



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura  
2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Panta Eche, Jose Andres Ismael (ORCID: 0000-0002-2234-5398)

Paytan Soyori, Diana Jackelyn (ORCID: 0000-0003-1664-0101)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Carlos Danilo Minaya Rosario (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

Lima - Perú

2020

### **Dedicatoria**

Esta tesis va dedicada a nuestros padres, madres, hermanos y abuelos por habernos apoyado mucho en estos años para lograr ser unos profesionales de éxito y así nos consideren de ejemplo nuestros hermanos que con esfuerzo, dedicación, voluntad y perseverancia todo se puede lograr.

### **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecemos a Dios y a nuestros padres por el apoyo incondicional en todo momento

A nuestra familia por darnos la fuerza y no permitir que nos demos por vencidos a pesar de los obstáculos, para cumplir con una de nuestras metas.

Agradecemos a la universidad por la oportunidad que nos dio de tener un futuro, al Mg. Ing. Carlos Minaya por su apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO .....	12
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2 Variables y operacionalización.....	26
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	28
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5 Procedimientos.....	31
3.6 Método de análisis de datos.....	31
3.7 Aspectos éticos.....	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Resultados de Ensaio Proctor Modificado (Máxima Densidad Seca (gr/cm y Óptimo Contenido de Humedad %)).....	35
Tabla N°2: Máxima Densidad Seca por % de CCA.....	37
Tabla N°3: Humedad Óptima por % de CCA.....	38
Tabla N°4: Resultados del Ensayo CBR.....	40
Tabla N°5: Resultados de Valores de % de Absorción.....	42

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico N°1: Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ).....	37
Gráfico N°2: OCH s MDS .....	37
Gráfico N°3: Óptimo Contenido de Humedad.....	39
Gráfico N°4: CBR al 95% y CBR al 100%.....	41
Gráfico N°5: Variación del % de Absorción.....	45
Figura N°1: Ubicación geográfica del distrito de Lobitos.....	57
Figura N°2: Imagen de Resolución de Alcaldía N°084-05-2015-A-MDL.....	58
Figura N°3: Imagen de la ceniza de cáscara de arroz.....	59
Figura N°4: Imagen de la subrasante.....	60
Figura N°5: Cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos.....	29
Figura N°6: Cuadro 4.2 Número de Ensayos Mr y CBR.....	30
Figura N°7: Tabla 9: Resultado de Análisis Granulométrico de calicatas 01 y 02.....	34
Figura N°8: Tabla 13 Ensayo de Compactación.....	35
Figura N°9: Tabla 14: Resultados de CBR para calicatas 01 y 02.....	40
Figura N°10: Tabla 16: Resultados de Valores de % de Absorción para las diferentes combinaciones.....	42

## RESUMEN

En este presente trabajo de investigación su objetivo principal fue dar a conocer la reutilización de los residuos de la cáscara de arroz como agregado fino en ceniza para una mejora en la construcción de las vías pavimentadas y no pavimentadas, pese a que esto no es muy común ni aplicado por falta de estudios, la presente investigación ayudaría mucho a determinar la influencia del agregado o aditivo en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante y disminuir la contaminación hacia el medio ambiente haciendo una correcta reutilización de estos residuos de productos naturales.

Esta investigación se desarrolló con el único fin de que las vías pavimentadas y no pavimentadas obtengan un desempeño favorable añadiéndole ceniza de cáscara de arroz a la subrasante, incluso en su construcción misma, para mejorar sus propiedades físico mecánicas en bajo y alto volumen de tránsito, así como ver las condiciones que cumple sin el agregado natural por lo tanto se tomaron como referencias dos tesis mediante el método de análisis de datos.

Ambas investigaciones utilizaron una metodología experimental donde desarrollaron ciertos ensayos como el Proctor Modificado, CBR y Límites de Atterberg respectivamente con la muestra patrón y la adición del aditivo en porcentajes entre 5% hasta 25% para ambas tesis, de esta manera se identificó la siguiente dosificación: 18% como la más óptima a través de la interpolación de datos.

Finalmente, con los ensayos que fueron realizados se concluyó que es factible este uso, ya que tiene un costo mínimo a comparación de otros productos naturales o residuos de materiales no naturales, y se sugirió que se empleen más estudios para que este sea utilizado como el agregado que se merece.

**Palabras claves:** subrasante, cáscara de arroz, suelos arcillosos

## ABSTRACT

In this present research work, its main objective was to show the reuse of rice husk residues as fine aggregate in ash for an improvement in the construction of paved and unpaved roads, although this is not very common nor applied due to lack of studies, this research would help a lot to determine the influence of the aggregate or additive on the physical and mechanical properties of the subgrade and reduce pollution towards the environment by correctly reusing these residues of natural products.

This research was developed with the sole purpose that paved and unpaved roads obtain a favorable performance by adding rice husk ash to the subgrade, even in its construction itself, to improve its physical – mechanical properties in low and high volumen of traffic, as well as seeing the conditions that it fulfills without natural aggregate, therefore, two theses were taken as references by the data analysis method.

Both investigations used an experimental methodology where they developed certain tests such as the Modified Proctor, CBR and Atterberg Limits respectively with the standard sample and the addition of the additive in percentages between 5% and 25% for both theses, in this way the following dosage was identified: 18% as the most optimal through data interpolation.

Finally, with the tests that were carried out, it was concluded that this use is feasible, since it has a minimal cost compared to other natural products or residues of non-natural materials, and it was suggested that more studies be used so that this is used as the added it deserves.

**Keywords:** subgrade, rice husk ash, clay soils.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, los métodos de estabilización de terrenos para una gran mejora en sus propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, en diversos países como: Brasil, Ecuador, Colombia, Perú, entre otros; optaron por varios factores de reutilización de los residuos, por motivos sociales, ambientales y económicos, donde se buscó elevar su capacidad de resistencia, condiciones de plasticidad y durabilidad.

Es importante señalar que, los defectos que se originen en la estructura del pavimento o vías de acceso, sean corregidos en la brevedad posible, ya que estos pueden traducirse en altas vulnerabilidades, exponiendo a sufrir daños y deterioros en magnitudes elevadas. Estos fueron disminuyendo con la incorporación de aditivos o materiales con buenas características físico químicas y así evitar defectos en el diseño, materiales y su construcción misma.

En el Perú, es importante contar con una infraestructura vial de pavimentos o vías de acceso que se encuentren en buen estado y así poder garantizar un transporte seguro y eficaz. El deterioro de los pavimentos construidos o caminos a nivel nacional incrementó por diversos factores, es debido a un mal procedimiento constructivo, mala compactación del terreno, incremento de cargas solicitadas, entre otros; asimismo es importante evaluar el mejoramiento de sus propiedades con la incorporación de materiales que contengan mayor proporción de sílice.

En los últimos años, con el surgimiento de innovadoras técnicas de mejoramiento con diversos aditivos, agregados o materiales, una de las cuales es el mejoramiento con la ceniza de cáscara de arroz donde sus propiedades son superiores por su mayor resistencia, también por su alto contenido de sílice. En diversas zonas del Perú como Junín, Trujillo, Amazonas, Lima, encontramos diferentes tipos de suelos que fueron materia de estudio, incorporándose ceniza de bagazo de caña de azúcar, bolsas de polietileno, ceniza de cáscara de arroz, donde muchas veces en un terreno arcilloso éste no presenta propiedades adecuadas para su utilización de manera directa, lo que conllevó a realizar una sustitución del suelo de cimentación o una correcta estabilización físico - mecánica con agregados que proporcionen condiciones favorables.

La contaminación se ha incrementado en estos posteriores años, siendo originado por incorrectas maneras de eliminación de residuos altamente contaminantes. Asimismo, una de las alternativas para la descontaminación es incluir estos residuos a diversos materiales en las distintas áreas de la construcción. Por tal motivo, se realizó una correcta reutilización de estos residuos; sobre todo en la adición de porcentajes en la subrasante de los pavimentos o vías de acceso como estabilizantes de suelo; así como también, obtener beneficios ambientales, sociales y económicos.

El distrito de Lobitos, se encuentra ubicado entre las orillas del mar y el desierto talareño. Donde actualmente es un pueblo con aire cuasi fantasmales, situado a 17 km al norte de la localidad de Talara, Piura; además se encuentra en proceso de desarrollo contando con más de 1300 habitantes según el censo del 2017. Por lo frecuente, no recibe precipitaciones casi todo el año; se presencia la caída de lluvias entre el mes de febrero y marzo; donde generalmente suelen ser leves, irregulares y fuertes (Ver **Figura N°1: Ubicación geográfica del distrito de Lobitos** – Fuente: *GoogleMaps*).

De acuerdo a la problemática mencionada, se observó que el tipo de suelo en el distrito de Lobitos es un suelo arcilloso; por ello se propuso una alternativa de incorporar ceniza de cáscara de arroz en cierta cantidad de proporciones y así determinar su influencia en la subrasante. Cabe resaltar que, la subrasante forma parte de los elementos de un camino; asimismo es donde se asienta la estructura del pavimento (Ver **Figura N°2: Imagen de Resolución de Alcaldía N° 084-05-2015-A-MDL** – Fuente: <https://apps.contraloria.gob.pe>).

### **Formulación del Problema**

De acuerdo a la problemática mencionada, se ha observado que el tipo de suelo en el distrito de Lobitos es un suelo arcilloso; por ello se propone una alternativa de incorporar ceniza de cáscara de arroz en cierta cantidad de proporciones y así determinar su influencia en la subrasante. Cabe resaltar que, la subrasante forma parte de los elementos de un camino; asimismo es donde se asienta la estructura del pavimento.

## **Problema general**

- ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz en porcentajes de 14%, 18% y 24% en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020?

## **Problemas específicos**

- ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz en el contenido de humedad de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020?
- ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz en el porcentaje de absorción de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020?
- ¿Cuánto influye la ceniza de cáscara de arroz en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020?

## **Justificación del estudio**

La razón principal que originó la presente investigación fue solucionar la inestabilidad de pavimentos o caminos que dan acceso a todos los campos de cultivo, así como también a zonas agrícolas en la provincia de Talara, Piura. La mejora de la transitabilidad de estas vías podrá facilitar la movilización de los pobladores que laboran a diario en las empresas agroindustriales, ya que a la fecha los trabajadores se trasladan en camiones a través de este inseguro sistema vial.

En su entorno de la ingeniería civil es importante tener en cuenta que toda obra se ejecute de manera eficiente y eficaz, por ello es importante definir la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en terrenos arcillosos del distrito de Lobitos; de esta manera obtener resultados favorables que indiquen la influencia luego de incorporar el material mencionado. Se busca economizar los costos en la construcción de pavimentos o vías de acceso mediante la incorporación de materiales con alto contenido de sílice.

En la siguiente investigación, se propone usar sedimentos (material cohesivo) producidos por empresas agroindustriales, ceniza de cáscara de arroz (CCA); el uso de estos residuos será un beneficio para el medio ambiente; ya que se dará

una utilización y valor agregado, esta propuesta que damos a conocer busca dar una solución ecológica al problema de estabilización en los caminos viales.

### **Hipótesis General**

- La incorporación de la ceniza de cáscara en porcentajes de 14%, 18% y 24% mejora las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.

### **Hipótesis Específicas**

- La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz disminuye el contenido de humedad en las propiedades físicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.
- La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz disminuye el porcentaje de absorción en las propiedades físicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.
- La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz aumenta la capacidad portante en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.

### **Objetivo General**

- Evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz sobre el contenido de humedad en las propiedades físicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.
- Evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz sobre el porcentaje de absorción en las propiedades físicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.
- Evaluar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz sobre la capacidad portante en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

**Vilchez (2019)** en su tesis para obtener el título profesional lleva como título: **“Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca, 2019”** de la **Universidad César Vallejo**, cuyo **objetivo** general fue: Comprobar la utilidad y eficiencia de la ceniza de cascara de arroz como material mejorador de suelos para el posterior uso de este como subrasante de la vía en mención. Es un **estudio** de tipo aplicada y diseño experimental, la **población** para el presente proyecto de investigación corresponde al terreno natural del sector que corresponde al trayecto entre la progresiva Km 6+00 hasta el Km 7+00 en la vía Evitamiento en Jaén, región Cajamarca., la **muestra** para este caso la muestra son las muestras de suelo extraídas de 1 calicata, hechas en el Km 6+300, el tipo de **muestreo** fue no probabilística, los **instrumentos** fueron ensayos de calidad de suelos, CBR, Proctor Modificado, Granulometría, en un laboratorio especializado. Los **resultados obtenidos** fueron positivos, puesto que el CBR, la humedad óptima y la densidad máxima también se mejoraron en todas las mezclas planteadas, lo que demuestra la efectividad de la ceniza de arroz como estabilizador de suelos. **Se concluyó**, que es de un tipo de terreno arcilloso calificado como CL en el sistema SUCS, a las cuales se les adiciono porcentajes de ceniza de arroz en 3%, 5% y 10%, todas las mezclas respondieron positivamente mejorando sus propiedades, lo que permite a ese suelo, ahora estabilizado gracias a la influencia de la ceniza de cascara de arroz, poder ser usado como subrasante y cumplir con lo indica en Manual de Carreteras del MTC.<sup>1</sup>

**Diaz (2018)** tesis para alcanzar el título profesional lleva como título: **“Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cascara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”** de la **Universidad César Vallejo**, lleva como **objetivo**: Indagar que la ceniza de cáscara de arroz llega a proporcionar o no en la mejoría de la subrasante de dicha ubicación. Visualizamos que fue un **estudio** de tipo experimental, se toma como **población**

