



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Estabilización de suelo con ceniza de cascara de arroz para el  
mejoramiento de subrasante en el distrito – Tumbes, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Lopez Valdiviezo, Roy Dennys (ORCID: 0000-0001-6582-0753)  
Zapata Sernaqué, Gian Anthony (ORCID: 0000-0002-7421-1690)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA — PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

**LOPEZ VALDIVIEZO, ROY DENNYS**

El siguiente trabajo va dedicado para familia en particular a mi madre María Consuelo Valdiviezo Rivera y a mi padre Luis Amaro Lopez Espinosa que me han apoyado en todo y aun lo sigue haciendo a mi hermano mayor Frank Jhon Rivera Valdiviezo en el transcurso de este proyecto de investigación estuvo siempre apoyándome. Finalmente, dedicárselo a mis compañeros de estudio que siempre estuvieron apoyándome cuando más los necesitaba, en los momentos más difíciles, siempre los tendré en mi corazón.

**ZAPATA SERNAQUÉ, GIAN ANTHONY**

El siguiente trabajo va dedicado a Dios que es siempre nuestra guía, iluminándonos y Cuidándonos, a mi madre Teresa Sernaqué Sernaqué y a mi Padre José Zapata Ferrer, a mi hermano Miguel Zapata Sernaqué, a mi abuela Julia Sernaqué, tíos, familiares y amigos que en todo momento estuvimos apoyándonos en el largo camino de nuestra carrera Universitaria para así lograr convertirnos en unos profesionales de gran éxito.

## AGRADECIMIENTO

Primero agradecemos a Dios por siempre darnos la fuerza para avanzar adelante, en lugar de desviarnos por el mal camino. A nuestros padres y hermanos, que han estado con nosotros y nos han transmitido su apoyo incondicional, cariño y amor, que gracias a ellos nos hemos convertido en buenas personas.

Al Dr. Atilio Rubén López Carranza, nuestro asesor de tesis, el cual agradecemos mucho su docencia, paciencia y disponibilidad en el momento de responder nuestras consultas, porque sin él, no se llevaría a cabo el proyecto de investigación.

A nuestros amigos y futuros colegas, durante este periodo compartimos el conocimiento y la experiencia de toda la carrera de ingeniería civil, lo que influyo en alguna manera la finalización de esta tesis.

Los Autores

## Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Tipo de diseño de investigación .....	24
3.2 Variables y operacionalización .....	25
3.3 Población, muestra y muestreo .....	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5 Procedimientos para obtener los materiales.....	33
3.6 Método de análisis de datos.....	33
3.7 Aspectos éticos .....	33
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	48
REFERENCIAS .....	49
ANEXOS .....	54

## Índice de tablas

Tabla 1: Propiedades minerales, de CCA después de ser, quemadas .....	23
Tabla 2: Organización de la unidad de estudio de la subrasante .....	29
Tabla 3: Fichas técnicas de los ensayos .....	31
Tabla 4: Instrumentos de recolección de datos .....	31
Tabla 5: Procedimientos .....	32
Tabla 6: Resultados del Análisis Granulométrico de la Subrasante .....	35
Tabla 7: Resultado del proctor modificado de la subrasante .....	37
Tabla 8: Resultados de CBR de la subrasante .....	39
Tabla 9: Resultados del porcentaje de absorción de la subrasante .....	41
Tabla 10: Confianza en el muestreo o Nivel de seguridad .....	63
Tabla 11: Poder calorífico de la CCA .....	71
Tabla 12: Número del tamiz y abertura .....	73
Tabla 13: Tamaño de las partículas y tipo de suelo .....	74
Tabla 14: Correlación de los diferentes tipos de suelos .....	76
Tabla 15: Clasificación del suelo de acuerdo a su índice de plasticidad .....	78
Tabla 16: Categorías de la subrasante .....	79

