilla de arroz como fuente de sílice en sistemas cementicios de ceniza volante y escoria activados alcalinamente”. [en línea] Materiales de construcción. [Fecha de consulta: 10 de agosto del 2022] ISSN: 2175-8182. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/303267516>

Murillo (2015).” Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente”. Tesis (título profesional) [Consultado 25 de mayo del 2022]. Disponible en:
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15770>

Norma E - 010. (2010). Pavimentos Urbanos.(fecha de consulta 18 de mayo del 2022)

Ordoñez y Solórzano (2020). “Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10%,20%,30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales”. Trabajo de investigación (título profesional) [Fecha de consulta 28 de mayo 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20630>

Panta y paytan (2020). Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020. [Consultado el 18 de junio 2022]. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59900/Panta_E_JAI-Paytan_SDJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pérez C. (2012). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. [Consultado el 10 de junio

2022]. Disponible en:
<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589>

Paola y Jessica (2019) “Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cáscara de arroz, carretera yanuyacu bajo – señor cautivo” [consultado el 20 de mayo del 2022]. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJA_e0f2f665a2bd33905bea1119d9dd7be1/Details

Textura del suelo, [consultado el 11 de septiembre del 2022]. Disponible en:
https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

Vagner y Henry (2020). “influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de cbr en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de LLoc” [consultado el 25 de mayo del 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24322>

Zoila Rosa (2009) la investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica [consultado el 9 de junio]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ANEXOS

Anexo A1

Matriz de operacionalización de variables

3.3 MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I CENIZA DE CASCARA DE ARROZ	La CCA es aquel agregado obtenido de la cascarilla de arroz bajo condiciones de incineración que puede ser empleado como material para obtener sílice de característica amorfa y de esa manera ser usada como componente puzolanico. (Llamoga. 2016, p.26)	El elemento químico que contiene la CCA en una gran cantidad es el sílice que es altamente reactiva y se puede obtener fácilmente, las diferentes propiedades presentes en el suelo las mejora según los diferentes porcentajes de adición del 3%, 7% y 10% para un suelo con soporte	Dosificación	3% CCA del peso de la muestra	Intervalos
				7% CCA del peso de la muestra CCA	Intervalos
				10% CCA del peso de la muestra	Intervalos
V.D ESTABILIZA CION DE SUBRASAN TE	Es la superficie concluida de la carretera en base al movimiento de tierras, corte y relleno, la cual es el soporte de la estructura del pavimento o afirmado, y está conformado por suelos estabilizados de características aceptables y siendo compactadas por capas para establecer un cuerpo estable de optimo estado, de tal modo que no se vea afectada por carga del diseño que resulta del tránsito. si el CBR <6% se considera subrasante pobre o inadecuada de tal manera que corresponde a estabilizar el suelo. (Manual de carreteras-2014.)	Las carreteras que tienen superficies sin ser pavimentadas con suelos areno-arcillosos o con CBR<6 serán estabilizados con CCA a diferentes porcentajes, luego se deben analizar las propiedades del suelo realizando una comparación con el suelo en estado natural en el contenido óptimo de humedad, en porcentaje de absorción y resistencia.	Propiedades del suelo	Granulometría	Intervalos
				Contenido de Humedad (%)	intervalos
				Limite Liquido (%)	intervalos
				Limite Plástico (%)	intervalos
				Proctor Modificado (%)	intervalos
				Ensayo CBR (%)	intervalos

Anexo A2

Matriz de consistencia

3.4 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE: CENIZA DE CASCARA DE ARROZ			METODOLOGIA
				DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	
"Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real Antiquo, Ancash"	¿cómo Influye la ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real Antiquo, Ancash.?	Determinar la Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiquo, Ancash.	La adición de un 3%, 7% y 10% de cenizas de cáscara de arroz influirá en la mejora del suelo a nivel de la subrasante en la carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiquo, Ancash.	Dosificaciones	3%,7%y 10% del peso de la muestra	Intervalos	TIPO: Es Aplicada DISEÑO: Es Experimental de tipo Cuasi experimental
		OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICO	VARIABLE DEPENDIENTE: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE			POBLACION, MUESTRA, MUESTREO
		Determinar la composición química de la ceniza de cascara de arroz	La composición de la ceniza de cáscara de arroz permitirá como una alternativa para estabilizar la subrasante.	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	POBLACION Y MUESTRA. Estará conformada por la carretera de 900.00 metros lineales comprendido entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiquo adicionando la CCA para estabilización de Subrasante. MUESTREO: extracción de 2 calicatas
		Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la carretera entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiquo.	Las propiedades físicas y mecánicas del suelo permitirán evaluar la subrasante de la carretera entre el Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiquo.	Propiedades del suelo	Granulometría	Intervalos	
		Determinar el mejor porcentaje de adición de ceniza de cáscara de arroz al 3%, 7% y 10%.	La adición de 3%, 7% y 10% de ceniza de cascara de arroz mejorará la subrasante.		Contenido de Humedad (%)		
		Determinar el diseño del pavimento flexible al realizar la estabilización de la subrasante con el mejor valor óptimo	El valor óptimo de ceniza de cáscara de arroz mejorará la subrasante para el diseño del pavimento flexible		Límite Líquido (%)		
		Límite Plástico (%)					
		Ensayo CBR (%)					
			Proctor Modificado (%)		INSTRUMENTO: ficha de recoleccion de datos.		

FICHAS TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo B1

Análisis Granulométrico, Limite Líquido, Limite Plástico y Contenido de Humedad.



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO: INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN CARRETERA	REGISTRO N°:
CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO, ANCASH	PÁGINA N°:
SOLICITA: RONALD HUMBERTO TONGOMBOL DIAZ	FECHA:
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Cantera:	Peso Inicial Seco (gr) =	Grava (No.4 < Diam < 3") =	D60 (mm) =	Clasificación AASHTO
Muestra:	Peso Mat. < N°4 (gr) =	Arena (No.200 < Diam < No.4) =	D30 (mm) =	
Uso:	Peso de Fracción (gr) =	Finos (Diam < No.200) =	D10 (mm) =	

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %	GRADACION
75.000	3"				
60.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"				
12.500	1/2"				
9.500	3/8"				
4.750	N° 4				
2.000	N° 10				
0.850	N° 20				
0.425	N° 40				
0.250	N° 60				
0.106	N° 140				
0.075	N° 200				
	FONDO				



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO	
N° Tarro	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.
Peso De Agua	gr.
Peso Del Tarro	gr.
Peso Del Suelo Seco	gr.
Contenido De Humedad	%
Numero De Golpes	N°
LÍMITE PLÁSTICO	
N° Tarro	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.
Peso De Agua	gr.
Peso Del Tarro	gr.
Peso Del Suelo Seco	gr.
Contenido De Humedad	%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
(ASTM - D2218)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°
Peso Tara	gr.
Peso Tara + Suelo Humedo	gr.
Peso Tara + Suelo Seco	gr.
Peso Agua	gr.
Peso Suelo Seco	gr.
Contenido de Humedad	%
Contenido de Humedad Promedio	%

Observaciones:

Sigüenza Abanto Robert Wilfredo
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 183332

Castro Crispin Anders
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 129193

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087

Anexo B2

Proctor Modificado

Anexo B3
Ensayo de CBR



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE EN CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO, ANCASH"	REGISTRO N°:	
SOLICITA :	RONALD HUMBERTO TONGOMBOL DIAZ	PAGINA N°:	
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata :		Clasificación (SUCS) :	
Muestra :		Clasificación (AASHTO) :	

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)						
Peso molde (gr.)						
Peso suelo compactado (gr.)						
Volumen del molde (cm ³)						
Densidad húmeda (gr./cm ³)						
Densidad Seca (gr./cm ³)						

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)					
Tara + suelo húmedo (gr.)					
Tara + suelo seco (gr.)					
Peso de agua (gr.)					
Peso de suelo seco (gr.)					
Humedad (%)					

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025													
0.050													
0.075													
0.100	1000												
0.150													
0.200	1500												
0.300													
0.400													
0.500													

OBSERVACIONES:

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 ING. CIVIL
 REG. CIP. N° 216087

Castro Crispín Anderson
 ING. CIVIL
 REG. CIP. N° 129193

Pje. Fatima - Mz. Y³, Lt. 1A - P.J., Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaingeniería@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

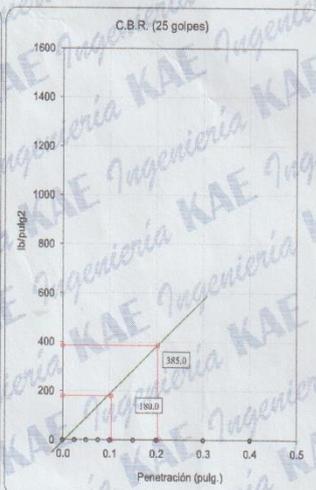
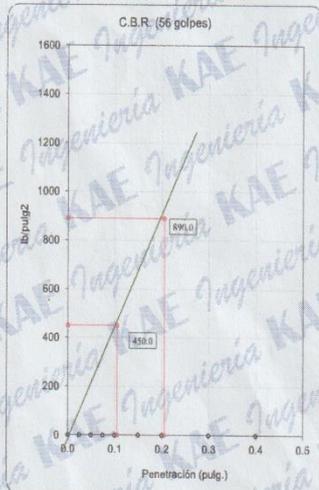
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

OBRA :	"INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO, ANCASH"	REGISTRO N°:	
SOLICITA :	RONALD HUMBERTO TONGOMBOL DIAZ	PAGINA N°:	
UBICACION :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata : _____ Clasificación (SUCS) : _____ Máxima Densidad Seca : _____ gr./cm³
 Muestra : _____ Clasificación (AASHTO) : _____ Máxima Densidad Seca al 95% : _____ gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 45.0% C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 18.0% C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 5.0%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1":

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2":

OBSERVACIONES:

Castro Crispin Anderson
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 129192

Robert Wilfredo
Siguenza Robert Wilfredo
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros: CIP N° 183332

KAE Ingeniería
Victor Alfonso
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087

Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaingenieria@gmail.com

Anexo B4
Conteo Vehicular

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO	"Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash"
ENCUESTADOR	Tongomobi Diaz Romald Humberto
TRAMO DE LA CARRETERA	Cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo
UBICACIÓN	C.P. Tambo Real, Dist.Santa, Prov.santa, Dep.Ancash

DIA/HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3		3T2	3T3
LUNES																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					
MARTES																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					
MIERCOLES																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					
JUEVES																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					
VIERNES																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					
SABADO																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					
DOMINGO																					
ENTRADA																					
SALIDA																					
AMBOS																					


Oscar Crispin Anderson
 ING. CIVIL
 REG. C.I.P. N° 129193A


Sigienza Abanto Robert Wilfredo
 ING. CIVIL
 Reg. Colegio de Ingenieros CP N° 183332


Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. N° 216237

Anexo C1

Plano de Localización Y Ubicación

DESCRIPCION DEL ESTUDIO

UBICACIÓN:

El proyecto de investigación está ubicado en:

Centro Poblado: Tambo Real Nuevo

Distrito : Santa

Provincia : Santa

Departamento : Ancash

País : Perú

Ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboración

UBICACIÓN GEOGRAFICA

El proyecto de Investigación está ubicado en: carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, del Centro Poblado Tambo Real Nuevo, Distrito de Santa, Provincia de Santa, Departamento de Ancash, con progresivas (0+000 hasta 0+900), lugar donde se realizara la estabilización del suelo, y se tiene como coordenadas:

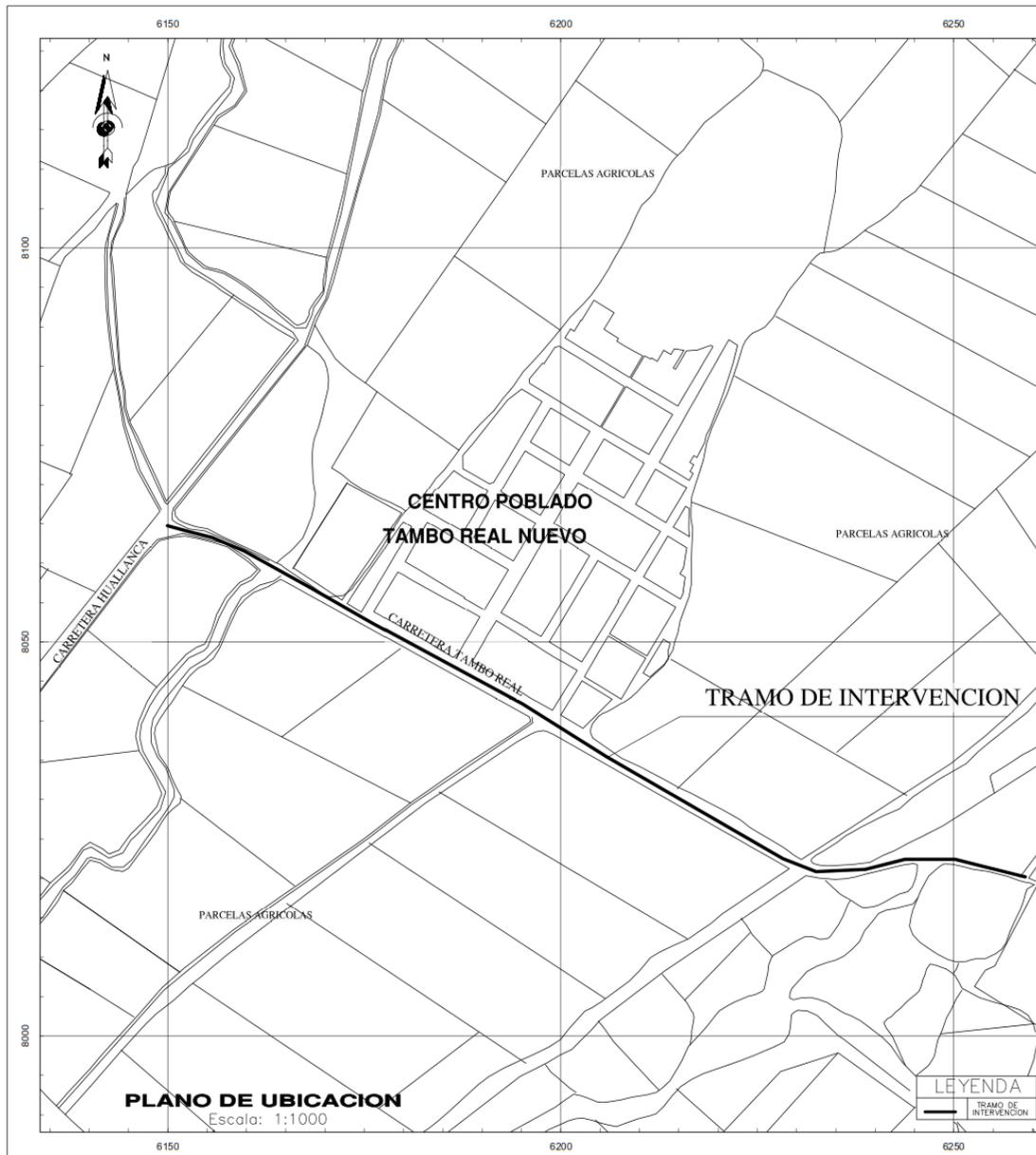
Inicio del proyecto: (8.964395961671064, -78.58960217878439)

Fin del proyecto : (-8.968338317028094, -78.58228511306977)

Ubicación Geográfica.



Fuente: Elaboración Propia



ESQUEMA DE LOCALIZACION

Escala: 1:10000

DISTANCIA DE INTERVENCION : 0.9 Km

DEPARTAMENTO : ANCASH
 PROVINCIA : SANTA
 DISTRITO : SANTA
 CENTRO POBLADO : TAMBO REAL
 NOMBRE DE LA VIA : CARRETERA TAMBO REAL

ASESOR: MG. SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN

LINEA DE INVESTIGACION: INFRAESTRUCTURA VIAL

PROYECTO:
 INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE
 SUBRASANTE EN CARRETERA CRUCE TAMBO REAL-TAMBO REAL ANTIGUO,
 ANCASH*

PLANO:
 UBICACION Y LOCALIZACION

FECHA:
 SEPTIEMBRE 2022



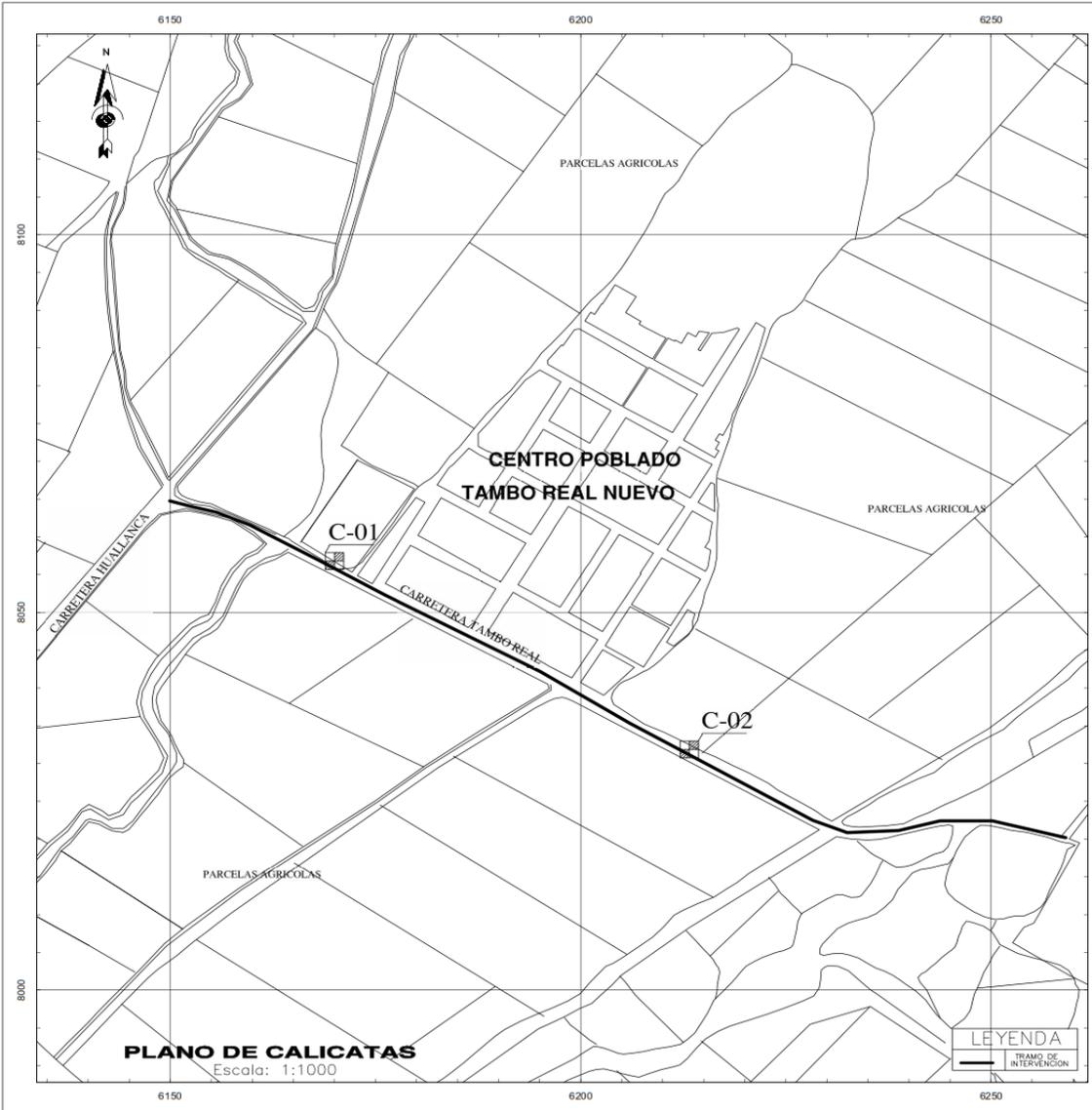
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA
 PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

AUTOR:
 TONGOMBOL DIAZ
 RONALD HUMBERTO

N° LAMINA:

U-01

Anexo C2:
Plano de Calicatas



ESQUEMA DE LOCALIZACION

Escala: 1:10000

DISTANCIA DE INTERVENCIÓN : 0.9 Km

DEPARTAMENTO : ANCASH
 PROVINCIA : SANTA
 DISTRITO : SANTA
 CENTRO POBLADO : TAMBO REAL
 NOMBRE DE LA VIA : CARRETERA TAMBO REAL

ASESOR: MG. SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN

LINEA DE INVESTIGACION: INFRAESTRUCTURA VIAL

PROYECTO:
 INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACIÓN DE
 SUBRASANTE EN CARRETERA CRUCE TAMBO REAL-TAMBO REAL ANTIGUO,
 ANCASH*

PLANO:
 CALICATAS

FECHA:
 SEPTIEMBRE 2022



AUTOR:
 TONGOMBOL DIAZ
 RONALD HUMBERTO

N° LAMINA:
PC-01

Anexo D1:

Resultados de Ensayos- Composición Química de la Ceniza de Cáscara de Arroz
(Laboratorio Nacional de Trujillo)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	RONALD HUMBERTO TONGOMBOL DIAZ
TESIS	"INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE EN CARRETERA CRUCE TAMBO REAL-TAMBO REAL ANTIGUO, ANCASH"
MUESTRA	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
FECHA	01 DE SETIEMBRE DEL 2022
INSTITUCION	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: Ig/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

lasaciunt@gmail.com 949959632



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

4. RESULTADOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	UNIDADES	RESULTADO
Si O ₂	%	85.74
Al ₂ O ₃	%	0.69
Fe ₂ O ₃	%	0.45
CaO	%	1.36
MgO	%	0.48
NaO	%	0.16
K ₂ O	%	1.87
TiO ₂	%	0.012
PERDIDA DE CALCINACIÓN	%	9.24

Método de Ensayo para Sulfatos por digestión – espectrofotómetro
 Método de Ensayo por Absorción Atómica de hierro y aluminio

5. CONCLUSION

• Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

CARLOS ALBERTO VALQUI MENDOZA
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 122588

Trujillo, 08 de Setiembre del 2022

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632

Anexo D2

Resultados de Ensayos- (laboratorio de mecánica de suelos Kae ingeniería SAC.



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

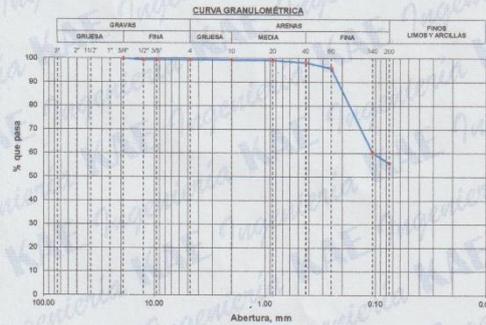
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

Table with project details: PROYECTO: INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE... REGISTRO N°: CC-ICC-GRA-01... SOLICITA: TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO... UBICACIÓN: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash...

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-126)

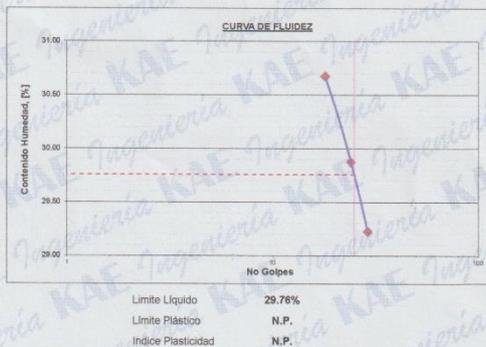
Summary table for granulometric analysis including sample data, weights, percentages of gravels/sand, and classification (ML - Limo Arenoso).