---

1. VILCHEZ, Aldo. “Aplicación de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén – Cajamarca.” Tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2019.

a los diferentes ensayos que se elaboran durante la investigación de mecánica de suelos, dando como **muestra** el Ensayo CBR y de Proctor Modificado, el **muestreo** fue un tipo no probabilístico, los **instrumentos** que se usó fue equipos para efectuar los ensayos de Proctor modificado y CBR con un único motivo de hallar el porcentaje de absorción, capacidad portante del suelo, la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. Como **resultados** aciertan que la aplicación de la ceniza de cascará de arroz concede un incremento en el soporte de la subrasante del suelo, como también se visualiza la reducción relevante en las distorsiones transversales a causa del incremento de cargas que emanan del tráfico, por último reduce la absorción de agua, convirtiendo al suelo más durable. **Se concluye** que el valor CBR acrecenta para la conjugación propuesta, no obstante, la conjugación de terreno arcilloso y ceniza de cáscara de arroz nos otorga poder lograr números muy elevados de capacidad de sostén de resistencia, añadiendo al CBR un valor de 100% de la densidad seca máxima del Proctor modificado de 9.7% a 15.2%, afirmando una incrementación de 1.6 veces.<sup>2</sup>

**Terrones (2018)** en su investigación para alcanzar el título profesional civil titulada: ***“Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018”*** de la **Universidad Privada del Norte**, lleva como **objetivo**: Decretar el influjo de la incrementación de ceniza de bagazo de caña de azúcar en diferentes proporciones de 5%, 10% y 15% en peso del terreno seco en la estabilización de suelos arcillosos en el sector Barraza, Trujillo - 2018. Conlleva un **estudio** de tipo experimental, su **población** está formada por probetas realizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte (UPN), su **muestra** fue la ejecución de 36 probetas con 04 proporciones de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), su tipo de **muestreo** fue no probabilístico, como **instrumento** se efectuó una Guía de Observación para la recolección de datos, los **resultados** manifiestan que es factible usar la CBCA para estabilizar el suelo, donde accede adquirir rendimientos eficaces en las industrias vinculadas con la edificación de

---

2. DIAZ, Fernando. *“Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018”*. Tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2018.

infraestructura vial. Se **concluye** que el terreno estudiado muestra arcilla de baja plasticidad (CL) y limo de baja plasticidad (ML) según visto en la clasificación SUCS. Por lo siguiente, se concretó que el terreno presentado de toda la vía goza de una plasticidad moderada.<sup>3</sup>

**Toscano (2017)** en su investigación para alcanzar el título profesional titulada: ***Diseño de la vía provincial en el tramo la Pillareña – El Carmen del Cantón Pastaza en la provincia de Pastaza, con el mejoramiento de la subrasante con metodología del sector*** de la **Universidad** Técnica de Ambato, demuestra de **objetivo**: Proyectar la vía provincial del trayecto la Pillareña – El Carmen del Cantón Pastaza en la provincia de Pastaza, con la mejora de la subrasante con metodología de la parcela. Tiene como **estudio** de tipo experimental, la **población** está conformada por diferentes estudios y ensayos que se efectúan para el diseño de la vía provincial, la **muestra** fue el Estudio de Tráfico, diseño geométrico, estudio de suelos, Ensayo CBR y entre otros, los **instrumentos** utilizados fueron equipos para la elaboración de estudios y ensayos con el único fin de diseñar la vía provincial. Como **resultado** de la investigación de tráfico planificado a 25 años se alcanzó 235 vehículos, donde nos señala una carreta de Clase IV, que tiene una aceleración de 50 Km/h, que pertenece a un trayecto comunitario basando las normas del MTOP. **Se concluyó**: El estudio de terrenos adecuados mostró como producto un CBR de diseño de 5.2% (malo) ; por ello, se elaboró una mejora en la subrasante con material pétreo, donde fue una elección deseable, demostrando disminución en los espesores de estructura del suelo y costos de transporte.<sup>4</sup>

**Aparicio y Pérez (2018)** en su investigación para lograr obtener el título profesional lleva como título: ***Viabilidad de uso de una malla elaborada con tubería calibre 40 construida con material PET reciclado para el mejoramiento de una subrasante*** de la **Universidad** Industrial de Santander, llevando un **objetivo**: Evaluar el comportamiento en dos tramos viales de distinto

---

3. TERRONES, Andrea. “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo - 2018.” Tesis para alcanzar el título profesional, Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2018.

4. TOSCANO, Jose. *Diseño de la vía provincial en el tramo la Pillareña – El Carmen del Cantón Pastaza en la provincia de Pastaza, con el mejoramiento de subrasante con metodología del sector*. Proyecto Técnico previo a alcanzar el título profesional, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.

nivel de tráfico en donde se haya aplicado las mallas de tubería calibre 40 de PET reciclado. El **estudio** fue de tipo experimental, la **población** está conformada por los diversos ensayos que se desempeñaron, como **muestra** fue el ensayo a compresión, ensayo a tracción y ensayo a flexión, el **muestreo** lleva como tipo no probabilístico, los **instrumentos** usados fueron equipos para la ejecución de ensayos, se alcanzó como **resultado**, que la falla no originada por tracción, por consecuencia, se debe realizar un chequeo por deformación admisible en la subrasante utilizando las ecuaciones de Shell donde los factores disponen de la confiabilidad de diseño. **Se concluyó** que mediante los ensayos a compresión, tensión y flexión en la malla se obtienen valores promedio de 3.74 MPa, 3.39 MPa, 2.7 MPa en módulos de elasticidad, donde evidenciamos que el valor a compresión es formidablemente mejor a comparación de los otros.<sup>5</sup>

**Castillo (2017)** en su proyecto para alcanzar el grado de Master en la Ingeniería de Transporte y Viabilidad tiene como título: “**Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasantes en carreteras**” de la **Universidad** de Cuenca, lleva de **objetivo**: Consolidar los suelos arcillosos con el uso de la cal viva halladas en el Km 3+000 con porcentajes de CBR bajo al 5% y alcanzar más del 100% en límites líquidos, como también las subrasantes estabilizadas usarlas en carreteras de pavimentos flexible. Lleva un **estudio** de tipo experimental. Como **resultados** demuestra un descenso en los límites plástico, líquido y expansión; así como también se acrecenta el CBR. Una vez obtenido el producto se asemeja un 16% de cal; donde las muestras secadas al someterse a una energía de compactación a humedad cerca al 75% son insuficientes de aguantar energías. **se concluye** que el terreno expuesto a tratamiento de secado a grados de ambiente o al horno donde la humedad sea bajo del 60% evoluciona radicalmente su comportamiento mecánico.<sup>6</sup>

---

5. APARICIO, Diana y PEREZ, Silvia. “Viabilidad de uso de una malla elaborada con tubería calibre 40 construida con material PET reciclado para el mejoramiento de una subrasante.” En su investigación para lograr obtener el título profesional, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2018.

6. CASTILLO, Byron. “Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquido superiores al 100%, para utilizarlos como subrasante en carreteras.” En su proyecto para alcanzar el grado de Máster en la Ingeniería de Transporte y Viabilidad, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2017.

**Dos Santos (2018)** em sua pesquisa para escolher seu mestrado como profissional de Engenharia civil: “**Estudo da Incorporação de Cinzas de bagaço de cana-de-açúcar no material de base de Pavimentação**” da **Universidade Federal de Ouro Preto/ UFOP** e ao Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas – NUGEO. O único **objetivo** da avaliação em laboratório é a influência do uso da cinza de bagaço de cana (CBCA) no material de pavimentação de base, de acordo com a especificação da fase de serviço de base da regulamentação técnica do Departamento Nacional de Rodovias. Para a realização desta pesquisa, foram **utilizados**: CBCA (bagaço de cana), Bica Corrida e Argila. O CBCA foi descarregado após passar pela caldeira com um lavador de gases que usa CBCA como biomassa na Bem Brasil Alimentos; a **muestra** de arcilla tomada fue de la excavacion del tubulao de edificio 12, ubicado en el campus II de CEFET-MG, en la Avenida Amazonas, nº 7675, Nova Gameleira em Belo Horizonte – MG. A **metodología** utilizada foi a de desenvolver a experimentação em laboratório por meio de um estudo, os materiais utilizados foram Os **ensaios** realizados na argila foram: ensaio de granulometria, difração de raios X, espectrometria de fluorescência de raios X, compactação, microscopia eletrônica de varredura, CBR e expansão; como **resultado**, contribuía para melodia de sus características. O uso da argila como estabilização para pavimentação é baivel, com o único objetivo de melhorar o comportamento mecânico do solo, portanto, o percentual que o CBR deve atender deve ser o mais alto, atingindo 80% para a base e substituindo 12,3% e o uso de CBCA. Foi **concluído** o que, o maior percentual é uma substituição na mistura de argila 12,3% + 87,7 da corrida da bica e o uso na mistura de 15% da CBCA e 85% da argila aumenta ou CBR para aproximadamente 105%.<sup>7</sup>

**Lauderi (2017)** Em sua pesquisa para escolher o título profissional de Engenheiro Civil, intitulado: “**Estudo da estabilização de um solo da formação botucatu com adição de cal e Cinza Volante**” da **Universidade Federal Do Pampa**; esta pesquisa Seu objetivo é determinar, realizando os testes necessários em laboratório para estabilizar o terreno usando Botucatu juntamente com cal, e obter

---

7. DOS SANTOS, Osorio. *Estudo da Incorporação de Cinzas de bagaço de cana-de-açúcar no material de base de Pavimentação.* Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da UFOP, Escola de Minas/UFOP, Ouro Preto, 2018.

as cinzas volantes da cidade de Candiota, que foram coletados no depósito no trecho 03 km localizado no VRS 306, próximo ao bairro de Balneário Caverá, foi imediatamente retirado e guardado para testes futuros para poder reutilizá-los., posteriormente a **amostra** foi destorroada e armazenada para utilização nos ensaios futuros; é uma investigação **experimental**. Os **testes** realizados no projeto foram: Classificação Granulométrica, teste de compressão e compactação, determine a resistência à tração por compressão diametral. Considerando-se que é importante adicionar um mínimo de 8% para estabilizar o solo estudado, uma vez realizado o teste entre CV e cal, observou-se que o uso de 50% Cv e 50% de cal seria a melhor opção Plugue; Para **concluir**, é recomendável antes de adicionar cal à mistura para realizar um estudo químico dos compostos gerados a través de pruebas en laboratorio con un único objetivo de lograr un suelo estabilizado, la prueba mostro un mejor resultado con un 50% de cal y 50% de CV.<sup>8</sup>

**Dahsan (2017)** Em sua pesquisa para conseguir o título profissional de Engenheiro Civil, intitulado: ***“Melhoria do Comportamento Colapsável de um solo arenoso fino com uso de cinza de casca de arroz”*** Este estudo tem como objetivo examinar qual seria o impacto ao adicionar a Rice Husk Ash (CCA) no comportamento colapsável de um solo arenoso fino; a pesquisa feita é chamada de estudo **experimental**; **ensaios** realizados como: Caracterização Física, Granulometria, Caracterização Mineralógica (Difração de Raios x), Ensaio Edométrico. Os **resultados** obtidos são compatíveis com um solo de textura arenosa e baixa plasticidade. Em relação ao solo, ou acréscimo de CCA praticamente não altera a fração areia nos percentuais de 2% e 4%, com um ligeiro aumento de porcentagem de silte e leve redução de argila, alterando pouco a curvatura de tamanho de partícula. Foi **concluído** A cinza de casca de arroz não alterou de forma significativa os limites de liquidez e plasticidade, e conseqüentemente do índice de plasticidade. Este se mostrou capaz de reduzir o potencial de colapso nas condições estudadas. En esta presente investigación se quiere

---

8. LAUDERI, Junior. *“Estudo da estabilização de um solo da formação botucatu com adição de cal e Cinza Volante.”* Pesquisa para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal Do Pampa, Alegrete, 2017.

realizar un mejoramiento de suelo para obtener un buen comportamiento plegable de un terra arenoso fino usando ceniza de cascara de arroz.<sup>9</sup>

**Ojeda y Zamora (2018)**, en su artículo que lleva de título: ***Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*** revista **ALCONPAT**, que conlleva como **objetivo** examinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como suplente parcialmente del Cemento Portland Compuesto, para que las propiedades de un terreno granular arenoso se pueda restablecer, se realizó un estudio **experimental**; se elaboraron **ensayos** ya sea resistencia a la compresión simple, compactación AASHTO estándar y CBR, el **muestreo** tomado fue , identificación, ejecución de las muestras y ensayos de calidad se realizaron como lo implanta los métodos de análisis y evaluación de materiales elaborados en la forma de terraplenes. Como **resultados** demostró mejoría en las propiedades de compactación del terreno, como también resistencia al CBB y compresión, disminuyendo al 25% a la consumición del CPC. (ISSN 2007-6835).<sup>10</sup>

**Padilla y Serrano (2018)**, en su artículo titulado: ***“Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados”*** Revista Ingeniería Solidaria, tiene como **objetivo** recaudar las investigaciones mas sobresalientes donde las propiedades de la subrasante mediante el añadimiento de fibras sintéticas y naturales sean modificadas; su **metodología** fue una selección de bibliografía sobresalientes dandose a evaluar un cambio de las propiedades mecánicas del terreno, así como también, evaluar el cambio de la subrasante con polímeros y a todo ello poner los resultados en discusión se vieron estudios **experimentales** donde muestra que la combinación del cemento con el suelo repetidamente, como **resultados** se alcanzó a un 65 % de los estudios hallados pertenecen a proyectos donde la resistencia a compresión son modificadas; donde su 30 % de ellas son destinadas a proyectos

---

9 . DAHSAN, Jhaber. *Melhoria do comportamento colapsível de um solo arenoso fino com uso de cinza de casca de arroz*. Pesquisa para conseguir do Título de Bacharel em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2017.