## Índice de figuras.

Figura 1: iNumero de calicatas requeridas para exploraciónide suelos. ....	28
Figura 2: Númerode ensayos CBR, para subrasante. ....	29
Figura 3: Análisisi granulométricoi de la subrasante. ....	36
Figura 4: Proctorimodificado de laisubrasante. ....	38
Figura 5: CBRide subrasante. ....	40
Figura 6: Porcentajei de absorción de laisubrasante. ....	42
Figura 7: Ubicación Geográfica. ....	60
Figura 8: Ubicación de calicatas. ....	61
Figura 9: Plano de Ubicación. ....	62
Figura 10: Estructura que posee un pavimento. ....	64
Figura 11: Procedimiento para identificar el tipo de suelo. ....	66
Figura 12: Estabilización de suelos. ....	67
Figura 13: Análisis EDS de la ceniza de cascara de arroz. ....	72
Figura 14: Tamices de laboratorio. ....	74
Figura 15: Clasificación por AASHTO. ....	75
Figura 16: Clasificación por SUCS. ....	76

## Índice de anexos

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores.....	55
Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor .....	56
Anexo 3: Operacionalización de variables.....	57
Anexo 4: Matriz de consistencia.....	58
Anexo 5: Instrumento de recolección de datos y panel fotográfico .....	59
Anexo 6: Resultados del turnitin.....	156
Anexo 7: Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	157
Anexo 8: Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	158

## Resumen.

El propósito de este informe de investigación, es evaluar el efecto o impacto que tendrá la adición de ceniza de cascará de arroz en un porcentaje del 4% y 6% para así lograr mejorar su resistencia, el llegar a determinar su mejor contenido de húmeda óptimo de agua para la subrasante. Tiene un enfoque cuantitativo, porque la investigación de mejoramiento de suelo realizada a nivel de la subrasante, utiliza indicadores de medición como el CBR, la granulometría y el Proctor modificado, para de esa manera determinar la cantidad óptima para estabilizar.

Utilizando como parte de la metodología, al usar la ceniza de cascara de arroz, que es el desecho de este producto de los molinos de arroz, al utilizar este material estaríamos reduciendo la contaminación ambiental, aparte de que este material en la ciudad de Tumbes es fácil conseguirlo por ser un productor de arroz, también es de bajo costo siendo muy económico.

De los resultados que se han obtenido indican que al utilizar la ceniza de cascara de arroz ayuda a incrementar la resistencia de la subrasante teniendo un valor de 3.6% hasta 5.4% en el CBR, en el porcentaje de 6% de ceniza de cascara de arroz, así como teniendo 12.20% en su contenido de humedad optima, logrando alcanzar en su máxima densidad seca de 1.90 gr/cm<sup>3</sup> de su compactación, de esa manera se puede ver como el utilizar la ceniza de cascara de arroz al ser combinado con la subrasante , tiende a disminuir su absorción de agua, convirtiéndolo al terreno, siendo este más estable, para la realización de nuevas obras o proyectos de pavimentación.

**Palabras clave:** Subrasante, ceniza de cáscara de arroz

## **Abstract.**

The purpose of this research report is to evaluate the effect or impact that the addition of rice husk ash will have in a percentage of 4% and 6% in order to improve its resistance, to determine its best optimal moisture content. of water for the subgrade. It has a quantitative approach, because the soil improvement research carried out at the subgrade level uses measurement indicators such as CBR, granulometry and modified Proctor, in order to determine the optimal amount to stabilize.

Using as part of the methodology, by using rice husk ash, which is the waste of this product from rice mills, by using this material we would be reducing environmental pollution, apart from the fact that this material in the city of Tumbes is It is easy to get it because it is a rice producer, it is also low cost and is very economical.

The results that have been obtained indicate that when using rice hull ash it helps to increase the resistance of the subgrade, having a value of 3.6% to 5.4% in the CBR, in the percentage of 6% rice hull ash , as well as having 12.20% in its optimal moisture content, achieving its maximum dry density of 1.90 gr / cm<sup>3</sup> of its compaction, in this way it can be seen how to use the rice husk ash when combined with the subgrade , tends to reduce its water absorption, converting it to the ground, being this more stable, for the realization of new works or paving projects.