Table with columns: ABERTURA (mm), TAMIZ, PESO RETENIDO (gr), RETENIDO PARCIAL%, RETENIDO ACUMULADO %, PASA %



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

Tables for LÍMITE LÍQUIDO and LÍMITE PLÁSTICO tests, including weights of soil and water, and moisture content percentages.



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
(ASTM - D2216)

Table for integral moisture content test showing weights and moisture percentages for different samples.

Signature and stamp of Victor Alfonso Herrera Lázaro, Ingeniero Civil, REG. CIP N° 216087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE	REGISTRO N° : CC-ICC-CBR-01
SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PAGINA N° : 01 de 03
SOLICITA : TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA : 22/08/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata : C-01	Clasificación (SUCS) : ML
Muestra : M-01	Clasificación (AASHTO) : A-4 (4)

Peso suelo + molde	gr	7801.00	7911.00	8059.00	8053.00
Peso molde	gr	3293.60	3293.60	3293.60	3293.60
Peso suelo húmedo compactado	gr	4507.40	4617.40	4765.40	4759.40
Volumen del molde	cm ³	2113.86	2113.86	2113.86	2113.86
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.13	2.18	2.25	2.25
Recipiente N°		8	10	15	16
Peso del suelo húmedo+tara	gr	316.50	389.40	167.40	193.60
Peso del suelo seco + tara	gr	304.80	369.80	159.70	181.90
Tara	gr	50.80	52.30	66.20	68.40
Peso de agua	gr	11.70	19.60	7.70	11.70
Peso del suelo seco	gr	254.00	317.50	93.50	113.50
Contenido de agua	%	4.61	6.17	8.24	10.31
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.038	2.057	2.083	2.041
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.083
Humedad óptima (%)					8.36

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue proporcionada por el solicitante.


KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
C.R. 12477



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-01
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	22/08/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata :	C-01	Clasificación (SUCS) :	ML
Muestra :	M-01	Clasificación (AASHTO) :	A-4 (4)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,503	11,575	11,803	11,933	11,294	11,452
Peso molde (gr.)	6,765	6,765	7,483	7,483	7,556	7,556
Peso suelo compactado (gr.)	4,738	4,810	4,320	4,450	3,738	3,896
Volumen del molde (cm ³)	2,099	2,099	2,118	2,118	2,104	2,104
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,257	2,291	2,039	2,101	1,777	1,852
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,083	2,083	1,882	1,882	1,640	1,640

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3
Peso de tara (gr.)	54.50	0.00	41.30
Tara + suelo húmedo (gr.)	386.50	4810.00	455.50
Tara + suelo seco (gr.)	360.90	4372.66	423.50
Peso de agua (gr.)	25.60	437.34	32.00
Peso de suelo seco (gr.)	306.40	4372.66	382.20
Humedad (%)	8.36	10.00	8.37

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/08/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
23/08/2022	14:00	24	0.031	0.79	0.62	0.058	1.47	1.16	0.089	2.26	1.78
24/08/2022	14:00	48	0.069	1.75	1.38	0.086	2.19	1.73	0.116	2.95	2.32
25/08/2022	14:00	72	0.105	2.67	2.10	0.125	3.17	2.49	0.176	4.47	3.52
26/08/2022	14:00	96	0.140	3.56	2.80	0.163	4.14	3.26	0.210	5.33	4.20

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		74	24.3			50	16.2			30	9.7		
0.050		160	52.4			124	40.5			66	21.6		
0.075		252	82.4			177	57.9			93	30.5		
0.100	1000	347	113.6	110.0	11.0	235	76.9	68.0	6.8	113	37.0	35.3	3.5
0.150		530	173.3			301	98.6			150	49.1		
0.200	1500	697	227.9	228.0	15.2	347	113.6	115.0	7.7	181	59.1	59.0	3.9
0.300		957	313.0			427	139.8			225	73.4		
0.400		1191	389.6			505	165.2			273	89.4		
0.500		1431	468.1			572	187.1			310	101.4		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue proporcionada por el solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

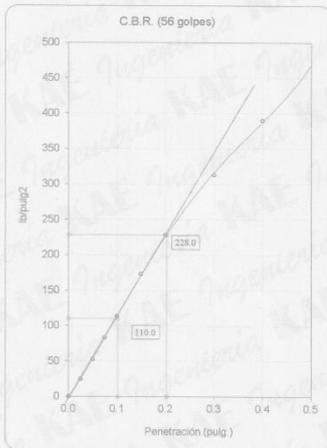
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-01
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	22/08/2022

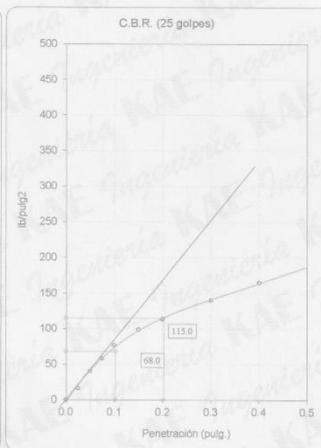
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

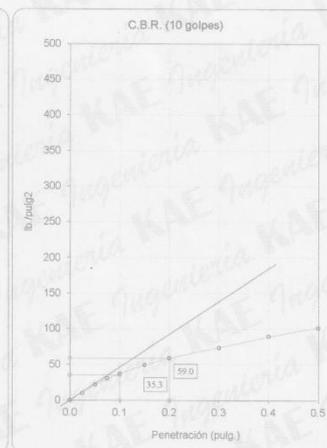
Calicata : C-01 Clasificación (SUCS) : ML Máxima Densidad Seca : 2.083 gr/cm³
Muestra : M-01 Clasificación (AASHTO) : A-4 (4) Máxima Densidad Seca al 95% : 1.979 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 11.0%

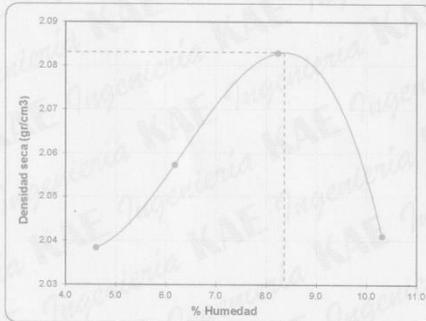


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 6.8%



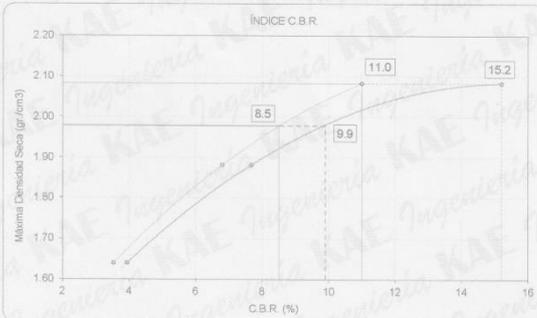
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 3.5%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 11.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.5%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 15.2%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 9.9%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



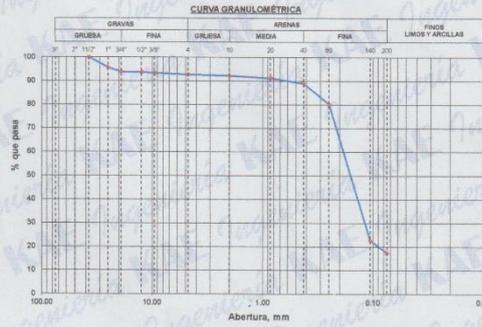
Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com

PROYECTO: INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE	REGISTRO N°: CC-ICC-GRA-02
CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PÁGINA N°: 01 de 01
SOLICITA: TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	FECHA: 20/08/2022
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

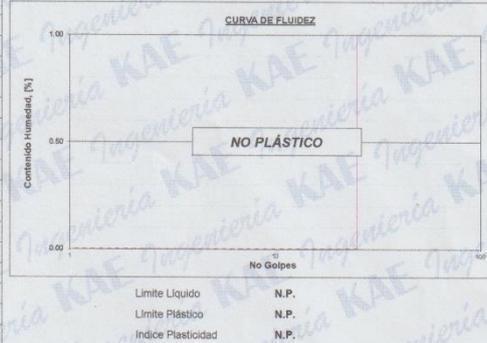
Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Calicata: C-02 Muestra: M-1	Peso Inicial Seco (gr) = 932.3 Peso Mat. < N° 4 (gr) = 864.4 Peso de Fracción (gr) = 500.0	Grava (No 4 < Diam < 3") = 7.28% Arena (No.200 < Diam < No.4) = 75.24% Finos (Diam < No.200) = 17.48%	D60 (mm) = 0.18 D30 (mm) = 0.12 D10 (mm) = -	SM (Arena Limosa) Clasificación SUCS A-2-4 (0)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"	0	0.0	0.0	100.00
25.000	1"	40	4.3	4.3	95.68
19.000	3/4"	16	1.7	6.0	93.96
12.500	1/2"	3	0.3	6.3	93.69
9.500	3/8"	2	0.2	6.5	93.46
4.750	N° 4	7	0.7	7.3	92.72
2.000	N° 10	2.80	0.5	7.8	92.20
0.850	N° 20	4.70	0.9	8.7	91.33
0.425	N° 40	12.00	2.2	10.9	89.10
0.250	N° 60	47.60	8.8	19.7	80.27
0.106	N° 140	310.70	57.6	77.4	22.65
0.075	N° 200	27.90	5.2	82.5	17.48
	FONDO	94.30	17.5	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO	
N° Tarro	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.
Peso De Agua	gr.
Peso Del Tarro	gr.
Peso Del Suelo Seco	gr.
Contenido De Humedad	%
Numero De Golpes	N°
LÍMITE PLÁSTICO	
N° Tarro	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.
Peso De Agua	gr.
Peso Del Tarro	gr.
Peso Del Suelo Seco	gr.
Contenido De Humedad	%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
	T - 17	T - 07
Peso Tara	gr. 67.50	56.90
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr. 237.60	321.50
Peso Tara + Suelo Seco	gr. 232.10	310.60
Peso Agua	gr. 5.50	10.90
Peso Suelo Seco	gr. 164.60	253.70
Contenido de Humedad	% 3.34	4.30
Contenido de Humedad Promedio	% 3.82	


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 218087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACIÓN DE	REGISTRO N°: CC-ICC-CBR-02
SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PAGINA N°: 01 de 03
SOLICITA : TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 22/08/2022

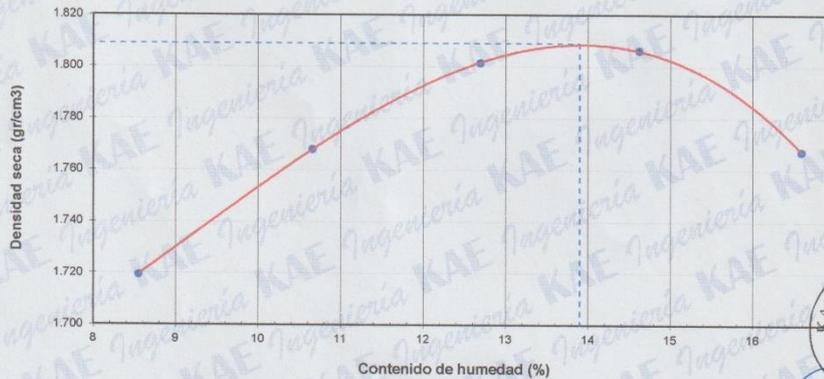
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata : C-02	Clasificación (SUCS) : SM
Muestra : M-01	Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)