10 . OJEDA, Omar, ZAMORA, Miguel. *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*. Revista ALCONPAT, vol. 8 N° 2, México, 2018.

encaminados a examinar los resultados que mostrará al usar fibras poliméricas (fuerza de tracción); por otro lado el 5 % determinará de la fatiga y resistencia a la tensión axial cual será sus propiedades. Se **concluye** que presenta un incremento satisfactorio guiado por el tipo de material que se combina con el terreno su resistencia de compresión, es decir se requiere 9% de cemento, y cuando usamos 10 % se adiciona fibras variando de 0,75 %. (ISSN 2357-6014).<sup>11</sup>

**Massenlli y Paiva (2018)** en su artículo titulado: "***Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia***", revista **Chilena de Ingeniería**, muestra como **objetivo** presentar soluciones mayores respecto al entorno económico donde pueda mejorar la infraestructura vial, así también, estudiar la influencia de la subrasante débil o con baja resistencia en el comportamiento de pavimentos flexibles y presentar mejoras, tiene como estudio **experimental**. emprende aspectos sobresalientes que obstaculizan el comportamiento estructural del pavimento y subrasante elaborando el dimensionamiento del pavimento flexible. **Los resultados** obtenidos del análisis manifiestan que los pavimentos, con baja capacidad de soporte y dimensionados con espesores mínimos, en todas las capas, se clasifican como pavimentos vulnerables. Como también, los pavimentos con módulos de subrasante ínfimo a 80 MPa, así como prevenir mínimo un refuerzo de 0,60 m de espesor. Se **concluye** que el módulo de elasticidad de la subrasante ( $E_{sl}$ ) es el parámetro de rigidez más sensitivo en el comportamiento de un pavimento flexible. (ISSN 0718-3305).<sup>12</sup>

## **TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **La ceniza de cáscara de arroz**

Una vez que el arroz se dispersa de la cutícula y su cáscara es cuando pierde los embriones (ñelen), es cuando pertenece al endospermo designándolo como arroz pilado, presenta un color cristalino (color blanco perlado). El arroz presentado

---

11. PADILLA, Edgar, SERRANO, Erika. *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*. Revista Ingeniería Solidaria, vol. 25, n.º 1, Universidad Cooperativa de Colombia, 2019.

12. MASSELLI, Gianina, PAIVA, Cassio. "*Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia*". Revista Chilena de ingeniería, vol. 27 N° 4, 2019.

muestra una diferencia de valores aproximadamente entre 68 y 71% del peso único del arroz en cáscara.<sup>13</sup>

[...] Al ser incinerado, alrededor del 20% de la cascara se convierte en ceniza con una estructura celular porosa, alta superficie específica (50 a 100 m<sup>2</sup>/g) y elevado contenido de sílice. La elaboración química de la ceniza de arroz depende de la temperatura y tiempo de ignición pero las variaciones de los elementos son poco significativas.<sup>14</sup> (Ver **Figura N°3: Ceniza de cáscara de arroz** – Fuente: <https://spanish.alibaba.com> <https://spanish.alibaba.com>).

### **La Subrasante**

La subrasante es el terreno natural o área concluida de la carretera a la altura de movimiento de tierras (relleno y corte), encima de ella se asienta la estructura del pavimento. Asimismo, es el elemento que está sometido a una demanda de cargas que transmite el pavimento, las cuales serán distribuidas a lo largo de su composición.<sup>15</sup> (Ver **Figura N°4: Imagen de la Subrasante** – Fuente: <https://www.frro.utn.edu.ar> <https://www.frro.utn.edu.ar>).

### **Suelos arcillosos**

Los suelos arcillosos en su mayoría de frecuencia no llegan a presentar adecuadas propiedades para ser usado como capas de base y sub base de pavimentos. No obstante, para el cultivo de arroz llegan a ser demasiado usuales. Si queremos obtener un material de buena calidad debemos apuntar remotamente fuera de las calles vecinales donde hay fabricación y salida de arroz, teniendo como consecuencia un problema al uso del transporte como un elevado costo. La indagación para estabilizar suelos arenosos o limosos locales adicionando ceniza de cáscara de arroz es una propuesta de gran importancia, ya que esta compuesta entre 90 y 96% por sílice, y de esta manera mejorando sus

---

13. Dirección de Agronegocios. *Perú, un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones*. Perú: Ministerio de Agricultura.2009.[www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe)

14. GIACCIO, Graciela Marta, TORRIJOS, María Celeste, y ZERBINO, Raúl. *Progresos en la caracterización de adiciones minerales y su influencia en materiales cementíceos*. La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas. 2017.ISBN:978-987-3838-09-5.p.23

15. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.2014.p.23

propiedades mecánicas y físicas para un mejor comportamiento del terreno, antes las cargas a las cuales está sometida la estructura del pavimento o camino. <sup>16</sup>

## **Propiedades físicas**

### **Granulometría**

#### **Análisis granulométrico**

Procedimiento en laboratorio que faculta la determinación de las fracciones donde los granos del suelo contribuyen, en relación a sus proporciones. A dichas proporciones se le denomina gradación del suelo, donde por tamaños es distinta al término geológico, por ende se mencionan a los procedimientos de destrucción (desgradación) y edificación del relieve, por tratamientos y fuerzas tales como sedimentación, vulcanismo, tectonismo, erosión, entre otros. <sup>17</sup>

#### **Métodos de análisis granulométrico**

La división para un suelo en distintas fracciones, dependiendo de las proporciones, deriva ser necesaria para notar su eficiencia y competencia, tomando como expectativa geotécnica. Este hecho abarca dos tipos de ensayos: sedimentación para la fracción fina del suelo (limos y arcillas) y por tamizado para las partículas grueso-granulares (gravas y arenas); finalmente, de acuerdo al comportamiento plástico, por tamizado no son discriminables. <sup>18</sup>

#### **Límites de consistencia**

Cuando a las arcillas se le cuantifica la plasticidad fomenta diversos métodos, donde solo uno de ellos, requerido por Atterberg, por lo siguiente se nombrará. Primordialmente Atterberg demostró que, no hay propiedad duradera de plasticidad en las arcillas, sino que su contenido de agua es dependiente y circunstancial [...]. Consecutivamente Atterberg evidencia que un suelo requiere de la plasticidad, para una mejor interpretación, se emplea ya no un solo parámetro sino dos, donde dieron crédito en su época; también, indicó un modo

---

16. BEHAK, Leonardo, y PERES NUÑEZ, Washington. *“Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación.”* Uruguay: Universidad de la República. 2008.p.34

17. DUQUE ESCOBAR, Gonzalo, y ESCOBAR POTES, Carlos Enrique. *Mecánica de suelos.* Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.2002. p.57

18. DUQUE ESCOBAR, Gonzalo, y ESCOBAR POTES, Carlos Enrique. *Mecánica de suelos.* Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.2002. p.57

tentativo para esos parámetros como llevar una evaluación consecutivamente para ser perfeccionado. Los cuales están compuestos por Límite Plástico y Límite Líquido, los cuales son propiedades físicas de la subrasante.<sup>19</sup>

### **Densidad del Suelo**

La densidad del suelo se presenta por medio de la definición de la densidad se puede alcanzar la porosidad del suelo por completo. Refiriéndose al peso por volumen del terreno. Se encuentra dos tipos de densidad, aparente y real. Donde la densidad aparente alta señala que se debe tener elevado las partículas granulares igual a la arena. Una densidad aparente baja no señala que es importante un ambiente que favorezca el crecimiento de las plantas. La densidad de las partículas del terreno o densidad real, toma en cuenta solo a la fracción de sólidos del terreno como el orgánica o mineral, sin tener en cuenta la fase gaseosa y líquida. Altera la incorporación de elementos conformando el suelo donde generalmente está alrededor de 2,65.

- **Densidad Real:**

$$Dr = Ms / Vs$$

- **Densidad Aparente:**

$$Da = Ms / Vt \text{ ( volúmen poros + volúmen sólidos)}$$

La textura y manejo de suelo varían: 1.0 g/cc – 2.00 g/cc.

Al visualizar el crecimiento de la densidad aparente del suelo, incrementa la compactación afectando los términos para retener la humedad, en los terrenos de textura fina la DA cambia entre 1 y 1.2 g.  $cm^{-3}$ , entre tanto los suelos arenosos se eleva y varía entre 1.2 y 1.6 g.  $cm^{-3}$ .<sup>20</sup>

### **Contenido de Humedad**

Respecto al contenido de humedad de un terreno es el vínculo donde se manifiesta en porcentajes, el peso de las partículas sólidas y el peso del agua representada en una masa obtenida del terreno. Esta modalidad eficaz constituye

---

19. JUAREZ BADILLO, Eulalio, y RICO RODRIGUEZ, Alfonso. *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México: Limusa.2005. ISBN: 968-180069-9.p.125

20 . FLORES DELGADILLO, Lourdes, y ALCALA MARTINEZ, Jorge Rene. *Manual de Procedimientos Analíticos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2010.p.36

el peso del agua descartada, exponiendo al suelo húmedo en un horno inspeccionado a 110 ° a 5°C hasta llegar a un peso constante del terreno. Una vez realizada el proceso del suelo se persiste un secado en horno en la cual usan el peso de las partículas sólidas. El desperdicio de influjo a causa del secado se considerada como un influjo del agua.<sup>21</sup>

### **Absorción**

Es la particularidad que se obtiene de una material donde un fluido pase por ello, siempre en cuanto no alterando su estructura interna. Este componente es permeable al pasar a través de ello, que es perceptible proción de fluido en un duración definida. [...] La absorción contribuirá a que el terreno no se deteriore tan facilmente a las fuertes lluvias, al juntarse el suelo con la ceniza de cascara de arroz, este al ser permeable, contruirá a que la subrasante se conserve en óptimas condiciones.<sup>22</sup>

### **Propiedades mecánicas**

#### **Módulo Resiliente**

Se entiende por módulo resiliente al parámetro utilizado, que tiene como finalidad simbolizar en el diseño de pavimentos flexibles las propiedades de los suelos de la subrasante. Y poder establecerlo, como aconseja la guía en realizar el ensayo AASHTO T274[82] en una muestra representada, donde será expuesta a una carga de una duración precisa bajo definidas condiciones de humedad y esfuerzo.

23

#### **Módulo de reacción de la subrasante**

Una vez realizada el ensayo de la prueba de placa sometida a una carga estática no reiterada es utilizado para alcanzar el módulo de reacción (K) de la capa de apoyo, o sea, la subrasante accede al diseño de estructuras de pavimentos para evaluar la resistencia. El módulo de reacción (K) enlaza la presión

---

21. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.2014.p.38

22. Crespo, Santiago. *Manual de Procedimientos Analíticos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2010.p.37

23. González, Álvaro. Módulo de Reacción de subrasante en cimentaciones superficiales. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá. 1993.p.1.párr.1

primordial, donde genera una deformación dada, obteniendo diferentes etapas de carga y descarga al someter el suelo.<sup>24</sup>

### **Ensayo CBR**

Este procedimiento dispone el método para implantar un índice de resistencia de los terrenos, nombrado como Razón de Soporto de California (CBR). Este ensayo se ejecuta generalmente a los terrenos compactados en laboratorio, con niveles de energía variables y la humedad óptima. La designación del CBR se proviene de "California Bearing Ratio". Este sistema se usa para determinar el alcance de soporte de suelos de subrasante, de igual forma de materiales manejados en la fabricación de terraplenes, subbases, capas de rodadura granulares y bases. Por lo contrario, únicamente este sistema se diseñó para determinar el soporte de suelos teniendo como tamaño máximo  $\frac{3}{4}$  "(19 mm), este ensayo se adapta completamente a los terrenos que comprendan una porción mínima reducida de materia pasando por el tamiz de 50 mm (2") y es detenido en el tamiz de 19mm (3/4)".<sup>25</sup>

Este ensayo tiene como objetivo implantar un enlace tanto en el comportamiento de los terrenos especialmente empleados como bases y sub bases bajo el pavimento de carreteras decretando la correlación entre la densidad seca y el valor de CBR que se obtiene en el campo.<sup>26</sup>

---

24. González, Álvaro. Módulo de Reacción de subrasante en cimentaciones superficiales. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá. 1993.p.1.párr.2

25. Chacon Aguilar, Lucy Mabel. Ensayos del CBR AASHTO T-193. Bolivia: Universidad Católica Boliviana "San Pablo". 2017.p.1.párr.1

26. Chacon Aguilar, Lucy Mabel. Ensayos del CBR AASHTO T-193. Bolivia: Universidad Católica Boliviana "San Pablo". 2017.p.1.párr.2

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

“La investigación presentada, se desarrolla de **tipo aplicada**, donde cumple con diagnosticar bases teóricas, desarrollada por la **recolección de datos** de diferentes tesis, donde servirá de ayuda y así poder indagar y experimentar los resultados de otras investigaciones ya realizadas, y así mejorar y llegar a nuevos resultados para la ayuda de los proyectos modernos.<sup>27</sup>

##### Diseño de investigación:

Diseño experimental: “ (...) Se le nombra **diseño cuasi experimental**, ya que tiene ciertas restricciones al ser aplicada al diseño experimental verdadera, como finalidad de evaluación de los fenómenos manipulados de manera intencional, conformado por más de una o más variables independientes para examinar los cambios que sufren en la variable dependiente.<sup>28</sup>

Por lo tanto, el proyecto se consideraba Cuasi experimental, dado que se realizó de forma del **análisis documental**; donde porque se manipularán intencionalmente las cantidades de la ceniza de cascara de arroz (14%,18% y 24%) adicionándolo en la subrasante, con el objetivo de evaluar su influencia en las propiedades físico-mecánicas de la misma, por tal motivo se sub-clasifica como cuasi-experimental, puesto a que el tipo de terreno para el presente estudio es conocido como suelo arcilloso, contando con 4 ensayos que corresponden a la muestra patrón cuales son Ensayo de granulometría, Proctor Modificado, CBR y Límites de Atterberg y a las muestras con la ceniza de cáscara de arroz en 14%, 18% y 24% del volumen de la muestra; dosificaciones elegidas tentativamente en base a distintos estudios previos de diversos autores (tesis 10%, 15%, 20%, 25%) realizados con estabilizadores en subrasantes.