Keywords: Subgrade, rice husk ash

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La realidad del problema nos dice que el mejor y más utilizado medio para promover todo relacionado a la movilización de personas y mercancías como una red vial, en donde en un país con una red vial insuficiente hace que se retrase su desarrollo y crecimiento, es muy poco probable que las personas de una ciudad puedan desarrollar o mejorar en su economía, por lo que es muy importante desarrollar un buen sistema de carreteras.

Tenemos efectos negativos en las carreteras , encontramos los baches y hoyos que tienen un impacto muy perjudicial para el flujo de los vehículos, aumentando la probabilidad de provocar accidentes y provocando a los vehículos daños, las condiciones tan malas que poseen una carretera no se deben solo a las condiciones que se han mencionado , tenemos también las condiciones climáticas, proceso constructivo deficiente, uso de materiales inadecuados y también la falta de profesionales capacitados para realizar un excelente proceso constructivo de un pavimento, lamentablemente , cuando se requiere reparar y evaluar toda la estructura de la carretera, algunos municipios prefieren mejor realizar trabajos como mantenimiento y reparación de la carretera.

Perú, país que sufre mucho con el cambio climático, a consecuencia de esto, afectando también en especial, a la región de Tumbes el cual se ubica este lugar en el noroeste del Perú, en donde podemos encontrar a la provincia de Tumbes que está a 7 msnm donde se encuentra un área de 158.8 km<sup>2</sup>, en los primeros meses del año se dan fuertes lluvias donde muchos pavimentos se ven afectados por una insuficiencia en la planificación de los expedientes técnicos y no cuenta con una buena organización al momento de ejecutar.

Por ello cuando se realiza los estudios de suelo para comprobar las condiciones de muchas partes del suelo de Tumbes los resultados arrojan que no es apto para la construcción debido a que su capacidad portante no reúne las condiciones adecuadas. Los problemas de asentamiento e inestabilidad en las obras son debido a que la arcilla tiene contacto con el agua. Debido a esto, la infraestructura vial provoca problemas donde se ve afectada tanto en carreteras pavimentadas y sin pavimentar.

El uso también de materiales para estabilizar los costos del suelo y los problemas de contaminación o destrucción del lugar, por lo que debemos elegir materiales de bajo costo, de fácil acceso y ecológicos en la zona. Donde se puede observar que las canteras pueden desaparecer por falta de control minero, por la desaparición de buenos materiales que tenían antes.

Actualmente, muchos investigadores han utilizado muchas técnicas de estabilización de suelos, y en sus aportes han logrado un resultado óptimo. En el sitio donde realizaremos nuestro estudio se observa que es un suelo arcilloso, lo que tiende a provocar deformación; además, esto también hace que el suelo sea incapaz de soportar cargas.

Al tener un pavimento en condiciones desfavorables, las personas que utilizan experimentan retrasos para llegar a sus destinos y encontrarán problemas al viajar. Todo ello se debe a que no se interesa por el medio ambiente y se evite el uso excesivo de canteras para estabilizar el suelo. Por eso debemos buscar recursos ecológicos, naturales y económicos.

Como solución, se planteó agregar CCA para desarrollar el mejoramiento del suelo y la capacidad del terreno frente a factores climáticos. La incorporación de la CCA al nivel de subrasante es un procedimiento que utilizaremos en el lugar de estudio, para lograr reducir su índice de plasticidad, disminuir también su contenido de humedad por ser un lugar lluvioso a inicios del año y a la vez incrementar su capacidad portante.

Se busca también recurrir a un recurso el cual sea eficaz, económico y que se puede hallar en el lugar de estudio; como tal, el distrito de Tumbes es un productor de arroz en el Perú, los restos que van dejando los molinos al realizar el pilado van generando mucho desecho.