Peso suelo + molde	gr	7239.00	7429.00	7585.00	7670.00	7649.00
Peso molde	gr	3293.60	3293.60	3293.60	3293.60	3293.60
Peso suelo húmedo compactado	gr	3945.40	4135.40	4291.40	4376.40	4355.40
Volumen del molde	cm ³	2113.86	2113.86	2113.86	2113.86	2113.86
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.87	1.96	2.03	2.07	2.06
Recipiente N°		12	16	41	2	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	171.60	176.40	169.40	190.50	169.00
Peso del suelo seco + tara	gr	163.30	166.00	158.00	174.90	154.00
Tara	gr	66.20	68.40	68.20	68.20	63.60
Peso de agua	gr	8.30	10.40	11.40	15.60	15.00
Peso del suelo seco	gr	97.10	97.60	89.80	106.70	90.40
Contenido de agua	%	8.55	10.66	12.69	14.62	16.59
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.719	1.768	1.801	1.806	1.767
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.809
Humedad óptima (%)						13.90

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. SUP. N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE GENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-02
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACION :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	22/08/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Calicata :	C-02	Clasificación (SUCS) :	SM
Muestra :	M-01	Clasificación (AASHTO) :	A-2-4 (0)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,854	12,872	12,148	12,240	12,092	12,262
Peso molde (gr.)	8,452	8,452	8,056	8,056	8,172	8,172
Peso suelo compactado (gr.)	4,402	4,420	4,092	4,184	3,920	4,090
Volumen del molde (cm ³)	2,138	2,138	2,130	2,130	2,164	2,164
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,059	2,067	1,921	1,964	1,811	1,890
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,808	1,808	1,686	1,686	1,590	1,590

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3
Peso de tara (gr.)	62.30	0.00	52.70
Tara + suelo húmedo (gr.)	485.50	4420.00	416.90
Tara + suelo seco (gr.)	433.90	3865.27	372.40
Peso de agua (gr.)	51.60	554.73	44.50
Peso de suelo seco (gr.)	371.60	3865.27	319.70
Humedad (%)	13.89	14.35	13.92

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/08/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
23/08/2022	14:00	24	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24/08/2022	14:00	48	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
25/08/2022	14:00	72	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
26/08/2022	14:00	96	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg2)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		75	24.4			53	17.5			36	11.8		
0.050		235	76.8			149	48.6			126	41.1		
0.075		451	147.4			284	93.1			240	78.5		
0.100	1000	681	222.7	250.0	25.0	462	151.0	170.0	17.0	335	109.6	110.0	11.0
0.150		1089	356.1			717	234.5			504	164.7		
0.200	1500	1402	458.5	510.0	34.0	960	314.0	350.0	23.3	644	210.6	215.0	14.3
0.300		2093	684.5			1423	465.5			855	279.8		
0.400		2509	820.6			1746	571.0			959	313.6		
0.500		2636	862.2			1989	650.7			1052	344.2		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 218087



Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: Kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

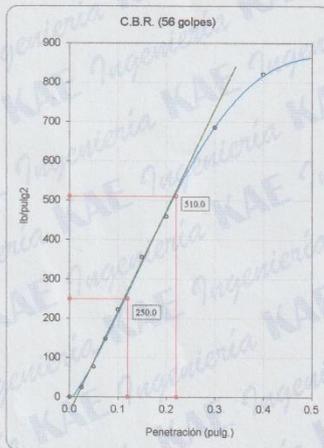
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-02
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	22/08/2022

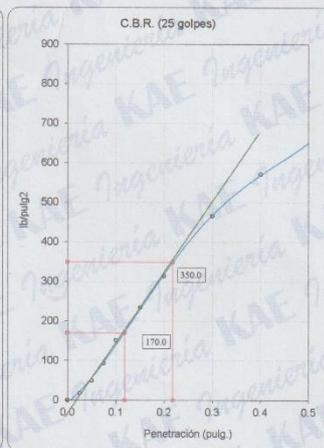
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

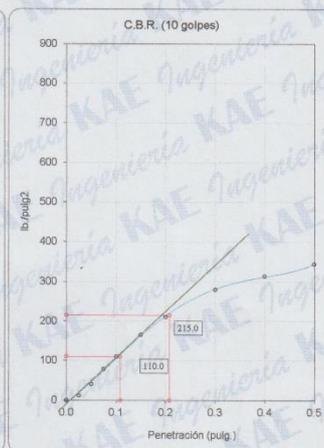
Calicata : C-02 Clasificación (SUCS) : SM Máxima Densidad Seca : 1.809 gr./cm³
Muestra : M-01 Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Máxima Densidad Seca al 95% : 1.719 gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 25.0%

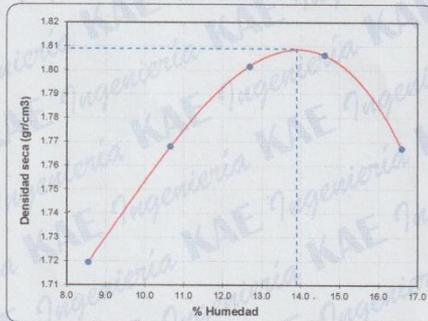


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 17.0%



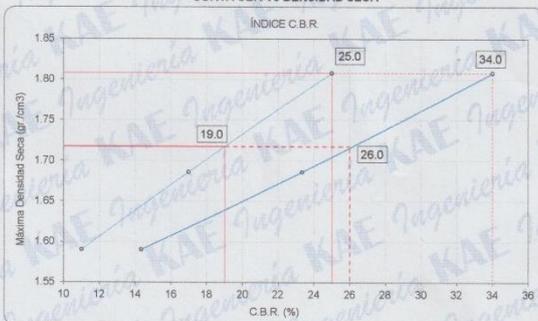
C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 11.0%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 25.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 19.0%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 34.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 26.0%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216887

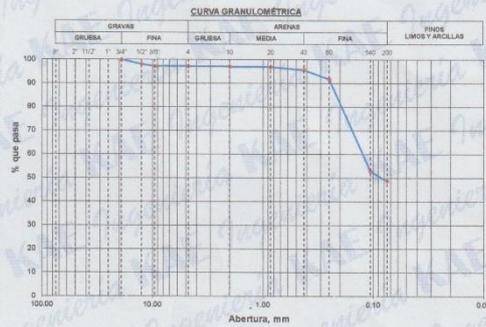


PROYECTO: INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE	REGISTRO N°: CC-ICC-GRA-03
CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PÁGINA N°: 01 de 01
SOLICITA: TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	FECHA: 20/08/2022
UBICACION: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

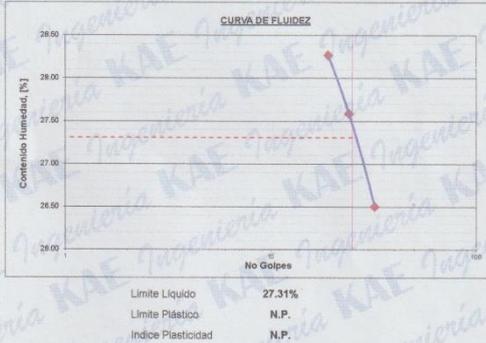
Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Gravas, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación SUCS
Muestra: Muestra Patrón (C-01) + 3% CCA	Peso Inicial Seco (gr) = 544.6 Peso Mat. < N° 4 (gr) = 529.6 Peso de Fracción (gr) = 529.6	Grava (No. 4 < Diam < 3") = 2.76% Arena (No. 200 < Diam < No. 4) = 48.55% Finos (Diam < No. 200) = 48.69%	D60 (mm) = 0.12 D30 (mm) = - D10 (mm) = -	SM (Arena Limosa) Clasificación SUCS A-4 (3)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"	0	0.0	0.0	100.00
12.500	1/2"	10	1.8	1.8	98.16
9.500	3/8"	5	0.9	2.8	97.24
4.750	N° 4	0	0.0	2.8	97.24
2.000	N° 10	0.80	0.1	2.9	97.09
0.850	N° 20	0.90	0.2	3.1	96.82
0.425	N° 40	6.50	1.2	4.3	95.73
0.250	N° 60	21.30	3.9	8.2	91.82
0.106	N° 140	211.60	38.9	47.1	52.91
0.075	N° 200	23.00	4.2	51.3	48.69
	FONDO	265.20	48.7	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 11	T - 33	T - 23
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	55.80	44.82	51.41
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	47.97	39.17	45.57
Peso De Agua	gr.	7.83	5.65	5.84
Peso Del Tarro	gr.	20.25	18.69	23.54
Peso Del Suelo Seco	gr.	27.72	20.48	22.03
Contenido De Humedad	%	28.27	27.59	26.50
Número De Golpes	N°	19	24	32
LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.			
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE	REGISTRO N°: CC-ICC-CBR-03
SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PAGINA N°: 01 de 03
SOLICITA : TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 25/08/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

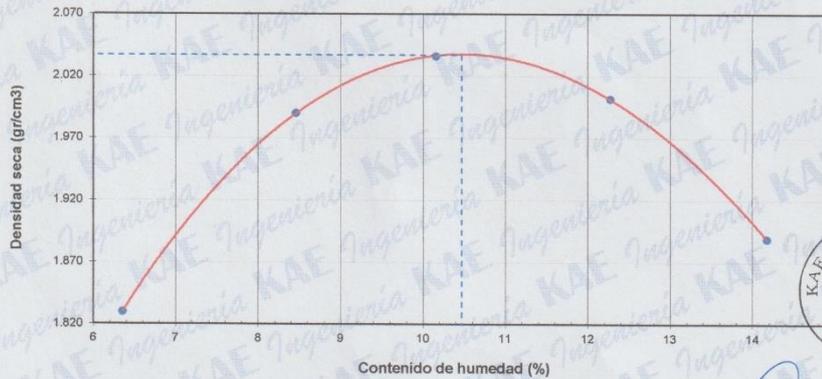
Datos de la Muestra

Muestra Patrón
Muestra : (C-01) + 3% CCA

Clasificación (SUCS) : SM
Clasificación (AASHTO) : A-4 (3)

Peso suelo + molde	gr	7320.00	7759.00	7934.00	7943.00	7755.00
Peso molde	gr	3293.50	3293.50	3293.50	3293.50	3293.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	4026.50	4465.50	4640.50	4649.50	4461.50
Volumen del molde	cm ³	2068.84	2068.84	2068.84	2068.84	2068.84
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.95	2.16	2.24	2.25	2.16
Recipiente N°		55	12	19	20	3
Peso del suelo húmedo+tara	gr	195.30	246.50	276.50	261.70	251.80
Peso del suelo seco + tara	gr	187.70	232.90	257.90	240.70	230.00
Tara	gr	68.10	72.10	74.80	69.60	76.20
Peso de agua	gr	7.60	13.60	18.60	21.00	21.80
Peso del suelo seco	gr	119.60	160.80	183.10	171.10	153.80
Contenido de agua	%	6.35	8.46	10.16	12.27	14.17
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.830	1.990	2.036	2.002	1.889
Densidad máxima (gr/cm ³)						2.037
Humedad óptima (%)						10.47

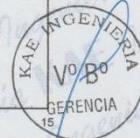
RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
D.E.S. C.I.P. N° 216027



Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE GENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-03
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	25/08/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Muestra : Muestra Patrón
(C-01) + 3% CCA

Clasificación (SUCS) : SM

Clasificación (AASHTO) : A-4 (3)

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

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,488	11,581	11,846	12,007	11,637	11,857
Peso molde (gr.)	6,765	6,765	7,483	7,483	7,556	7,556
Peso suelo compactado (gr.)	4,723	4,816	4,363	4,524	4,081	4,301
Volumen del molde (cm ³)	2,099	2,099	2,118	2,118	2,104	2,104
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,250	2,294	2,060	2,136	1,940	2,045
Densidad Seca (gr./cm ³)	2,037	2,037	1,864	1,864	1,756	1,756