---

27. CAUAS, Daniel. *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>

28 · BERNAL, Cesar. *Metodología de la investigación tercera edición*. Colombia: Pearson Educación. ISBN: 978-958-699-128-5.p.117

### **Tipo de investigación de acuerdo al nivel:**

El diseño explicativo, es un tipo de nivel de análisis sustantiva donde el indagador elabora interrogantes de las causalidades de los fenómenos en investigación, con el objetivo de determinar las relaciones de causalidad.<sup>29</sup>

### **Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:**

El estudio cuantitativo, sin embargo, es la que emplea prioritariamente conceptos cuantitativa, donde se puede entender por cuantificable, o sea medible. En algunos casos de estudios cuantitativas llegan a ser: proyectos experimentales, proyectos cuasiexperimentales, proyectos orientadas en la encuesta comunitaria, siendo así, las más empleadas para una encuesta general.<sup>30</sup>

### **3.2. Variable y Operacionalización**

Se manifiesta una correlación clara en medio de la hipótesis científica, el método conceptual, la definición operacional y determinación de variables [...] Es la definición de los métodos indispensables para la filiación de un estudio en términos mesurables.<sup>31</sup>

La operacionalización de variables es el proceso que vincula a las variables complejas y que busca establecer significados a los términos que están en forma abstracta a términos que se pueden medir y observar.

**Variable Dependiente:** Subrasante de suelos arcillosos

**Definición conceptual:** La subrasante es el terreno natural o área concluída de la carretera a la altura de movimiento de tierras (relleno y corte), encima de ella se asienta la estructura del pavimento. Asimismo, es el elemento que está sometido a una demanda de cargas que transmite el pavimento, las cuales serán distribuidas a lo largo de su composición.<sup>32</sup>

---

29. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma.p.80

30. CAUAS, Daniel. *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>

31. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma.p.125

32. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma.p.126.párr.5

Para considerar al material como adecuado para las capas que tiene la subrasante, el suelo debe tener un CBR > 6%, caso contrario si el suelo tuviese un CBR < 6%. Es decir, una subrasante inadecuada, y se procede a ser estabilizado.

**Definición operacional:** La estabilización de un suelo tiene propiedades físicas y mecánicas que resaltan en su mejoramiento. Lo primero que se realizara en el presente estudio es una excavación de 6 calicatas para la calificación del suelo, así mismo, se realizará ensayo de CBR y Proctor Modificado para ver el grado de trabajabilidad de las muestras, de tal modo que se realizará ensayo de resistencia y de máxima densidad seca con la adición de 14%,18% y 22% de ceniza de cáscara de arroz resultando un total de 7 muestras para su nivel de capacidad portante y 7 muestras para su contenido de humedad y máxima densidad seca.

Variable Dependiente      V1: Subrasante de suelos arcillosos

**Variable Independiente:** Ceniza de cáscara de arroz

**Definición conceptual:** Una vez el arroz dispersado de la cutícula y su cáscara es cuando pierde los embriones (ñelen), es cuando pertenece al endospermo designándolo como arroz pilado, presenta un color cristalino (color blanco perlado). El arroz presentado muestra una diferencia de valores aproximadamente entre 68 y 71% del peso único del arroz en cáscara.<sup>33</sup>

**Definición operacional:** La adición de la ceniza de cáscara de arroz en 14%, 18% y 22% (basados en los antecedentes), en relación al volumen del suelo, estas se emplearán a las 4 muestras, con el fin de reducir el contenido de humedad e incrementar nivel de resistencia, posteriormente se procederá a elaborar 2 calicatas de las cuales obtendremos la granulometría, el límite líquido y límite plástico para ver el tipo de suelo más crítico dependiendo de ello se realizarán un CBR y un Proctor Modificado para la muestra patrón, # Proctor Modificado y # CBR para cada dosificación de la ceniza de cáscara de arroz.

Variable Independiente      V2: Ceniza de cáscara de arroz

---

33. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma.p.126.párr.8

### **3.3. Población, Muestra y muestreo**

#### **Población**

Se comprende por población a un grupo constituido generalmente por los componentes que manifiesta una sucesión de particularidades frecuentes, como también se entiende por una agrupación ya sea de casos u elementos, sean estos entes, cosas o sucesos, que distribuyen definidas peculiaridades o una pauta; y así poder detectar en una zona de mayor importancia y ser evaluados, donde serán determinadas comprendidas en la conjetura del estudio. En el momento que se relaciona con seres humanos es idóneo designar población; pero cuando no se refiere a seres humanos, se le nombra universo de análisis.<sup>34</sup>

Población: El suelo de la subrasante de la Carretera Panamericana Norte 0+000 – 5+000 del Barrio Primavera, distrito de Lobitos – Talara - Piura.

#### **Muestra**

Se le conoce como una agrupación de sucesos o seres humanos sacados de una población por cualquier método de muestreo probabilístico o no probabilístico.<sup>35</sup>

Muestra: La subrasante de la Carretera Panamericana Norte 0+000 - 1+500 para la extracción de muestras en el Barrio Primavera, distrito de Lobitos – Talara – Piura.

Cabe resaltar que, el tipo de carretera del presente estudio es de 2da clase, con un IMDA entre los 2000-401 veh/día para una calzada de dos carriles, según el Cuadro 4.1 del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, indicando la realización de tres (03) calicatas por 1km a una profundidad no menor de 1.5 m del nivel de la sub rasante.

---

34. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.102

35. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.93. párr.6

**Figura N°5: Cuadro 4.1 Número de Calicatas para Exploración de Suelos**

**Cuadro 4.1  
Número de Calicatas 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	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	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	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	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.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: *Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos*

Cabe resaltar también que, según el tipo de carretera del presente estudio, y de acuerdo al Cuadro 4.2 Número de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, se indica realizar un (01) Ensayo CBR por cada 1.5 km como mínimo.

Ante ello, por tener 1.5 Km (1 CBR) y 1 Km (3 calicatas) se tomará 2 Km para efecto de las calicatas de la muestra, por ello, se realizarán Seis (06) calicatas para efectos de la muestra, de ese total, se tendrá que extraer una cantidad suficiente para poder realizar cuatro (04) Ensayos CBR, Próctor Modificado y Atterberg (Límite Líquido y Límite Plástico), para definir las propiedades físico – mecánicas, según (N, 5%, 10%, 15%).

**Figura N°6:** Cuadro 4.2 Número de Ensayos Mr y CBR

**Cuadro 4.2**  
**Número de Ensayos Mr y CBR**

Tipo de Carretera	N° Mr 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"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
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"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
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"> <li>• Cada 1 km se realizará un CBR</li> </ul>
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"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> </ul>
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"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: *Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos*

## Muestreo

Se le llama al grupo de intervenciones, ejecutándose para analizar la adjudicación de designadas peculiaridades totalmente de una población designada como modelo.<sup>36</sup>

El tipo de muestreo se refiere a la técnica de selección, en tal sentido el muestreo es no probabilístico, pues no depende de la probabilidad, sino de los principios de elección del tipo de carretera y de las características propias de la investigación (manual de carreteras) o del investigador, lo que deriva al desarrollo de la toma de decisiones del indagador.

36. SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.93. párr.10

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Retrospectivo:**

Estudio que compara a dos grupos de investigación: aquellos que fueron realizados con una causa (ceniza de cáscara de arroz = variable independiente) y un efecto (mejoramiento de subrasante = variable dependiente) y otro grupo, en muy similar condición, pero que no pueden ser realizados, pero si comparados (análisis documental) por tener un similar antecedente o igual condición experimental.

Método del análisis documental, el cual, dará la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis con antecedentes de mejoramiento de subrasante, los cuales se buscarán en los repositorios de las Universidades que cuentan con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional; así mismo, también se obtendrá la teoría del mejoramiento de subrasante en los Artículos Científicos, los cuales se encontrarán en las páginas web de las revistas de investigación on-line.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Retrospectivo:**

Se realizó en la búsqueda de las tesis referentes a nuestra investigación por nuestra técnica documental, en base a las similitudes condiciones (tipo de suelo, tipo de aditivos, tipo de ensayos, similar altitud y similar lugar) para posteriormente a ello, obtener sus datos mediante la Interpolación respetando los aportes; para luego, poder realizar nuestros propios análisis de resultados, los mismos que serán presentado en tablas y gráficos.

### **3.6. Método de Análisis de datos**

#### **Retrospectivo:**

En la selección de datos se ejecutará mediante la comparación a dos grupos de investigación: un primer grupo que fueron realizados con una causa y efecto, contra otro grupo, en muy similar condición, pero que no podrán ser realizados, pero si comparados (análisis documental); permitiendo tomar apuntes de sus resultados del primero en forma de datos interpolados, y asemejarlos a una

posible solución, pues tienen un similar antecedente e igual condición experimental.

### **3.7. Aspectos éticos**

Siendo alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, el presente proyecto de investigación se desarrolló con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado tesis de otros autores, respetando sus aportes, todos los manuales e instrumentos que se usaron en el proyecto de investigación presentada y con las respectivas resoluciones, los cuales al final serán comparados por la herramienta web Turnitin.

## **IV. RESULTADOS**

### **Tema Proyectado**

La presente investigación consistió en evaluar las propiedades físico - mecánicas de la subrasante de suelos arcillosos utilizando **ceniza de cáscara de arroz** en el distrito de Lobitos, provincia de Talara, departamento de Piura.

### **Trabajo de Obtención de datos**

Durante el proceso de realizar esta investigación, en el mes de marzo de 2020 en el territorio Nacional, mediante el Decreto Supremo N°008-2020-SA, Decreto Supremo N°044-2020-PCM y Decreto de Urgencia N°026-2020-PCM se decretó Estado de Emergencia Sanitaria; así como también Estado de Emergencia y aislamiento domiciliario; siendo estas medidas para precaver la propagación del virus COVID 19 detener la Pandemia que este había causado; asimismo, estaba proyectado hasta diciembre 2020. En consecuencia, se suspendió toda actividad laboral, salvo los servicios esenciales para la población. Además, se encontraba prohibido el transporte público, buses locales e interprovinciales, los laboratorios de suelos y concreto, se mantuvieron cerrados durante la Pandemia, Por tal motivo, se optó por realizar el recojo de información de los datos de fuentes secundarias para elaborar el Desarrollo del Proyecto de Investigación, el mismo que se realizará mediante el método de **Análisis Documental**.

Cabe resaltar que, este método se fundamenta en la obtención de datos, a través del acceso a la información de los Ensayos realizados de las tesis que se encuentran en Repositorios de las Universidades que contaban con la Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional; asimismo se obtendrá la teoría de los Artículos Científicos los cuales se encontraban en las páginas web de las revistas de investigación on-line.

### **Trabajo De Laboratorio**

Del suelo, se realizaron 2 calicatas y las muestras fueron transferidas al laboratorio, para elaborar los ensayos de Análisis granulométrico, Límites de Atterberg, CBR y Proctor Modificado, para establecer la clasificación de suelos, y sus propiedades en estudio, siendo su resultado el siguiente:

**Resultados comparativos de los ensayos en laboratorio encontrados en las respectivas tesis:**

**Tesis:** “Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018” Díaz Vásquez, Fernando. El presente estudio se realizó con un material arcilloso.

**CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (14%, 18% Y 24%)**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**Ensayo de Análisis Granulométrico**

**Figura 7:** Tabla 9: Resultado de Análisis Granulométrico de calicatas 01 y 02

Muestras	Análisis Granulométrico					
	Gravas (%)	Arenas (%)	Limos y arcillas (%)	Humedad (%)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
CALICATA 01	0.95	27.90	71.15	23.70	CH	A-7-6(17)
CALICATA 02	0.00	29.86	70.14	17.86	MH	A-7-6 (16)

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando.2018

**Interpretación**

Resultando por un lado en la calicata 01 en la clasificación SUCS un suelo CH representando una arcilla de alta plasticidad, además en la calicata 02 un suelo MH representando un limo de alta plasticidad; y por otro en la clasificación AASHTO en la calicata 01 un suelo A-7-6 (17), además en la calicata 02 un suelo A-7-6 (16), siendo la más desfavorable la primera clasificación mencionada (CH) y (A-7-6(17))

Del estabilizador de suelo: La ceniza de cáscara de arroz es obtenida a través de la incineración en hornos ciclónicos industriales o en campos abiertos, obteniendo un eminente contenido de sílice superior al 90%.