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	56.50	0.00	61.50	0.00	58.80	0.00
Tara + suelo húmedo (gr.)	416.50	4816.00	395.60	4524.00	457.50	4301.00
Tara + suelo seco (gr.)	382.40	4275.63	363.90	3949.03	419.70	3694.09
Peso de agua (gr.)	34.10	540.37	31.70	574.97	37.80	606.91
Peso de suelo seco (gr.)	325.90	4275.63	302.40	3949.03	360.90	3694.09
Humedad (%)	10.46	12.64	10.48	14.56	10.47	16.43

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/08/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
28/08/2022	14:00	24	0.005	0.13	0.10	0.010	0.25	0.20	0.018	0.46	0.36
27/08/2022	14:00	48	0.019	0.48	0.38	0.022	0.56	0.44	0.031	0.79	0.62
28/08/2022	14:00	72	0.031	0.79	0.62	0.041	1.04	0.82	0.050	1.27	1.00
29/08/2022	14:00	96	0.042	1.07	0.84	0.052	1.32	1.04	0.066	1.68	1.32

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		129	42.1			54	17.8			45	14.7		
0.050		404	132.0			143	46.9			97	31.6		
0.075		680	222.4			201	65.7			137	45.0		
0.100	1000	924	302.1	295.0	29.5	286	93.6	98.0	9.8	166	54.3	51.0	5.1
0.150		1235	404.1			438	143.4			207	67.7		
0.200	1500	1546	505.6	510.0	34.0	611	199.9	200.0	13.3	274	89.6	87.0	5.8
0.300		1878	614.2			779	254.7			355	116.1		
0.400		2036	666.1			935	305.7			402	131.4		
0.500		2333	763.2			1052	344.2			451	147.4		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
C.O. Nº 11-21008



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-03
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	25/08/2022

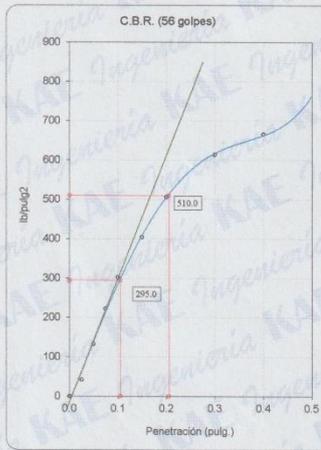
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

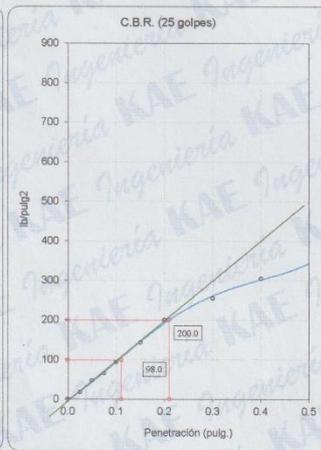
Muestra : Muestra Patrón (C-01) + 3% CCA

Clasificación (SUCS) : SM
Clasificación (AASHTO) : A-4 (3)

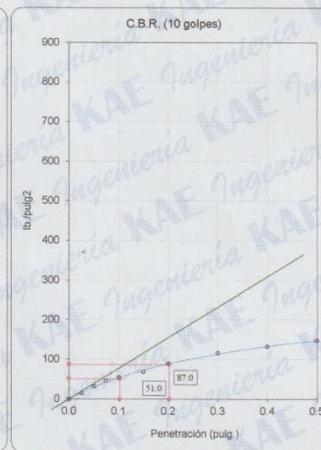
Máxima Densidad Seca : 2.037 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.935 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 29.5%



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 9.8%



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 5.1%



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 29.5%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 13.8%



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 34.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 19.7%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO:	INFLUENCIA DE GENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-GRA-04
SOLICITA:	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	20/08/2022

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra		Peso de Muestra		% Gravas, Arena y Finos		Coef. Uniformidad y Curvatura		Clasificación SUCS	
Muestra:	Muestra Patrón (C01) + 7% CCA	Peso Inicial Seco (gr) =	709.3	Grava (No. 4 < Diam < 3") =	4.93%	D60 (mm) =	0.14	SM (Arena Limosa)	
		Peso Mat. < N°4 (gr) =	674.3	Arena (No. 200 < Diam < No. 4) =	50.30%	D30 (mm) =	-	Clasificación SUCS	
		Peso de Fracción (gr) =	674.3	Finos (Diam < No. 200) =	44.77%	D10 (mm) =	-	A-4 (2)	

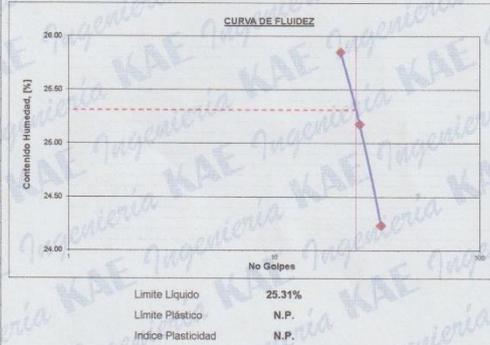
ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75 000	3"				
50 000	2"				
37 500	1 1/2"				
25 000	1"				
19 000	3/4"	0	0.0	0.0	100.00
12 500	1/2"	23	3.2	3.2	96.76
9 500	3/8"	12	1.7	4.9	95.07
4 750	N° 4	0	0.0	4.9	95.07
2 000	N° 10	0.80	0.1	5.0	94.96
0 850	N° 20	2.30	0.3	5.4	94.64
0 425	N° 40	27.00	3.8	9.2	90.83
0 250	N° 60	40.00	5.6	14.8	85.19
0 106	N° 140	255.60	36.0	50.9	49.15
0 075	N° 200	31.10	4.4	55.2	44.77
	FONDO	317.50	44.8	100.0	



ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
(ASTM D4318, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO			
N° Tarro		T - 04	T - 23
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	53.64	51.36
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	48.40	46.09
Peso De Agua	gr.	5.24	5.27
Peso Del Tarro	gr.	28.13	25.14
Peso Del Suelo Seco	gr.	20.27	20.95
Contenido De Humedad	%	25.85	25.18
Numero De Golpes	N°	21	26

LÍMITE PLÁSTICO			
N° Tarro			
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.		
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.		
Peso De Agua	gr.	NO PLÁSTICO	
Peso Del Tarro	gr.		
Peso Del Suelo Seco	gr.		
Contenido De Humedad	%		



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-

KAE Ingeniería
Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE	REGISTRO N°: CC-ICC-CBR-04
SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PAGINA N°: 01 de 03
SOLICITA : TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA: 25/08/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883

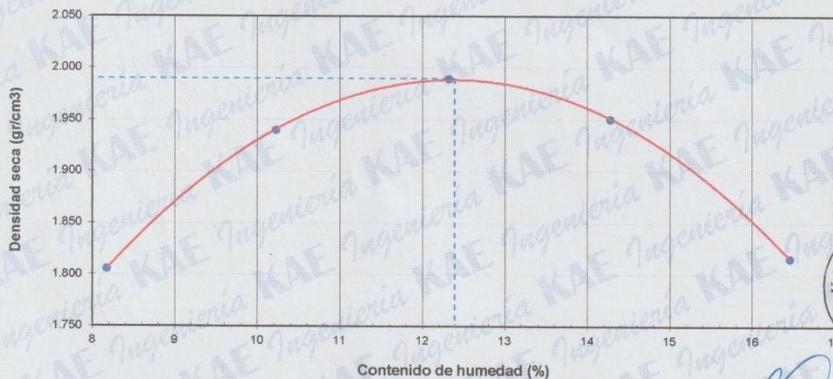
Datos de la Muestra

Muestra Patrón
Muestra : (C-01) + 7% CCA

Clasificación (SUCS) : SM
Clasificación (AASHTO) : A-4 (2)

Peso suelo + molde	gr	7334.00	7717.00	7917.00	7905.00	7669.00
Peso molde	gr	3293.50	3293.50	3293.50	3293.50	3293.50
Peso suelo húmedo compactado	gr	4040.50	4423.50	4623.50	4611.50	4375.50
Volumen del molde	cm ³	2068.84	2068.84	2068.84	2068.84	2068.84
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.95	2.14	2.23	2.23	2.11
Recipiente N°		22	14	7	18	13
Peso del suelo húmedo+tara	gr	214.50	263.30	281.60	302.20	276.50
Peso del suelo seco + tara	gr	203.50	245.60	258.30	274.20	246.30
Tara	gr	68.90	72.50	69.20	78.10	62.80
Peso de agua	gr	11.00	17.70	23.30	28.00	30.20
Peso del suelo seco	gr	134.60	173.10	189.10	196.10	183.50
Contenido de agua	%	8.17	10.23	12.32	14.28	16.46
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.805	1.940	1.990	1.951	1.816
Densidad máxima (gr/cm ³)						1.990
Humedad óptima (%)						12.39

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-04
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	02 de 03
UBICACION :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	25/08/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Muestra Patrón
(C-01) + 7% CCA

Clasificación (SUCS) : SM

Clasificación (AASHTO) : A-4 (2)

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

Molde N°	1		2		3	
	56		25		10	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	13,205	13,333	12,240	12,423	11,813	12,037
Peso molde (gr.)	8,452	8,452	8,056	8,056	8,173	8,173
Peso suelo compactado (gr.)	4,753	4,881	4,184	4,367	3,640	3,864
Volumen del molde (cm ³)	2,125	2,125	2,131	2,131	2,146	2,146
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,237	2,297	1,963	2,049	1,696	1,801
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,990	1,990	1,747	1,747	1,509	1,509

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1		2		3	
Peso de tara (gr.)	63.20	0.00	57.40	0.00	60.80	0.00
Tara + suelo húmedo (gr.)	558.20	4881.00	621.30	4367.00	565.30	3864.00
Tara + suelo seco (gr.)	503.60	4228.73	559.20	3723.23	509.70	3238.84
Peso de agua (gr.)	54.60	652.27	62.10	643.77	55.60	625.16
Peso de suelo seco (gr.)	440.40	4228.73	501.80	3723.23	448.90	3238.84
Humedad (%)	12.40	15.42	12.38	17.29	12.39	19.30

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/08/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
26/08/2022	14:00	24	0.007	0.18	0.14	0.010	0.25	0.20	0.018	0.46	0.36
27/08/2022	14:00	48	0.016	0.41	0.32	0.025	0.64	0.50	0.036	0.91	0.72
28/08/2022	14:00	72	0.024	0.61	0.48	0.040	1.02	0.80	0.054	1.37	1.08
29/08/2022	14:00	96	0.030	0.76	0.60	0.055	1.40	1.10	0.071	1.80	1.42

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		340	111.3			163	53.2			15	4.9		
0.050		736	240.6			276	90.2			58	19.0		
0.075		983	321.6			471	154.2			128	41.9		
0.100	1000	1286	420.7	410.0	41.0	609	199.3	140.0	14.0	189	62.0	55.0	5.5
0.150		1728	565.3			798	260.9			265	86.6		
0.200	1500	2042	667.8	665.0	44.3	983	321.5	280.0	18.7	309	101.2	102.0	6.8
0.300		2421	791.7			1266	414.0			372	121.6		
0.400		2549	833.6			1343	439.2			424	138.7		
0.500		2840	929.0			1512	494.6			467	152.8		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
R.E.C. N° 816087



Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-04
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	25/08/2022

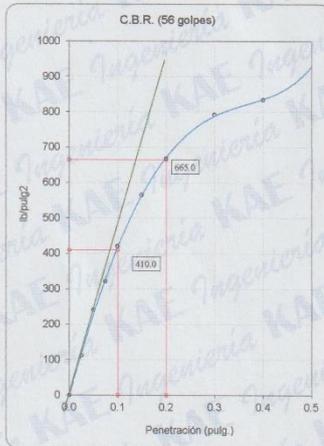
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

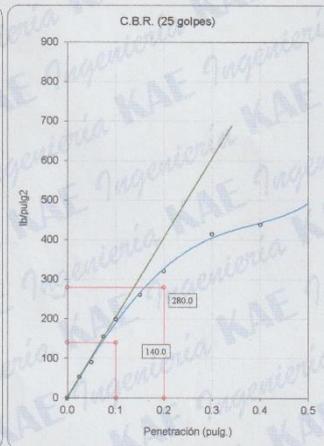
Muestra Patrón
Muestra : (C-01) + 7% CCA

Clasificación (SUCS) : SM
Clasificación (AASHTO) : A-4 (2)

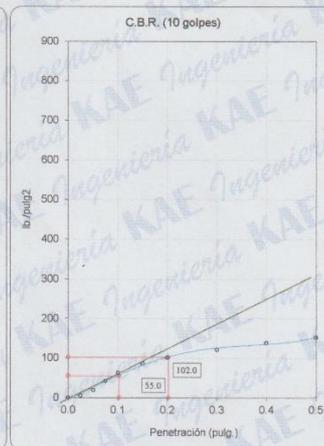
Máxima Densidad Seca : 1.990 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.891 gr./cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 41.0%



C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 14.0%



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 5.5%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 41.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 21.5%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 44.3%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 29.0%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO: INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE	REGISTRO N°: CC-ICC-GRA-05
CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	PÁGINA N°: 01 de 01
SOLICITA: TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	FECHA: 20/08/2022
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913, MTC E107, NTP-339-128)

Datos de Muestra		Peso de Muestra		% Gravas, Arena y Finos		Coef. Uniformidad y Curvatura		Clasificación SUCS	
Muestra: Muestra Patrón (C-01) + 10% CCA		Peso Inicial Seco (gr) =	646.5	Grava (No 4 < Diam < 3") =	5.72%	D60 (mm) =	0.15	SM (Arena Limosa)	
		Peso Mat. < N°4 (gr) =	609.5	Arena (No 200 < Diam < No.4) =	52.88%	D30 (mm) =	-	Clasificación SUCS	
		Peso de Fracción (gr) =	609.5	Finos (Diam < No 200) =	41.40%	D10 (mm) =	-	A-4 (1)	

ABERTURA (mm)	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL%	RETENIDO ACUMULADO %	PASA %
75.000	3"				
50.000	2"				
37.500	1 1/2"				
25.000	1"				
19.000	3/4"	0	0.0	0.0	100.00
12.500	1/2"	16	2.5	2.5	97.53
9.500	3/8"	21	3.3	5.7	94.28
4.750	N° 4	0	0.0	5.7	94.28
2.000	N° 10	0.30	0.0	5.8	94.23
0.850	N° 20	11.60	1.8	7.6	92.44
0.425	N° 40	45.60	7.1	14.6	85.39
0.250	N° 60	33.00	5.1	19.7	80.29
0.106	N° 140	218.30	33.8	53.5	46.52
0.075	N° 200	33.10	5.1	58.6	41.40
	FONDO	267.60	41.4	100.0	

ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
(ASTM D4316, NTP-339-129, MTC E110, MTC E111)

LÍMITE LÍQUIDO				
N° Tarro		T - 38	T - 07	T - 01
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	59.02	53.41	59.02
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	53.93	48.74	54.24
Peso De Agua	gr.	5.09	4.68	4.78
Peso Del Tarro	gr.	29.01	25.14	29.01
Peso Del Suelo Seco	gr.	24.92	23.60	25.23
Contenido De Humedad	%	20.44	19.81	18.95
Numero De Golpes	N°	16	24	35

LÍMITE PLÁSTICO				
N° Tarro				
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.			
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.			
Peso De Agua	gr.	NO PLÁSTICO		
Peso Del Tarro	gr.			
Peso Del Suelo Seco	gr.			
Contenido De Humedad	%			

Límite Líquido: 19.72%
 Límite Plástico: N.P.
 Índice Plásticidad: N.P.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUESTRA INTEGRAL
(ASTM - D2216)

Procedimiento - Metodo "A"	Tara N°	
	-	-
Peso Tara	gr.	-
Peso Tara + Suelo Húmedo	gr.	-
Peso Tara + Suelo Seco	gr.	-
Peso Agua	gr.	-
Peso Suelo Seco	gr.	-
Contenido de Humedad	%	-
Contenido de Humedad Promedio	%	-



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N° :	CC-ICC-CBR-05
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N° :	02 de 03
UBICACION :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA :	26/08/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

Muestra : Muestra Patrón (C-01) + 10% CCA
Clasificación (SUCS) : SM
Clasificación (AASHTO) : A-4 (1)

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

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,961	12,067	11,519	11,710	11,261	11,774
Peso molde (gr.)	7,689	7,689	7,615	7,615	7,746	7,746
Peso suelo compactado (gr.)	4,272	4,378	3,904	4,095	3,515	4,028
Volumen del molde (cm ³)	2,054	2,054	2,095	2,095	2,106	2,106
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.080	2.132	1.864	1.955	1.669	1.913
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.808	1.808	1.620	1.620	1.451	1.451

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso de tara (gr.)	56.30	0.00	52.30	0.00	61.00	0.00
Tara + suelo húmedo (gr.)	472.10	4378.00	503.20	4095.00	425.50	4028.00
Tara + suelo seco (gr.)	417.80	3714.11	444.30	3394.03	377.90	3055.98
Peso de agua (gr.)	54.30	663.89	58.90	700.97	47.60	972.02
Peso de suelo seco (gr.)	361.50	3714.11	392.00	3394.03	316.90	3055.98
Humedad (%)	15.02	17.87	15.03	20.65	15.02	31.81

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/08/2022	14:00	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
27/08/2022	14:00	24	0.006	0.15	0.12	0.011	0.28	0.22	0.017	0.43	0.34
28/08/2022	14:00	48	0.011	0.28	0.22	0.019	0.48	0.38	0.025	0.64	0.50
29/08/2022	14:00	72	0.019	0.48	0.38	0.026	0.66	0.52	0.039	0.99	0.78
30/08/2022	14:00	96	0.025	0.64	0.50	0.032	0.81	0.64	0.054	1.37	1.08

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Lb/pulg ²)	Molde N° 1				Molde N° 2				Molde N° 3			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %	lb	lb/pulg ²	lb/pulg ²	CBR %
0.025		150	49.1			109	35.5			8	2.6		
0.050		437	143.0			242	79.1			49	16.1		
0.075		651	212.8			471	154.2			113	37.0		
0.100	1000	990	323.9	360.0	36.0	617	201.7	190.0	19.0	182	59.6	50.0	5.0
0.150		1607	525.5			875	286.0			289	94.6		
0.200	1500	2118	692.8	730.0	48.7	1048	342.8	340.0	22.7	353	115.5	115.0	7.7
0.300		2970	971.5			1304	426.5			441	144.3		
0.400		3524	1152.5			1509	493.4			511	167.1		
0.500		3801	1243.1			1687	551.7			570	186.4		

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y°, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos
Presentación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO :	INFLUENCIA DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE CARRETERA CRUCE TAMBO REAL - TAMBO REAL ANTIGUO	REGISTRO N°:	CC-ICC-CBR-05
SOLICITA :	TONGONBOL DIAZ RONALD HUMBERTO	PAGINA N°:	03 de 03
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote ; Provincia: Santa ; Departamento: Ancash	FECHA:	26/08/2022

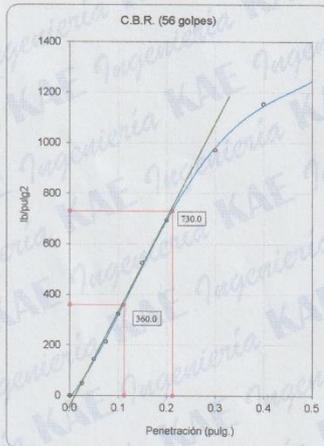
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Datos de la Muestra

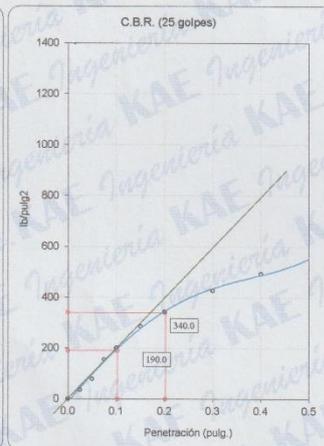
Muestra Patrón
Muestra : (C-01) + 10% CCA

Clasificación (SUCS) : SM
Clasificación (AASHTO) : A-4 (1)

Máxima Densidad Seca : 1.875 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.781 gr/cm³



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 36.0%

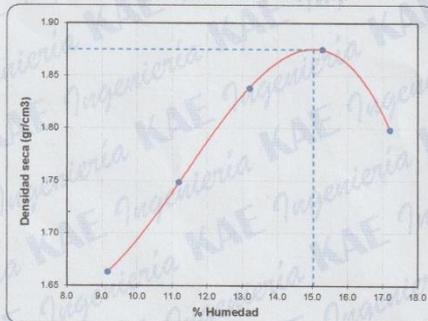


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 19.0%



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 5.0%

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 36.0%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 27.5%

CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 48.7%
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 34.0%

OBSERVACIONES:

- La muestra fue tomada en presencia del solicitante.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 216087



Pje. Fatima - Mz. Y*, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email Kaeingeniería@gmail.com

Anexo E1.

Diseño del pavimento Flexible (Terreno natural)

2. índice medio diario semanal (IMDS), el promedio diario semanal se obtuvo del total de vehículos que circulan en una semana dividido por 7

$$IMDS = \sum vi / 7$$

TIPO DE VEHÍCULO	LUN.	MAR.	MIÉR.	JUE.	VIE.	SÁB.	DOM.	TOTAL SEMANA L	IMDS $\sum vi / 7$
MOTOS	28	32	21	26	31	34	37	209	30
AUTOS	145	135	121	127	135	148	150	961	137
STATION WAGON	24	18	18	18	18	18	18	132	19
CAMIONETA PIK UP	41	35	36	40	31	48	24	255	36
PANEL	2	0	2	0	2	0	0	6	1
RURAL(COMBI)	105	113	118	116	106	112	110	780	111
MICRO	5	4	5	4	4	5	2	29	4
BUS 2E Y 3E	4	4	4	4	4	4	2	26	4
CAMION 2E	10	9	11	14	13	8	11	76	11
CAMION 3E	16	16	16	16	16	16	16	112	16
CAMION 4E	6	6	0	12	0	6	0	30	4
SEMI TRAYLER	7	13	6	13	11	8	2	60	9
TRAYLER	2	2	2	2	0	2	2	12	2
TOTAL	395	387	360	392	371	409	374	2688	384

3. Índice medio diario anual (IMDA), el índice medio diario semanal se obtuvo multiplicando al IMDS por el factor de corrección estacional.

$$IMDA = IMDS * FC$$

TIPO DE VEHICULO	IMDS $\sum vi / 7$	FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL	IMDA
MOTOS	30	0.92	27
AUTOS	137	0.92	126
STATION WAGON	19	0.92	17
CAMIONETA PIK UP	36	0.92	34
PANEL	1	0.92	1
RURAL(COMBI)	111	0.92	103
MICRO	4	0.93	4
BUS 2E Y 3E	4	0.93	3
CAMION 2E	11	0.94	10
CAMION 3E	16	0.94	15
CAMION 4E	4	0.94	4
SEMI TRAYLER	9	0.96	8
TRAYLER	2	0.96	2
TOTAL	384		354

Obtenido el IMDA se procede a determinar los ejes equivalentes (ESAL)