Las tablas y figuras bases de los Ensayos de Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg (límites líquidos, límites plásticos, Índice de plasticidad), CBR y Proctor Modificado que se apreciarán a continuación, fueron obtenidas por medio de análisis documental a los ensayos practicados y presentes en la siguiente tesis.

**Interpolación lineal**

La interpolación es un proceso de estimación de valores entre los puntos conocidos. MATLAB tiene funciones de interpolación basadas en polinomios y transformaciones de Fourier. Es el subconjunto matemático del análisis numérico.

Se llama interpolación a la obtención de nuevos puntos basados en el conocimiento de un conjunto de puntos. También, es una técnica muy útil para aproximar funciones, para estimar valores intermedios de las mismas en una serie de datos.

## CONTENIDO DE HUMEDAD

### Ensayo Próctor Modificado

**Figura 8:** *Tabla 13: Ensayo de compactación*

Muestras	Proctor Modificado	
	Óptimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca g/cm <sup>3</sup> (MDS)
S100	11.2	1.85
S90 – CA10	9.4	1.85
S85 – CA15	8.6	1.86
S80 – CA20	8.1	1.88
S75 – CA25	7.8	1.86

*Fuente: Díaz Vásquez, Fernando.2018*

En base a la tesis como referencia, se procedió a calcular la Máxima Densidad Seca y el Contenido de Humedad con el método de interpolación lineal por cada porcentaje de ceniza de cascara de arroz como se puede apreciar en el gráfico.

**Tabla 1:** *Resultados de Ensayo Proctor Modificado (Máxima Densidad Seca gr/cm<sup>3</sup> y Óptimo Contenido de Humedad %)*

Muestras	Proctor Modificado	
	Óptimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) MDS
S 100	11.20	1.85
S90 - CCA10	9.40	1.85
<b>S86 - CCA14</b>	<b>8.76</b>	<b>1.858</b>
S85 - CCA15	8.60	1.86
<b>S82 - CCA18</b>	<b>8.30</b>	<b>1.872</b>
S80 - CCA20	8.10	1.88
<b>S76 - CCA24</b>	<b>7.86</b>	<b>1.864</b>
S75 - CCA25	7.80	1.86

*Fuente: Elaboración propia*

1. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

Para 14%	
10	1.85
<b>14</b>	<b>Y1</b>
15	1.86

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_1 = 1.85 + \frac{14 - 10}{15 - 10} * (1.86 - 1.85)$$

$$Y_1 = 1.858$$

2. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

Para 18%	
15	1.86
<b>18</b>	<b>Y2</b>
20	1.88

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_2 = 1.86 + \frac{18 - 15}{20 - 15} * (1.88 - 1.86)$$

$$Y_2 = 1.872$$

3. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

Para 24%	
20	1.88
<b>24</b>	<b>Y3</b>
25	1.86

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_3 = 1.88 + \frac{24 - 20}{25 - 20} * (1.86 - 1.88)$$

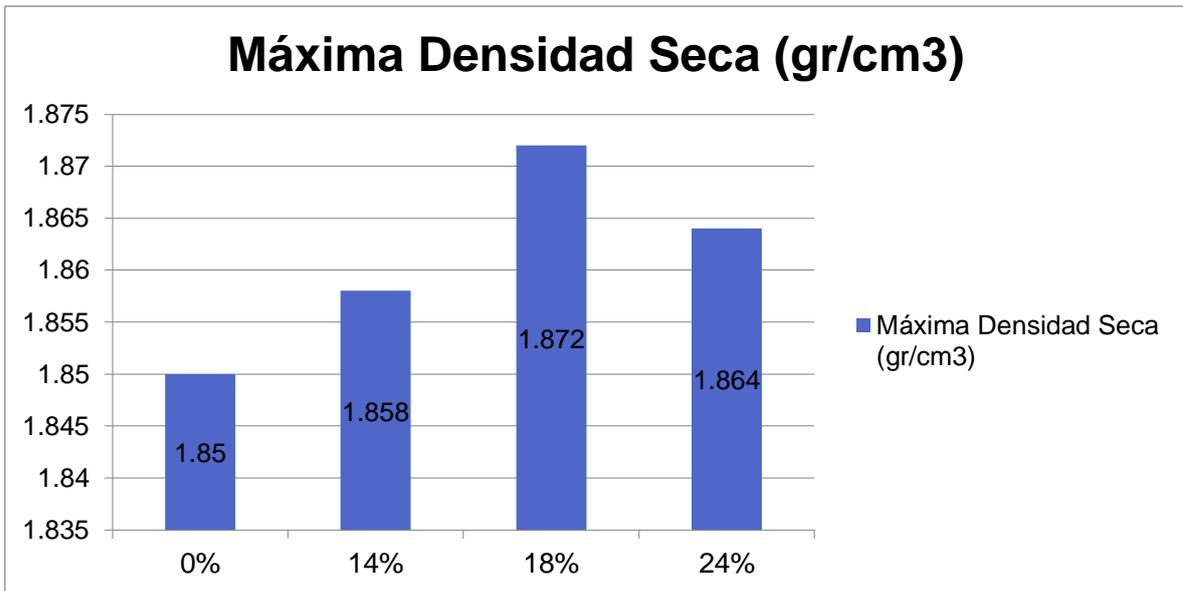
$$Y_3 = 1.864$$

**Tabla 2:** *Máxima Densidad Seca por % de CCA*

Porcentaje de CCA (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
0%	1.85
14 %	1.858
18 %	1.872
24 %	1.864

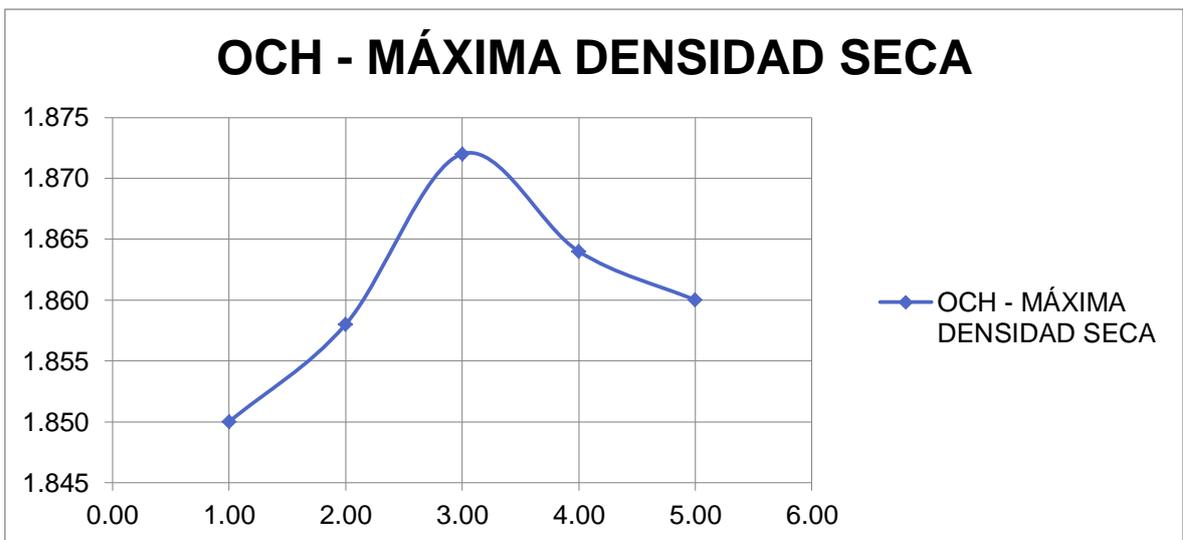
Fuente: *Elaboración propia*

**Gráfico 1:** *Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)*



Fuente: *Elaboración propia*

**Gráfico 2:** *OCH vs MDS*



Fuente: *Elaboración propia*

**Tabla 3: Humedad Optima por % de CCA**

Porcentaje de CCA (%)	Humedad Optima (%)
0%	11.20
<b>14%</b>	<b>8.76</b>
<b>18%</b>	<b>8.30</b>
<b>24%</b>	<b>7.86</b>

*Fuente: elaboración propia*

4. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

Para 14%	
10	9.40
<b>14</b>	<b>Y1</b>
15	8.60

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_1 = 9.40 + \frac{14 - 10}{15 - 10} * (8.60 - 9.40)$$

$$Y_1 = 8.76$$

5. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

Para 18%	
15	8.60
<b>18</b>	<b>Y2</b>
20	8.10

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_2 = 8.60 + \frac{18 - 15}{20 - 15} * (8.10 - 8.60)$$

$$Y_2 = 8.30$$

6. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

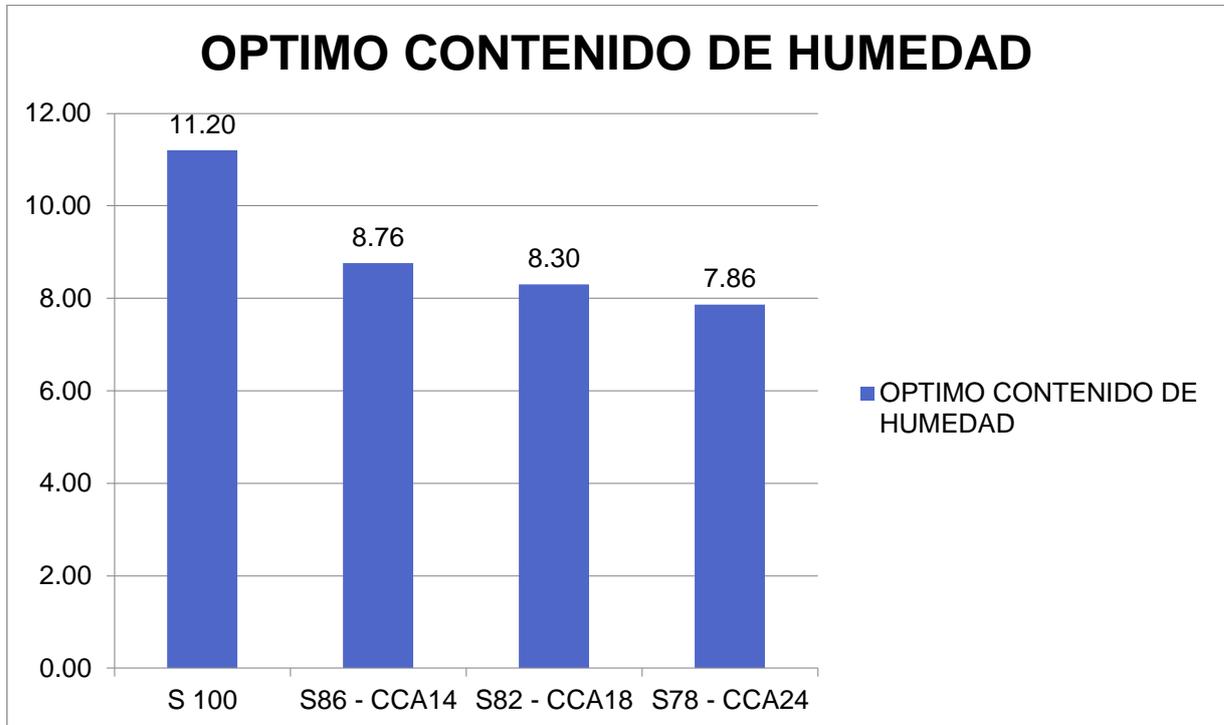
Para 24%	
20	8.10
<b>24</b>	<b>Y3</b>
25	7.80

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_3 = 8.10 + \frac{24 - 20}{25 - 20} * (7.80 - 8.10)$$

$$Y_3 = 7.86$$

**Gráfico 3:** *Óptimo Contenido de Humedad*



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación.** Se observan en los gráficos, los resultados de densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad, donde el aditivo ceniza de cascara de arroz cumple las siguientes funciones: se obtiene un valor **de índice plasticidad de 26.30%**, y mediante el ensayo Próctor Modificado se aprecia una Máxima Densidad Seca de **1.85 gr/cm<sup>3</sup>** del terreno natural, adicionando 14% del aditivo la MDS aumentó a 1.854 gr/cm<sup>3</sup>, al adicionar 18% del aditivo la MDS aumentó a 1.872 gr/cm<sup>3</sup>, y al añadir 24% del aditivo la MDS disminuyó en 1.864 gr/cm<sup>3</sup>; concluyendo que al incrementar 18% de ceniza de cascara de arroz se alcanza valores aceptables. Al realizar el ensayo del óptimo contenido de humedad se alcanza un valor de 11.20% **del terreno natural**, y al adicionar un 14% el aditivo el OCH disminuyó a 8.76%, al adicionar 18% del aditivo el OCH disminuyó a 8.30%, y al añadir 24% del aditivo el OCH disminuyó a 7.86%; es importante

mencionar que en la inclusion de porcentajes no se presentan variaciones en los resultados. Cabe resaltar que, estos porcentajes del aditivo fueron aplicados a un suelo arcilloso, para mejorar sus propiedades.

## CAPACIDAD PORTANTE

### Ensayo CBR

**Figura 9:** *Tabla 14: Resultados de CBR para calicatas 01 y 02*

Muestras	CBR al 95 %	CBR al 100 %
CALICATA 01	8.0 %	9.7 %
CALICATA 02	8.2 %	9.8 %

*Fuente: Díaz Vásquez, Fernando.2018*

**Tabla 4:** *Resultados del Ensayo CBR*

Muestras	ENSAYO CBR	
	CBR AL 95%	CBR AL 100%
S 100	8.00	9.70
S90 - CCA10	9.00	10.80
<b>S86 - CCA14</b>	<b>11.00</b>	<b>12.72</b>
S85 - CCA15	11.50	13.20
<b>S82 - CCA18</b>	<b>12.88</b>	<b>14.40</b>
S80 - CCA20	13.80	15.20
<b>S76 - CCA24</b>	<b>11.80</b>	<b>15.04</b>
S75 - CCA25	11.30	14.80

*Fuente: Elaboración propia*

### 7. Calculo de Y1 con la interpolación lineal

Para 14%	
10	9.00
<b>14</b>	<b>Y1</b>
15	11.50

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_1 = 9.00 + \frac{14 - 10}{15 - 10} * (11.50 - 9.00)$$

$$Y_1 = 11.00$$

8. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

Para 18%	
15	11.50
<b>18</b>	<b>Y2</b>
20	13.80

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X1 - X_o} * (Y1 - Y_o)$$

$$Y_x = 11.50 + \frac{18 - 15}{20 - 15} + (13.80 - 11.50)$$

$$Y_x = 12.88$$

9. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

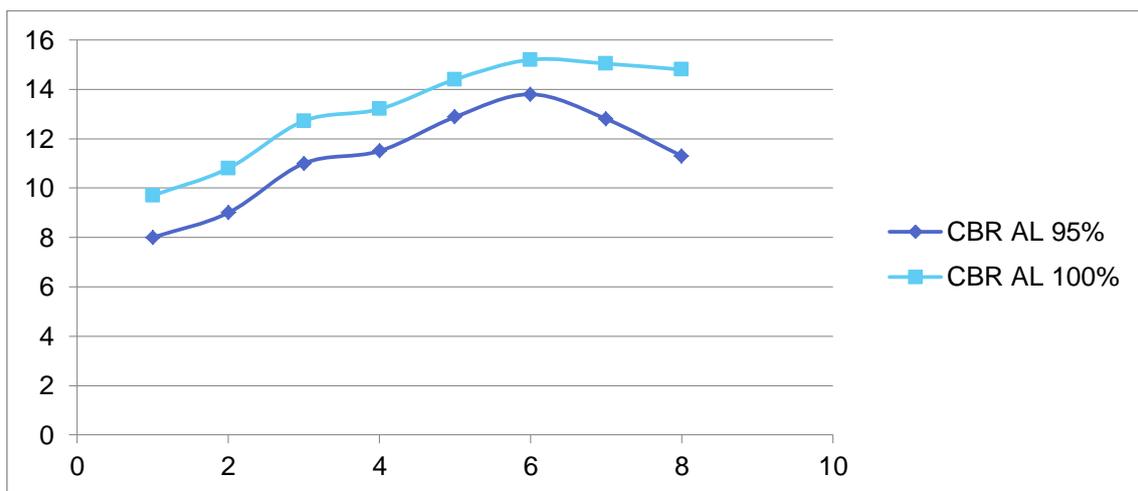
Para 24%	
20	13.80
<b>24</b>	<b>Y3</b>
25	11.30

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X1 - X_o} + (Y1 - Y_o)$$

$$Y_x = 13.80 + \frac{24 - 20}{25 - 20} + (11.30 - 13.80)$$

$$Y_x = 11.80$$

**Grafico 4:** CBR al 95% y CBR al 100%



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar en el gráfico, los resultados de los valores de CBR analizando las dosificaciones de ceniza de cascara de arroz donde el porcentaje máximo de CBR se logra al incrementar 18% de aditivo al suelo de la subrasante.

## ABSORCIÓN

### Ensayo

**Figura 10:** Tabla 16: Resultados de Valores de % de Absorción para las diferentes combinaciones

Muestras	Molde 1 (%)	Molde 2 (%)	Molde 3 (%)
S100	2.20	2.80	3.00
S90 – CA10	1.87	2.10	2.14
S85 – CA15	1.20	1.35	1.56
S80 – CA20	1.08	1.16	1.37
S75 – CA25	0.98	1.02	1.23

Fuente: Díaz Vásquez, Fernando.2018

**Tabla 5:** Resultados de Valores de % de Absorción para las diferentes combinaciones

Muestras	Molde 1 (%)	Molde 2 (%)	Molde 3 (%)
S 100	2.20	2.80	3.00
S90 - CCA10	1.87	2.10	2.14
<b>S86 - CCA14</b>	<b>1.334</b>	<b>1.500</b>	<b>1.676</b>
S85 - CCA15	1.20	1.35	1.56
<b>S82 - CCA18</b>	<b>1.128</b>	<b>1.236</b>	<b>1.446</b>
S80 - CCA20	1.08	1.16	1.37
<b>S76 - CCA24</b>	<b>1.000</b>	<b>1.048</b>	<b>1.258</b>
S75 - CCA25	0.98	1.02	1.23

Fuente: Elaboración propia

### Molde 1 (%)

10. Calculo de Y1 con la interpolación lineal

Para 14%	
10	1.87
<b>14</b>	<b>Y1</b>
15	1.20

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_1 = 1.87 + \frac{14 - 10}{15 - 10} * (1.20 - 1.87)$$

$$Y_1 = 1.33$$

11. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

Para 18%	
15	1.20
<b>18</b>	<b>Y2</b>
20	1.08

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_2 = 1.20 + \frac{18 - 15}{20 - 15} * (1.08 - 1.20)$$

$$Y_2 = 1.13$$

12. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

Para 24%	
20	1.08
<b>24</b>	<b>Y3</b>
25	0.98

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_3 = 1.08 + \frac{24 - 20}{25 - 20} * (0.98 - 1.08)$$

$$Y_3 = 1.00$$

**Molde 2 (%)**

13. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

Para 14%	
10	2.10
<b>14</b>	<b>Y1</b>
15	1.35

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_1 = 2.10 + \frac{14 - 10}{15 - 10} * (1.35 - 2.10)$$

$$Y1 = 1.50$$

14. Calculo de **Y2** con la interpolación lineal

Para 18%	
15	1.35
<b>18</b>	<b>Y2</b>
20	1.16

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X1 - X_o} * (Y1 - Y_o)$$

$$Y2 = 1.35 + \frac{18 - 15}{20 - 15} * (1.16 - 1.35)$$

$$Y2 = 1.24$$

15. Calculo de **Y3** con la interpolación lineal

Para 24%	
20	1.16
<b>24</b>	<b>Y3</b>
25	1.02

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X1 - X_o} * (Y1 - Y_o)$$

$$Y3 = 1.16 + \frac{24 - 20}{25 - 20} * (1.02 - 1.16)$$

$$Y3 = 1.05$$

**Molde 3 (%)**

16. Calculo de **Y1** con la interpolación lineal

Para 14%	
10	2.14
<b>14</b>	<b>Y1</b>
15	1.56

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X1 - X_o} * (Y1 - Y_o)$$

$$Y1 = 2.14 + \frac{14 - 10}{15 - 10} * (1.56 - 2.14)$$

$$Y1 = 1.68$$

17. Cálculo de **Y2** con la interpolación lineal

Para 18%	
15	1.56
<b>18</b>	<b>Y2</b>
20	1.37

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_2 = 1.56 + \frac{18 - 15}{20 - 15} * (1.37 - 1.56)$$

$$Y_2 = 1.45$$

18. Cálculo de **Y3** con la interpolación lineal

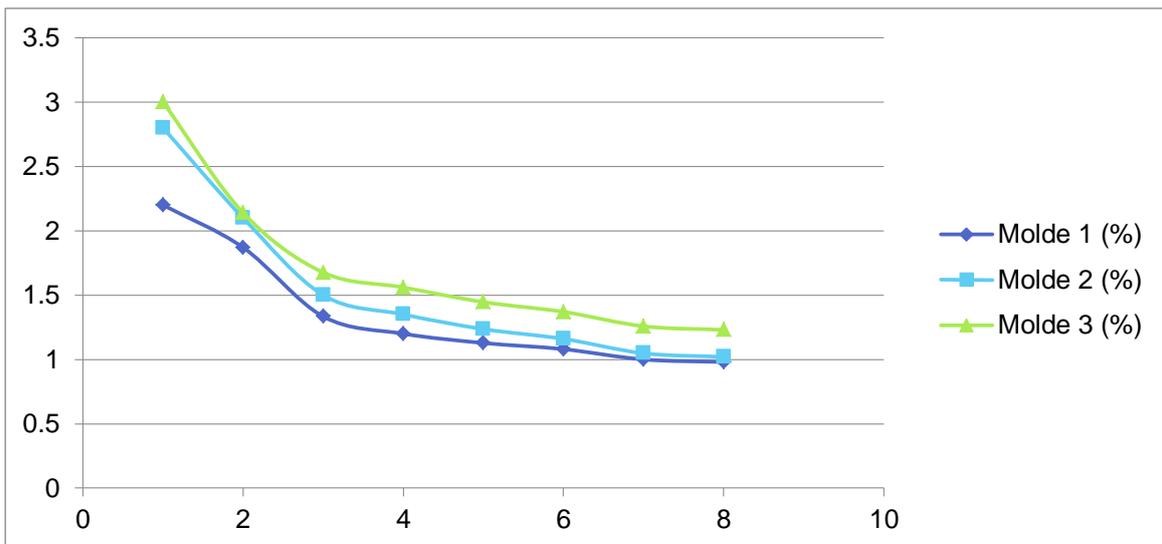
Para 24%	
20	1.37
<b>24</b>	<b>Y3</b>
25	1.23

$$Y_x = Y_o + \frac{X - X_o}{X_1 - X_o} * (Y_1 - Y_o)$$

$$Y_3 = 1.37 + \frac{24 - 20}{25 - 20} * (1.23 - 1.37)$$

$$Y_3 = 1.26$$

**Grafico 5:** Variación del % de Absorción



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se logra observar en el gráfico, los resultados obtenidos de los valores del porcentaje de Absorción analizando las dosificaciones de ceniza de cascara de arroz donde el porcentaje máximo de Absorción se logra al añadir 18% de aditivo al suelo de la subrasante.

## V. DISCUSIONES

### 5.1 Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en el contenido de humedad de la subrasante en suelos arcillosos.

**Resultados:** Al incorporar ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un suelo arcilloso, se reflejan valores donde disminuyó el contenido de humedad, en relación a la muestra patrón.

**Antecedente:** Vilchez (2019) en su investigación incorporó porcentajes de ceniza de cáscara de arroz directamente al suelo luego de la excavación manual de calicatas, de esta manera se obtuvieron variaciones en la cohesión del suelo e incremento del contenido de humedad con las cenizas de cáscara de arroz, se obtuvieron resultados diferentes al aumentar el contenido de humedad en relación a los obtenidos en la presente investigación.

**Hipótesis:** La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz disminuye el contenido de humedad en los límites de Atterberg del terreno fundación de la Carretera Panamericana Norte en el distrito de Lobitos, Talara, Piura 2020. Por medio del Ensayo Proctor Modificado se afirma la influencia que tuvo la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz en el terreno natural, ya que disminuyó el contenido de humedad.

**Pregunta:** ¿Qué tanto influye la ceniza de cáscara de arroz en el contenido de humedad de la subrasante en la Carretera Panamericana Norte en el distrito de Lobitos, Talara, Piura 2020? Al iniciar el proyecto (En base a los resultados del Tesista), el terreno natural fue clasificado como un suelo arcilloso con un contenido de humedad 11.2% y en la medida que se incorporó la ceniza de cáscara de arroz en **14%**, **18%**, y **24%** el que mejor resultó en la disminución del contenido de humedad fue el de **18%** pues lo disminuyó hasta un 8.1%, siendo este un valor óptimo y favorable.

**Consideraciones:** No coincide nuestra hipótesis con los valores obtenidos por el tesista que se tomó como referencia, puesto que; para este aumenta el contenido de humedad. Sin embargo, en los valores obtenidos por nosotros a través del método de interpolación lineal, disminuye el contenido de humedad, siendo este resultado aceptable para la aprobación de la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un suelo arcilloso.

## **5.2 Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en la capacidad portante de la subrasante en suelos arcillosos.**

**Resultados:** Al incorporar ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un suelo arcilloso, se reflejan valores donde aumentó su capacidad portante (valor de CBR), en relación a la muestra patrón.

**Antecedente:** Vilchez (2019) en su investigación incorporó porcentajes de ceniza de cáscara de arroz directamente al suelo luego de la excavación manual de calicatas, de esta manera se obtuvieron variaciones en la cohesión del suelo e incremento de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo con las cenizas de cáscara de arroz, se obtuvieron resultados similares al aumentar la capacidad portante del suelo, en relación a los obtenidos en la presente investigación.

**Hipótesis:** La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz aumentó la capacidad portante en la subrasante del terreno fundación de la Carretera Panamericana Norte en el distrito de Lobitos, Talara, Piura 2020. Por medio del Ensayo CBR se afirma la influencia que tuvo la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un terreno arcilloso, donde aumentó la capacidad portante del terreno natural.

**Pregunta:** ¿Qué tanto influye la ceniza de cáscara de arroz en la capacidad portante de la subrasante en la Carretera Panamericana Norte en el distrito de Lobitos, Talara, Piura 2020? Al iniciar el proyecto (En base a los resultados del Tesista), el terreno natural fue clasificado como arcilloso con un valor de CBR de 8.0% al 95% de la MDS y un valor de 9.7% al 100% de la MDS y en la medida que se incorporó la ceniza de cáscara de arroz en **14%**, **18%**, y **24%** el que mejor resultó en el incremento de la capacidad portante fue el de **18%** pues lo aumentó hasta un 13.8%, siendo este un valor óptimo y favorable.