EJES EQUIVALENTES (ESAL)

El tránsito se mide en unidad definida por AASHTO, como ejes equivalentes (EE) acumulada durante el periodo de diseño tomado en el análisis

Configuración de Ejes				
Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico	
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02		7Tn
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04		10Tn
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06		15Tn
EJE TANDEM (Ejes Rueda Doble)	2RD	08		16Tn
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10		21Tn
EJE TRIDEM (Ejes Rueda Doble)	3RD	12		23Tn

Nota:
RS : Rueda Simple
RD: Rueda Doble

Para el cálculo de ejes equivalentes se tomara las siguiente ecuacion simplificada

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

TIPOS DE VEHICULOS	IMDA 2022	CARGA DE VEH.EJE.	EJES EQUIVALENTES (EE.8.2tn)	F.IMDA
Motos Autos Camionetas y combi	308	1	0.000527	0.16
	308	1	0.000527	0.16
Micro	4	7	1.265367	4.88
	4	10	2.211794	8.52
B2 Y B3	3	7	1.265367	4.37
	3	16	14.49521	50.07
C2	10	7	1.265367	12.91
	10	16	0.366255	3.74
C3	15	7	1.265367	19.03
	15	16	1.260585	18.96
C4	4	7	1.265367	5.10
	4	21	1.05772	4.26
Semi trailer	8	7	1.265367	10.41
	8	16	1.260585	10.37
	8	16	1.260585	10.37
Trayler	2	7	1.265367	2.08
	2	10	2.211794	3.64
	2	10	2.211794	3.64
	2	16	1.260585	2.07
Σ F.IMDA				174.76

Para calcular el ESAL tenemos la siguiente formula:

$$ESAL = (\Sigma F.IMDA) * \dots * Fd * FC * \left(\frac{(1 +)}{\dots} - 1 \right)$$

Fd: Factor direccional

Fc: factor carril

n: periodo de Diseño

r%: porcentaje de crecimineto

Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el
Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Remplazando valores:

DIAS DEL AÑO	365	r%	3
FACTOR DIRECCIONAL	0.50	n°:	20
FACTOR CARRIL	1.00		
	ESAL(E)	856989.59	EE

DIMENSIONAMIENTO DE LAS SECCIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

METODO AASHTO 1993

Suelo Natural: progresiva 0+000 - 0 +900

Para el caso del tráfico y diseño de pavimentos flexibles se tiene la siguiente categoría.

ESALL (EE)= 856,989.59

Cuadro 12.1
Número de Repeticiones Acumuladas
Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Dise

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{Px}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

✓ Nivel de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R)					
	Urbano			Rural		
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	-	99.9	80	-	99.9
Arterias principales	80	-	99	75	-	95
Colectoras	80	-	95	75	-	95
Locales	50	-	80	50	-	80

Confiabilidad 80.00%

✓ Desviación estándar

CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR	
Confiabilidad (R%)	Desviacion normal estándar (Z _R)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555

✓ Valor índice serviciabilidad (PSI)

Para el diseño es necesario seleccionar un índices de serviciabilidad inicial y terminal.

El índice de Serviciabilidad terminal o final de diseño deberá ser tal que culminado el periodo de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad

- Índice de serviciabilidad inicial (pi)

3.8 pavimentos flexible

Pi 3.80

4.5 pavimentos rígidos

- Índice de serviciabilidad final (pt)

2.5 ó 3.0 carreteras principales

Pt 2.00

2 carreteras con clasificación menor

1.5 carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

✓ variación de serviciabilidad

Cuadro 12.12
Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750,001	1,000,000	1.80

✓ Desviación estandar

Criterio para la selección de la Desviación estandar total (So)

0.30	-	0.40	Pavimentos rígidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles

So 0.45

Resumen de datos

ESAL DE DISEÑO	856,989.59
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION	-0.842
SERV INICIAL (Po)	3.80
SERV FINAL (Pt)	2.00
DELTA PSI	1.80
So	0.45

Datos del suelo

<u>DATOS DE SUELO</u>	
CBR BASE (%)	100
CBR SUBBASE (%)	45
CBR SUBRASANTE (%)	8.5
ESTABILIO MARSHALL (N)	8000
F'c (Mpa)	2.2
Modulo Resiliente (Psi)	10,051.2

ECUACIÓN DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

$$\log_{10}(W_{18}) = \underbrace{Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2}_{A} + \underbrace{\frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07}_{B}$$

A=

B

$\log_{10}(W_{18})$		NUMERO ESTRUCTURAL (ITERAR)
5.933	=	SN 2.789

Ecuación para obtener los espesores del pavimento flexible

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

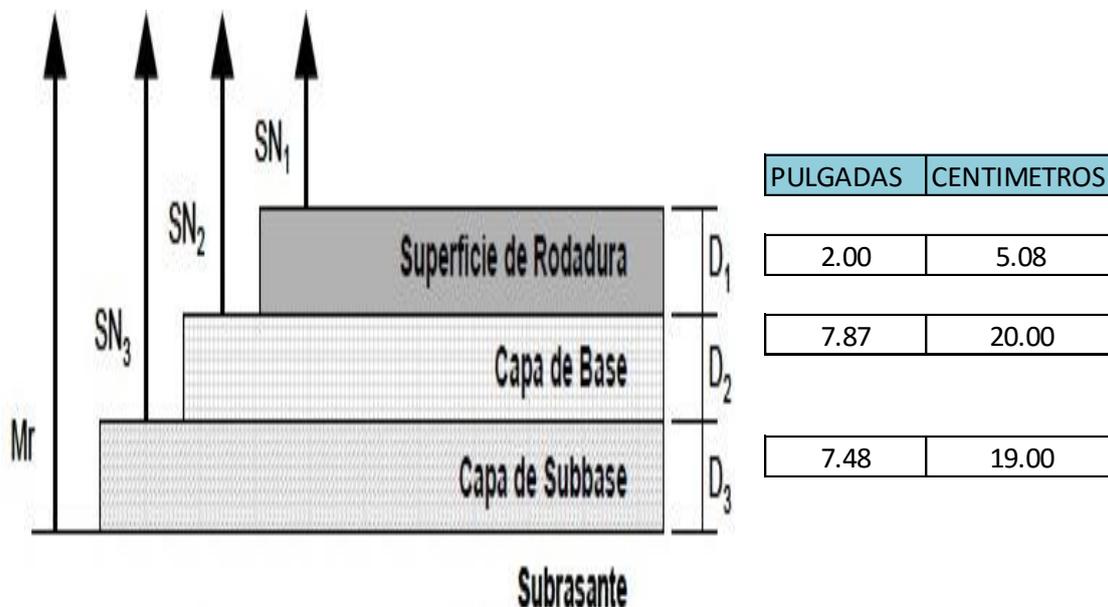
d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Remplazando valores se obtiene

CAPA DE MATERIAL	Coficiente de Capa (a)	Coficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.41	1	2.00	0.821	5.08	2.086
Base Granular	0.14	1	7.87	1.100	20.00	2.794
Sub Base Granular	0.12	1	7.48	0.894	19.00	2.271
SN (Calculado)			2.815		7.151	
SN (Requerido)			2.789		7.084	
			OK		OK	

Espesores del pavimento flexible.



Anexo E2

Diseño del pavimento Flexible (Terreno Natural + 10% Ceniza de Cascara de Arroz)

Para el caso del tráfico y diseño de pavimentos flexibles se tiene la siguiente categoría.

ESALL (EE)= 856,989.59

Cuadro 12.1
Número de Repeticiones Acumuladas
Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Dise

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{Px}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
 PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

✓ Nivel de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R)			
	Urbano		Rural	
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	- 99.9	80	- 99.9
Arterias principales	80	- 99	75	- 95
Colectoras	80	- 95	75	- 95
Locales	50	- 80	50	- 80

Confiabilidad

✓ Desviación estándar

CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR	
Confiabilidad (R%)	Desviacion normal estándar (Z _R)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555

✓ Valor índice serviciabilidad (PSI)

Para el diseño es necesario seleccionar un índices de serviciabilidad inicial y terminal.

El índice de Serviciabilidad terminal o final de diseño deberá ser tal que culminado el periodo de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada serviciabilidad

- Índice de serviciabilidad inicial (pi)

3.8 pavimentos flexible

Pi 3.80

4.5 pavimentos rígidos

- Índice de serviciabilidad final (pt)

2.5 ó 3.0 carreteras principales

Pt 2.00

2 carreteras con clasificación menor

1.5 carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos

✓ variación de serviciabilidad

Cuadro 12.12
Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750,001	1,000,000	1.80

✓ Desviación estandar

Criterio para la selección de la Desviación estandar total (So)

0.30	-	0.40	Pavimentos rígidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles

So 0.45

Resumen de datos

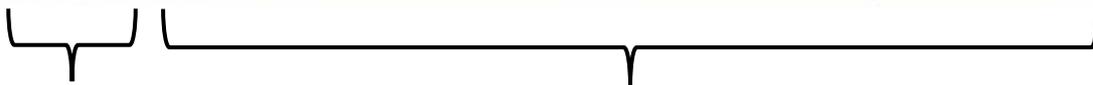
ESAL DE DISEÑO	856,989.59
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION	-0.842
SERV INICIAL (Po)	3.80
SERV FINAL (Pt)	2.00
DELTA PSI	1.80
So	0.45

Datos del suelo

CBR BASE (%)	100
CBR SUBBASE (%)	45
CBR SUBRASANTE (%)	27.5
ESTABILIO MARSHALL (N)	8000
F'c (Mpa)	2.2
Modulo Resiliente (Psi)	21,309.0

ECUACIÓN DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$



A =

B

$\log_{10}(W_{18})$		NUMERO ESTRUCTURAL (ITERAR)
5.933	=	SN 2.093

Ecuación para obtener los espesores del pavimento flexible

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

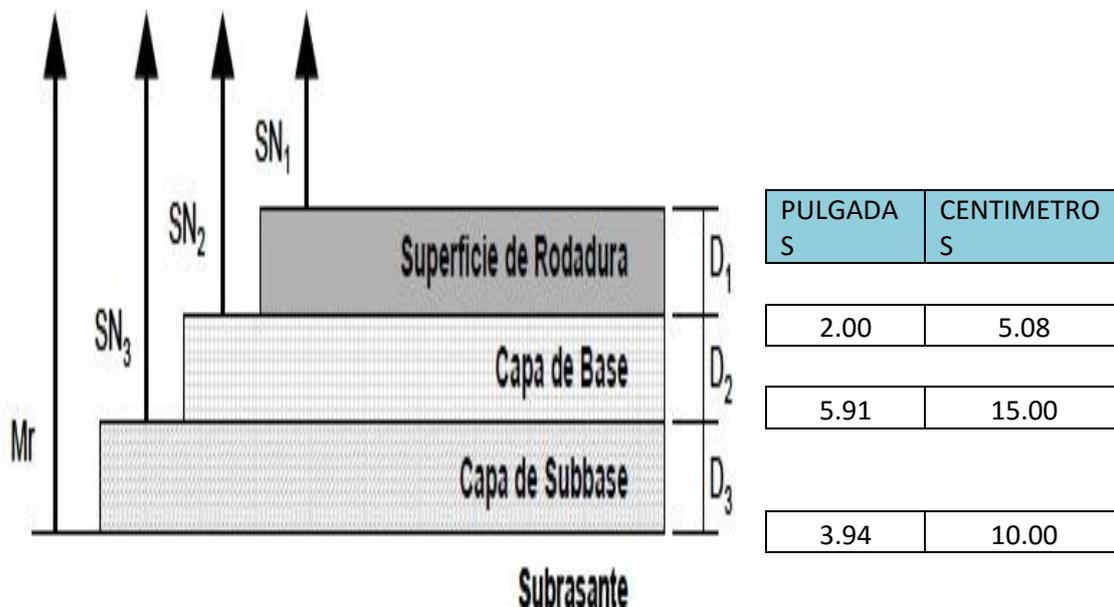
m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Remplazando valores se obtiene

CAPA DE MATERIAL	Coficiente de Capa (a)	Coficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.41	1	2.00	0.821	5.08	2.086
Base Granular	0.14	1	5.91	0.825	15.00	2.095
Sub Base Granular	0.12	1	3.94	0.471	10.00	1.195

SN (Calculado)	2.117	5.376
SN (Requerido)	2.093	5.316
	OK	OK

Espesores del pavimento flexible.