**Consideraciones:** Coincide nuestra hipótesis con los valores obtenidos por el tesista que se tomó como referencia, puesto que; para este aumenta el esfuerzo cortante del suelo. Asimismo, los valores obtenidos por nosotros a través del método de interpolación lineal, aumenta la capacidad portante del terreno natural, siendo este resultado aceptable para la aprobación de la agregación de la ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un suelo arcilloso.

### **5.3 Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en el porcentaje de absorción de la subrasante en suelos arcillosos.**

**Resultados:** Al incorporar ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un terreno arcilloso, se reflejan valores donde disminuyó el porcentaje de absorción, en relación a la muestra patrón.

**Antecedente:** Vilchez (2019) en su investigación incorporó porcentajes de ceniza de cáscara de arroz directamente al suelo luego de la excavación manual de calicatas, de esta manera se obtuvieron variaciones en la cohesión del suelo y disminución del porcentaje de absorción con las cenizas de cáscara de arroz, se obtuvieron resultados similares al disminuir el porcentaje de absorción en relación a los obtenidos en el actual proyecto.

**Hipótesis:** La incorporación de la ceniza de cáscara de arroz disminuye el porcentaje de absorción en el contenido de humedad del terreno fundación de la Carretera Panamericana Norte en el distrito de Lobitos, Talara, Piura 2020. Por medio del Ensayo Proctor Modificado se afirma la influencia que tuvo la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz en el terreno natural, ya que disminuyó el porcentaje de absorción.

**Pregunta:** ¿Qué tanto influye la ceniza de cáscara de arroz en el porcentaje de absorción de la subrasante en la Carretera Panamericana Norte en el distrito de Lobitos, Talara, Piura 2020? Al iniciar el proyecto (En base a los resultados del Tesista), el terreno natural fue clasificado como un suelo arcilloso con un porcentaje de absorción de 2.2% y en la medida donde incorporó la ceniza de cáscara de arroz en **14%**, **18%**, y **24%** el que mejor resultó en la disminución del porcentaje de absorción fue el de **18%** pues lo disminuyó hasta un 1.02%, siendo este un valor óptimo y favorable.

**Consideraciones:** Coincide nuestra hipótesis con los valores obtenidos por el tesista que se tomó como referencia, puesto que; para este disminuye el porcentaje de absorción. Asimismo, en los valores obtenidos por nosotros a través del método de interpolación lineal, disminuye el porcentaje de absorción, siendo este resultado aceptable para la aprobación de la incorporación de la ceniza de cáscara de arroz en la subrasante de un terreno arcilloso.

## **VI. CONCLUSIONES**

Visualizando los resultados alcanzados se requiere mejorar una subrasante con ceniza de cáscara de arroz.

Evaluar a qué medida la incorporación de cenizas de cáscara de arroz influye en sus prioridades físico mecánicas en la subrasante.

Se resolvió que, la agregación de ceniza de cáscara de arroz mejora las características de la subrasante realizadas en la unidad vecinal Lobitos en la ciudad de Talara – Piura, observando así mejoras positivas en sus propiedades mecánicas: Al disminuir el contenido de humedad, porcentaje de absorción y aumentar en la capacidad portante; estando dentro del rango establecido por el MDS.

### **1.- Contenido de Humedad**

Ceniza de cáscara de arroz: Patrón 0%= 11.20, 14%=8.76, 18%=8.30, 24%=7.86.

Evaluar la influencia de la adición del 14%,18%,24% de cenizas de cascara de arroz, en el mejoramiento al contenido de humedad de la subrasante. Se estableció la dependencia del porcentaje de la ceniza de cascara de arroz en los ensayos mecánicos, ya que influye al disminuir en el contenido de humedad en 7.86% al emplearse un 24%; se puede concluir que agregando ceniza de cáscara de arroz en los porcentajes propuestos mejora el contenido de humedad, lo cual queda comprobado.

### **2.- Capacidad Portante**

Ceniza de cascara de arroz: Patrón 0%= 9.70, 14%=12.72, 18%=14.40, 24%=15.04.

Evaluar la influencia de la adición del 14%, 18% y 24% de ceniza de cascara de arroz, en el mejoramiento a la Capacidad portante de la subrasante. Se estableció la dependencia del porcentaje de ceniza de cascara de arroz en los ensayos mecánicos, ya que influyeron en el aumento en la Capacidad portante en 15.04 al emplearse un 24% de ceniza de cascara de arroz, se puede concluir que agregando ceniza de cascara de arroz en los porcentajes propuestos mejora la capacidad portante, lo cual queda comprobado.

### **3.- Absorción de agua**

Ceniza de cascara de arroz: Patrón: 0%= 3.00, 14%= 1.676, 18%= 1.446, 24%= 1.258.

Evaluar la influencia de la adición del 14%, 18% y 24% de cenizas de cascara de arroz, en la disminución del porcentaje a la absorción de la subrasante. Se estableció la dependencia del porcentaje de ceniza de cascara de arroz en los ensayos mecánicos, ya que influyeron en la disminución del porcentaje de Absorción al emplearse ceniza de cascara de arroz, lo cual queda comprobado.

## VII. RECOMENDACIONES

Ceniza de cáscara de arroz: Patrón 0%= 11.20, 14%=8.76, 18%=8.30, 24%=7.86

En la presente investigación al elegirse porcentajes de ceniza de cascara de arroz que iban de 14% hasta un 24%, ya que en estos porcentajes disminuyeron el contenido de humedad; el terreno natural fue clasificado como un terreno arcilloso con un contenido de humedad 11.2% y en la medida que se incorporó la ceniza de cáscara de arroz en los porcentajes presentado por lo que se recomienda emplear la ceniza solo hasta **18%** pues lo disminuyó hasta un 8.1%, siendo este un valor óptimo y favorable.

Ceniza de cascara de arroz: Patrón 0%= 9.70, 14%=12.72, 18%=14.40, 24%=15.04.

En la presente investigación al elegir porcentajes de ceniza de cascara de arroz que iba de 14% hasta un 24%, ya que en estos porcentajes aumentaron la capacidad portante, el terreno natural fue clasificado como arcilloso con un valor de CBR de 8.0% al 95% de la MDS y un valor de 9.7% al 100% de la MDS y en la medida que se incorporó la ceniza de cáscara de arroz en los porcentajes presentado, por lo que se recomienda emplear la ceniza de cascara de arroz hasta un 18% pues es ahí donde aumento la caapcidad portante hasta un 13.8%, siendo este un valor óptimo y favorable.

Ceniza de cascara de arroz: Patrón: 0%= 3.00, 14%= 1.676, 18%= 1.446, 24%= 1.258.

En la presente investigacion al elegir porcentajes de ceniza de cascara de arroz que iba de 14% hasta un 24%, ya que disminuyó la absorción, el terreno natural fue clasificado como un suelo arcilloso con un porcentaje de absorción de 2.2% y en la medida que se incorporó la ceniza de cáscara de arroz en porcentajes presentados, donde se recomienda emplear la ceniza de cascara de arroz solo hasta un 18% pues lo disminuyó hasta un 1.02%, siendo este un valor óptimo y favorable.

## REFERENCIAS

- APARICIO, Diana y PEREZ, Silvia. “*Viabilidad de uso de una malla elaborada con tubería calibre 40 construida con material PET reciclado para el mejoramiento de una subrasante.*” En su investigación para lograr obtener el título profesional, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2018.
- AYSEN, A. *Soil Mechanics: Basic Concepts and Engineering Applications*. Australia: The University of Southern Queensland.2002. p.27. párr.1
- AYSEN, A. *Soil Mechanics: Basic Concepts and Engineering Applications*. Australia: The University of Southern Queensland.2002. p.27. párr.2
- BEHAK, Leonardo, y PERES NUÑEZ, Washington. “*Characterization of a material composed of Sandy soil, rice husk ash and lime potentially useful for use in paving.*” Uruguay: Universidad de la República. 2008. p.34
- BERNAL, Cesar. *Research methodology third edition*. Colombia: Pearson Educación. ISBN: 978-958-699-128-5. p.117
- CASTILLO, Byron. “*Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquido superiores al 100%, para utilizarlos como subrasante en carreteras.*” En su proyecto para alcanzar el grado de Máster en la Ingeniería de Transporte y Viabilidad, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2017.
- CAUAS, Daniel. *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- CAUAS, Daniel. *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
- CHACON Aguilar, LUCY Mabel. Ensayos del CBR AASHTO T-193. Bolivia: Universidad Católica Boliviana “San Pablo”. 2017. p.1. párr.1
- CHACON Aguilar, LUCY Mabel. Ensayos del CBR AASHTO T-193. Bolivia: Universidad Católica Boliviana “San Pablo”. 2017. p.1. párr.2
- CRESCO, Santiago. *Manual de Procedimientos Analíticos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2010.p.37

DAHAN, Jhaber. *Melhoria do comportamento colapsível de um solo arenoso fino com uso de cinza de casca de arroz*. Pesquisa para conseguir do Título de Bacharel em Engenharia Civil. Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2017.

DIAZ, Fernando. “*Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martin – Lonya Grande, Amazonas 2018*”. Tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2018.

Dirección de Agronegocios. *Perú, un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones*. Perú: Ministerio de Agricultura.2009.[www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe)

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.2014. p.23

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.2014. p.38

DOS SANTOS, Osorio. *Estudo da Incorporação de Cinzas de bagaço de cana-de-açúcar no material de base de Pavimentação.*” Programa de Pós-Graduação em Geotecnia da UFOP, Escola de Minas/UFOP, Ouro Preto, 2018.

DUQUE ESCOBAR, Gonzalo, y ESCOBAR POTES, Carlos Enrique. *Soil Mechanics*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.2002. p.57

DUQUE ESCOBAR, Gonzalo, y ESCOBAR POTES, Carlos Enrique. *Soil Mechanics*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.2002. p.57

FLORES DELGADILLO, Lourdes, y ALCALA MARTINEZ, Jorge Rene. *Analytical Procedures Manual*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2010. p.36

GIACCIO, Graciela Marta, TORRIJOS, María Celeste, y ZERBINO, Raúl. *Progress in the characterization of mineral additions and their influence on cementitious*

*materials*. La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas. 2017. ISBN: 978-987-3838-09-5. p.23

GONZÁLEZ, Álvaro. Subgrade Reaction Modulo in shallow foundations. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá. 1993. p.1. párr.1

GONZÁLEZ, Álvaro. Subgrade Reaction Modulo in shallow foundations. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá. 1993. p.1. párr.2

JUAREZ BADILLO, Eulalio, y RICO RODIRGUEZ, Alfonso. *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México: Limusa.2005. ISBN: 968-180069-9. p.125

LAUDERI, Junior. “*Estudo da estabilização de um solo da formação botucatu com adição de cal e Cinza Volante.*” Pesquisa para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal Do Pampa, Alegrete, 2017.

LEIVA, Roly. “*Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva KM 0+000 – KM 0+100, Distrito Orcotuna, Concepción.*” Tesis para obtener el título profesional, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2016.

MASSENLLI, Gianina, PAIVA, Cassio. “*Influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade*”. Revista Chilena de ingeniería, vol. 27 N° 4, 2019.

OJEDA, Omar, ZAMORA, Miguel. *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*. Revista ALCONPAT, vol. 8 N° 2, México, 2018.

PADILLA, Edgar, SERRANO, Erika. *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*. Revista Ingeniería Solidaria, vol. 25, n.º 1, Universidad Cooperativa de Colombia, 2019.

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.80

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.125

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.126. párr. 5

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p. 126. párr. 8

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.102

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.93. párr.6

SANCHEZ, Hugo; REYES, Carlos; y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística. Perú: Universidad Ricardo Palma. p.93. párr.10

VARGAS, Zoila. *Applied Research: A way to know the realities with scientific evidence*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Revista Educación 33(1), 155-165, ISSN: 0319-7082. 2009

TERRONES, Andrea. “*Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo - 2018.*” Tesis para alcanzar el título profesional, Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2018.

TOSCANO, Jose. *Diseño de la vía provincial en el tramo la Pillareña – El Carmen del Cantón Pastaza en la provincia de Pastaza, con el mejoramiento de subrasante con metodología del sector*. Proyecto Técnico previo a alcanzar el título profesional, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.

VILCHEZ, Aldo. *“Aplicación de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén – Cajamarca.”* Tesis para obtener el título profesional, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2019.