Anexo E
Panel Fotográfico

FOTOS DE LA CARRETERA TAMBO REAL



Figura 1. Carretera Tambo Real en mal estado



Figura 2. Fin del tramo de la carretera en estudio

UBICACIÓN DE CALICATAS



Figura 3. Excavacion de la calica N°1 en la progresiva 0+150 m



Figura 4. Estracion de la muestra a una profundidad 1.5 m



Figura 5. Excavacion de la calica N°2 en la progresiva 0+600 m.



Figura 6. Se realizo la medicion respectiva para la estracion del material.

RECOLECCIÓN DE LA CASCARA DE ARROZ



Figura 7. se recolecto la cascara de arroz del Molino Capullo- Tanambo Real Antiguo



Figura 8. Se recolecto la cascara de arroz en sacos para ser trasladado.

EXTRACCION DE LA CENIZA



Figura 9. Se almacena en bodegas de fierro para ser quemado artesanalmente.



Figura 10. Se recoge la ceniza de cascara de arroz para ser trasladado al laboratorio de mecanica de suelos.



Figura 11. Se realizo el tamizado de la ceniza por la malla n°100 para eliminar parte de la cascarilla que no fue quemado en su totalidad.



Figura 12. Se pesa la ceniza para ser adicionado al 3%, 7% y 10% con respecto al peso del seulo

ENSAYOS EN EL LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 13. Se realiza el secado del material para ser tamizado posteriormente.

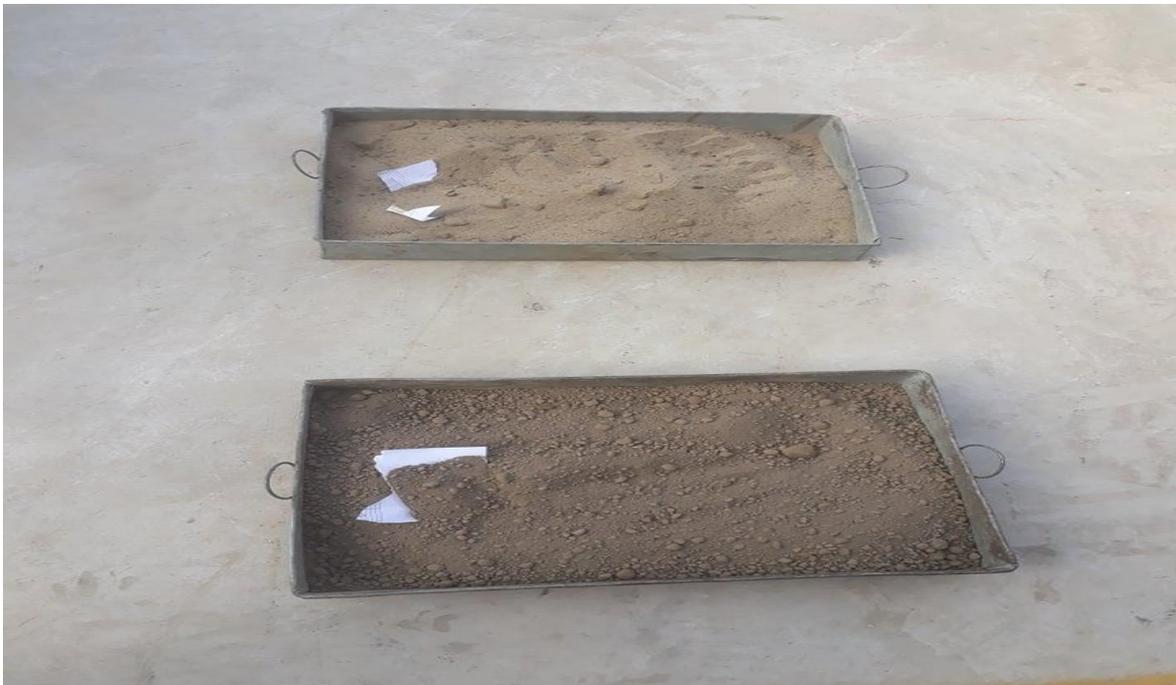


Figura 14. Muestra de las calicata n°1 y calicata n°2, enfriando para ser tamizado posteriormente.



Figura 15. Se realizo el cuarteo para obtener una muestra homogenea.



Figura 16. Se recoge un cuarto de la muestra para ser tamizado.



Figura 17. Se pesa la muestra aproximadamente 1 kilogramo para el tamizado



Figura 18. Se procede al tamizado empezando desde el tamiz N° 2" hasta el tamiz N°4, para obtener el peso de la grava.



Figura 19. Se procede al lavado de la muestra, lo pasante del tamiz n°4, para eliminara los limos y arcillas.

LIMETE LIQUIDO



Figura 20. Se porcede realizar el ensayo del limite liquido para la Calicata N°1, y para la calicata N°2, no presnta.

CONTENIDO DE HUMEDAD



Figura 21. Se extrae parte de la muestra para proceder el ensayo del contenido de humedad.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



Figura 22. Se tamiza por la malla n°4 para realizar el ensayo del Proctor Modificado.



Figura 23. Se pesa 6 kg , para realizar el ensayo.



Figura 24. Se agrega un porcentaje de agua con respecto al peso del suelo



Figura 25. Se realiza el ensayo por el metodo A, en 5 capas y con 25 golpes para determinara la humedad optima

ENSAYO DEL CBR



Figura 26. Se adiciona la ceniza de cascara de arroz y se procede con el ensayo del CBR



Figura 27. Se vierte el porcentaje de agua de acuerdo a la humedad óptima



Figura 28. Se procede a la compactación con el pisón a una altura de 18 puig, en 10, 25 y 56 golpes por cada porcentaje de adición.



Figura 29. Se deja saturar los moldes por 4 días, para realizar el ensayo de penetración

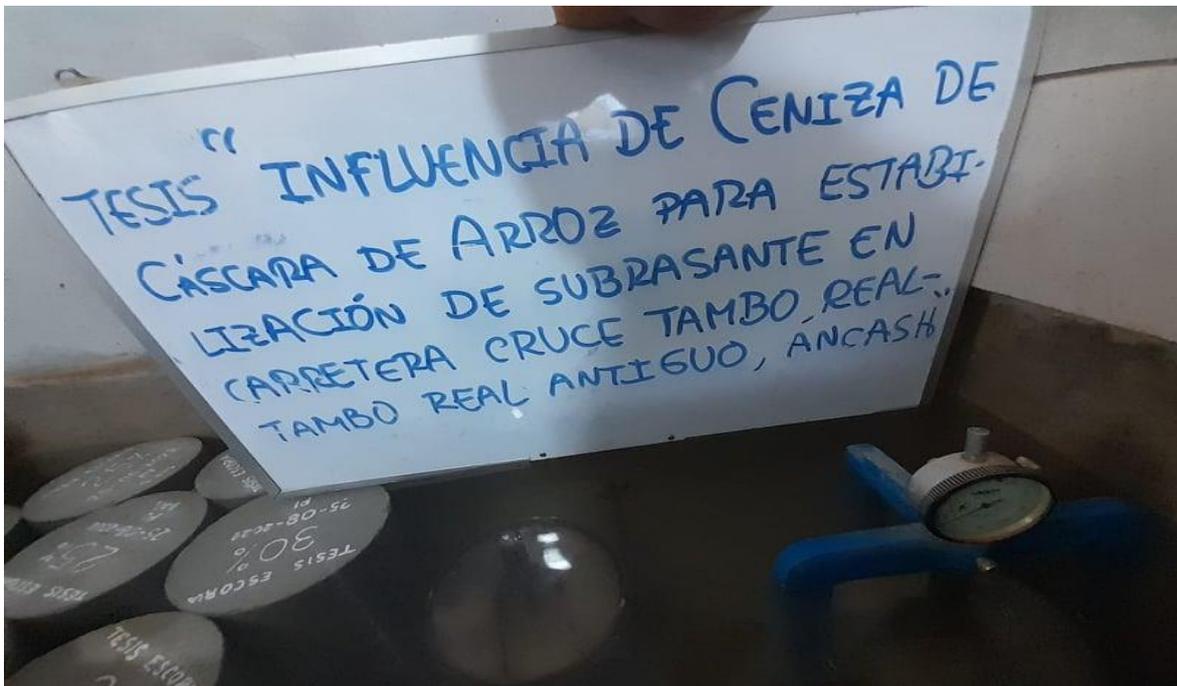


Figura 30. Se procede a medir la expansión con el tripode



Figura 31. Se realiza el ensayo de penetración para calcular la resistencia del suelo.

Anexo F1

Solicitud de Autorización para realizar proyecto de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Santa, 22 de junio del 2022

SEÑOR: Eugenio Jara Acosta
Alcalde de la Municipalidad del Distrito de Santa

Presente.-
De nuestra especial consideración

Solicito: Permiso para realizar proyecto de Investigación

Yo, Ronald Humberto Tongombol Díaz, identificado con DNI N° 47920584, con domicilio en la Calle 24 de Junio Mz. F' Lte. 2, Centro Poblado Tambo Real Nuevo – Santa. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo.



Por medio de la presente, nos es grato dirigirme a usted para saludarle cordialmente y al mismo tiempo manifestarle que, he culminado la carrera profesional de ingeniería civil (**Grado Bachiller**), estoy cursando el título en la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**, solicito a Ud. permiso para realizar proyecto de investigación en la vía del Cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo, tesis titulada “**Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera Cruce Tambo Real-Tambo Real Antiguo, Ancash**” para optar el título profesional de **ingeniero civil**.

Por lo expuesto:

Agradeciéndole de antemano la atención brindada a la presente, y ruego a usted acceder a mi solicitud.

Atentamente.

TONGOMBOL DIAZ RONALD HUMBERTO

DNI N° 479209584

Anexo F2

Aprobación de permiso para realizar proyecto de investigación.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA

"Santa María de la Parrilla"

Jr. Marañón N° 227 - ☎ 294321 - SANTA

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Santa, 23 de junio del 2022.

CARTA N°006-2022-AL/MDS

**Sr: RONALD HUMBERTO TONGOMBOL DÍAZ
TESISTA**

Presente.-

Asunto: Facilidades para realizar proyecto de investigación

De nuestra consideración

Que, teniendo en cuenta la solicitud presentada mediante el expediente N°3536-2022 por el Sr. Ronald Humberto Tongombol Díaz, identificado con DNI N° 47920584, con domicilio en la Calle 24 de Junio Mz. F' Lte. 2, Centro Poblado Tambo Real Nuevo – Santa. Con pleno conocimiento que exige la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** para optar el grado de título de **ingeniero civil**, se hace de conocimiento que se accede a su solicitud presentada para realizar trabajos de investigación, en la vía Cruce Tambo Real- Tambo Real Antiguo.

Atentamente,


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA
Jorge Luis Espejo Llacas
ALCALDE (e)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de ceniza de cascara de arroz para estabilización de subrasante en carretera cruce Tambo real - Tambo real antiguo, Ancash", cuyo autor es TONGOMBOL DIAZ RONALD HUMBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHIMBOTE, 01 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN DNI: 45373822 ORCID: 0000-0003-3182-3352	Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 01-02-2023 20:48:18

Código documento Trilce: TRI - 0467249