## Anexo 02: Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
TÍTULO:	Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INSTRUMENTOS
Ceniza de cáscara de arroz	La ceniza de cascarrilla de arroz es un material con escasas propiedades cementicios y actividad hidráulica por sí sola, por su carácter puzolánico al estar en presencia de agua genera compuestos permanentes insolubles y estables que se comportan como conglomerantes hidráulicos, dando propiedades cementantes a un conglomerante no hidráulico. La reactividad que posee esta puzolana es atribuida en la sílice activa, formando compuestos mineralógicos silícicos	Para poder analizar las cenizas de cáscara de arroz tendremos en cuenta cada porcentaje de adición que se le haga a la subrasante, las cuales tienen como relación de 14%, 18%, 24%.	Porcentajes de la fibra "CENIZA CÁSCARA DE ARROZ"	14% del peso de la muestra del suelo	Experimento aplicando el porcentaje de agregado fino al volumen de la subrasante.	Balanza Calibrada
				18% del peso de la muestra del suelo		
				24% del peso de la muestra del suelo		
Subrasante del suelo	Según el MTC: la subrasante es el asiento de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento.	Para el mejoramiento de la subrasante se realizará combinaciones con la ceniza de cáscara de arroz, donde analizaremos las variaciones que mostrara en cuanto a su óptimo contenido de humedad, tanto en porcentaje de absorción y resistencia.	Capacidad Portante  Absorción  Contenido de Humedad	CBR	Ensayo CBR	Equipos para medición de CBR, Proctor Modificado
				Contenido de Humedad		
				Proctor Modificado		

### Anexo 03: Declaratoria de Originalidad de Autores

Nosotros, Panta Eche Jose Andres Ismael y Paytan Soyori Diana Jackelyn, egresados de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo (Sede Lima Norte), declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

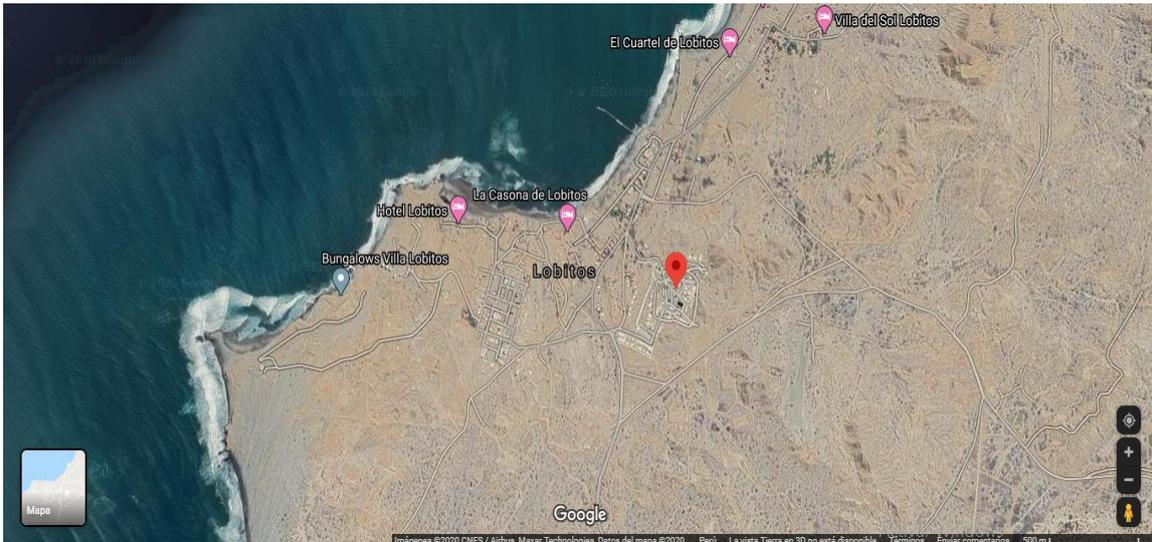
“Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, Piura 2020”, es de nuestra autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos 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.

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Autor Parterno Materno, Nombre1 Nombre2	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	



Anexo 04

Figura N°1: Ubicación geográfica del distrito de Lobitos

Fuente: GoogleMaps

Anexo 05

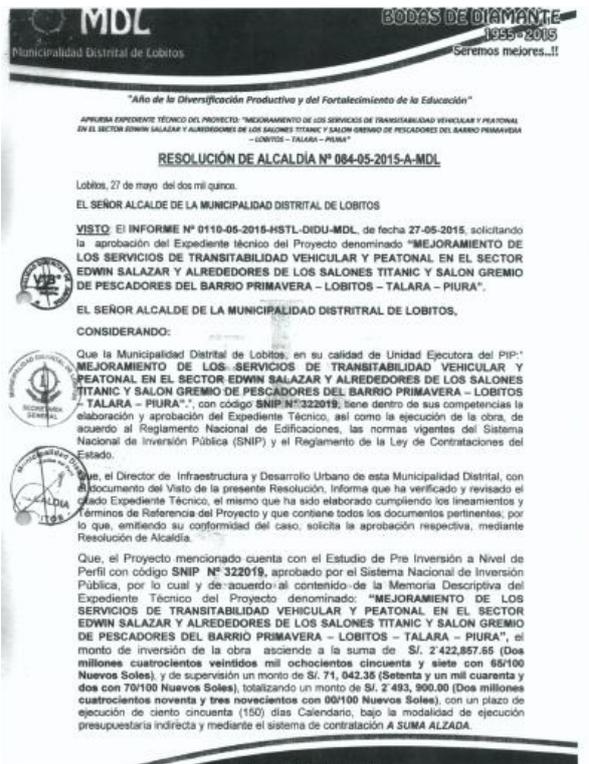


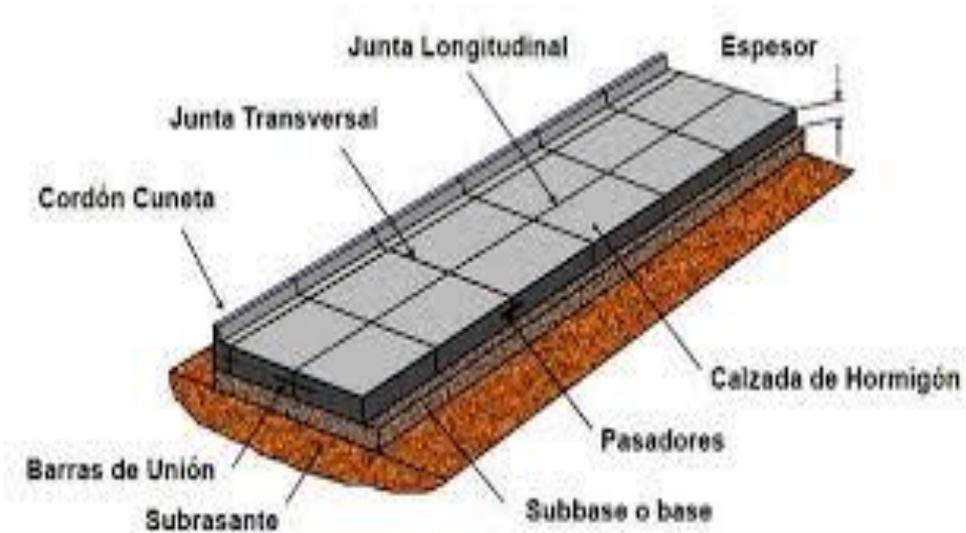
Figura N°2: Imagen de Resolución de Alcaldía N°084-05-2015-A-MDL

Fuente: <https://apps.contraloria.gob.pe>



**Figura N°3:** Ceniza de cascara de arroz  
Fuente: <https://spanish.alibaba.com>

**Anexo 07**



**Figura N°4:** Imagen de la subrasante  
Fuente: <https://www.frro.utn.edu.ar>

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

APRUEBA EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DE LOS SALONES TITANIC Y SALON GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA - LOBITOS - TALARA - PIURA"

**RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 084-05-2015-A-MDL**

Lobitos, 27 de mayo del dos mil quince.

EL SEÑOR ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS

**VISTO:** El INFORME N° 0110-05-2015-HSTL-DIDU-MDL, de fecha 27-05-2015, solicitando la aprobación del Expediente técnico del Proyecto denominado "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DE LOS SALONES TITANIC Y SALON GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA - LOBITOS - TALARA - PIURA".



EL SEÑOR ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS,

CONSIDERANDO:



Que la Municipalidad Distrital de Lobitos, en su calidad de Unidad Ejecutora del PIP: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DE LOS SALONES TITANIC Y SALON GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA - LOBITOS - TALARA - PIURA"., con código SNIP N° 322019, tiene dentro de sus competencias la elaboración y aprobación del Expediente Técnico, así como la ejecución de la obra, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, las normas vigentes del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.



Que, el Director de Infraestructura y Desarrollo Urbano de esta Municipalidad Distrital, con el documento del Visto de la presente Resolución, Informa que ha verificado y revisado el citado Expediente Técnico, el mismo que ha sido elaborado cumpliendo los lineamientos y Términos de Referencia del Proyecto y que contiene todos los documentos pertinentes; por lo que, emitiendo su conformidad del caso, solicita la aprobación respectiva, mediante Resolución de Alcaldía.

Que, el Proyecto mencionado cuenta con el Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil con código SNIP N° 322019, aprobado por el Sistema Nacional de Inversión Pública, por lo cual y de acuerdo al contenido de la Memoria Descriptiva del Expediente Técnico del Proyecto denominado: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DE LOS SALONES TITANIC Y SALON GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA - LOBITOS - TALARA - PIURA", el monto de inversión de la obra asciende a la suma de S/. 2'422,857.65 (Dos millones cuatrocientos veintidos mil ochocientos cincuenta y siete con 65/100 Nuevos Soles), y de supervisión un monto de S/. 71, 042.35 (Setenta y un mil cuarenta y dos con 70/100 Nuevos Soles), totalizando un monto de S/. 2'493, 900.00 (Dos millones cuatrocientos noventa y tres novecientos con 00/100 Nuevos Soles), con un plazo de ejecución de ciento cincuenta (150) días Calendario, bajo la modalidad de ejecución presupuestaria indirecta y mediante el sistema de contratación A SUMA ALZADA.

Que, conforme lo enuncia el Artículo II.- Autonomía-, de la Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades, la autonomía política, administrativa y económica en los asuntos que les compete y que la Constitución Política del Estado establece para las municipalidades, radica en la facultad de ejercer actos de gobierno, administrativos y de administración, con ejecución al ordenamiento jurídico.

Estando al amparo de las competencias que le confiere el Numeral 6 del Artículo 20 ° - Atribuciones del Alcalde, de la Ley N° 27972- Ley Orgánica de Municipalidades y con cargo a dar cuenta al consejo.

**RESUELVE:**

**Artículo Primero- DE LA APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE TECNICO.**

Aprobar el Expediente Técnico del Proyecto denominado "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DE LOS SALONES TITANIC Y SALON GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA – LOBITOS – TALARA – PIURA", el monto de inversión de la obra asciende a la suma de **S/. 2'422,857.65 (Dos millones cuatrocientos veintidos mil ochocientos cincuenta y siete con 65/100 Nuevos Soles)**, y de supervisión un monto de **S/. 71, 042.35 (Setenta y un mil cuarenta y dos con 70/100 Nuevos Soles)**, totalizando un monto de **S/. 2'493, 900.00 (Dos millones cuatrocientos noventa y tres novecientos con 00/100 Nuevos Soles)**, con un plazo de ejecución de ciento cincuenta (150) días Calendario, bajo la modalidad de ejecución presupuestaria indirecta y mediante el sistema de contratación **A SUMA ALZADA..**

**Artículo Segundo- DEL FINANCIAMIENTO.**

Poner en conocimiento la presente Resolución al **Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento**, para la gestión de su financiamiento.

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y CUMPLASE



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS

Ing. Christian Jaime Padua Llantop  
ALCALDE

## Anexo 09

6/12/2020

Aplicativo Informático del SSI

### Banco de Inversiones

Código único de inversiones	2277021	Fecha de Registro	25/05/2015
Código SNIP	<a href="#">322019</a>	Tipo de inversión	PIP MAYOR (SNIP)
Nombre PIP	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DEL SALON TITANIC Y GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA, DISTRITO DE LOBITOS - TALARA - PIURA		
Cadena Funcional	VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO - DESARROLLO URBANO Y RURAL - PLANEAMIENTO Y DESARROLLO URBANO Y RURAL		
Unidad Formuladora (UF)	ÁREA DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA GOBIERNOS LOCALES - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS		
Unidad Evaluadora (OPI)	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS GOBIERNOS LOCALES - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS		
Beneficiarios	2,516	Fuente de Financiamiento:	CANON Y SOBRECANON, REGALIAS, RENTA DE ADUANAS Y P
Responsable de Viabilidad	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS	Fecha de Viabilidad	26/05/2015
Situación	VIABLE	Nivel Requerido para Viabilidad	PERFIL
Último Estudio y Calificación	PERFIL - APROBADO	Estado de la Inversión	CERRADO
Monto Viable/Aprobado	2,803,814		
Monto del Estudio Definitivo o Expediente Técnico (F15)	2,806,723.7	Monto actualizado	2,493,900
¿El proyecto se ejecuta por etapas?	No	Monto laudo	0
¿Tiene expediente técnico o documento equivalente registrado?	Sí	Monto carta fianza	0
¿Tiene registro de Seguimiento?	No	¿Tiene registro de cierre?	Sí, con liquidación

[Haga clic aquí para ir a la consulta de inversiones](#)

**Ejecución Financiera**

Procesando...

**INFObras**

<b>Código SNIP</b>	322019	<b>Código INFObras</b>	041387
<b>Descripción de la Obra</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR EDWIN SALAZAR Y ALREDEDORES DEL SALON TITANIC Y GREMIO DE PESCADORES DEL BARRIO PRIMAVERA, DISTRITO DE LOBITOS - TALARA - PIURA		
<b>Dirección o referencia</b>	BARRIO PRIMAVERA		
<b>Entidad que ejecuta</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LOBITOS		
<b>Residente</b>	PEDRO LENIN. ZAPATA AGUILAR	<b>Inicio de la Obra</b>	23/09/2015

Avances de Obra							
N°	Periodo	Fecha	Avance Físico Acumulado		Avance Valorizado Acumulado		Estado
			Real	Programado	Real	Programado	
001	Set 2015	08/06/2016	14.13 %	8.45 %	334,697.64	200,525.03	PUBLICADO
002	Oct 2015	08/06/2016	48.39 %	38.64 %	1,145,810.3	917,446.28	PUBLICADO
003	Nov 2015	08/06/2016	78 %	72.64 %	1,846,814.6	1,752,913.37	PUBLICADO
004	Dic 2015	08/06/2016	100 %	92.88 %	2,367,957.64	2,233,504.11	PUBLICADO