Estudios realizados han demostrado que al reducir a cenizas la cascara de arroz, se logra obtener un alto material en Sílice. Lo cual lleva a comprobar que es buen material que se puede utilizar para mejorar, a la vez se determinará la cantidad requerida para nuestra investigación, el comportamiento que obtendrá como un material secundario, utilizando pruebas, ensayos y diferentes estudios de laboratorio. Con las diferentes muestras de suelos que realizaremos con las calitas obtenidos del tramo de la carretera.

Por eso, con este método queremos mejorar la subrasante y reducir en su totalidad los daños que las ocasionan, y no afecte esta importante vía de comunicación.

Teniendo el conocimiento que, en el Perú, se tiene un registro, de que el 69.20% son red vial para caminos vecinales, por siguiente, las mas vías de caminos que no han sido pavimentados. (IMI-APP del MTC, 2017, p. 8).

Por lo expuesto, a raíz de este problema se formuló la siguiente incógnita: ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en la estabilización del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021? Se planteó los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en un adecuado contenido de humedad, del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021?; ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en obtener una mejor resistencia del suelo a nivel de la subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021? ; ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en el porcentaje de absorción del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021?.

La justificación del análisis de este trabajo de investigación, nos encontramos con la necesidad de crear alternativas en el sector de la calle San Juan de Dios 2da etapa de la ciudadela Noé y la calle los cardos 3era etapa – Tumbes.

Gracias a las secuelas climáticas, la falta de conservación, crecimiento vehicular, crecimiento de población entre otros; podemos conocer las irregularidades y desperfectos, los cuales la capacidad de carga reduce y esto paralelamente llega a producir accidentes ,se ha venido manejando en la estabilización la optimización del suelo es de cemento con la cal, de esta manera incrementar las características mecánicas que posee, como opción que se plantea es la utilización de un material no clásico de mejoramiento de suelo que es la CCA, que incluso utilizan este material en algunos países del mundo , donde se realizaron averiguaciones que dan a conocer que este material es un óptimo material que sirve para que las

características que posee el suelo mejoren, para lograr obtener una excelente obra de pavimentación.(Castro, 2017, p. 26).

A continuación, se planteó el siguiente objetivo general: Determinar si la adición de la ceniza de cascara de arroz, influye en la estabilización de un suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021. Para conseguirlo se asistió en estos objetivos específicos: Determinar la cantidad de ceniza de cascara de arroz, en el mejoramiento adecuado del contenido de humedad del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021; Determinar la cantidad de ceniza de cascara de arroz, para obtener una mejor resistencia del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021; Determinar la cantidad de ceniza de cascara de arroz, en el mejoramiento del porcentaje de absorción del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021.

A continuación de la interrogante previamente realizada, se proyectó la siguiente hipótesis: La adición de la ceniza de cascará de arroz, influirá en la estabilización del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021. Se planteó las siguientes Hipótesis: La adición de la ceniza de cascará de arroz, influirá en el adecuado contenido de humedad del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021; La adición de la ceniza de cascará de arroz, influirá en mejorar la resistencia del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – 2021; La adición de la ceniza de cascará de arroz, influirá en el porcentaje de absorción a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021.

## II. MARCO TEÓRICO.

A nivel internacional se cuenta con Gonzales y Martinez (2020), Realizo la investigación, *“Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz”*, donde nos menciona que tiene como objetivo el evaluar como se comporta físico y mecánico en su resistencia de un suelo arcilloso, al adicionarle la ceniza de cascarilla de arroz. La muestra se utilizó en un suelo de baja plasticidad ubicado cerca del municipio de Anapoima, en Cundinamarca, se hizo con una muestra alterada, se utilizó el método aplicado. El diseño experimental. Cuyos resultados se utilizaron diferentes tipos de ensayos de laboratorio para poder conocer las propiedades de la muestra, la investigación concluye que al adicionar cascara de arroz el suelo sufre una mejora en sus propiedades, Se pudo determinar un 12% de adicción de CCA, pero el porcentaje no era óptimo, ni suficiente para implementar en el sitio de estudio, también esta presente como disminuye la densidad que posee el suelo con la CCA, teniendo como estado inicial  $1.83 \text{ g/cm}^3$  y al adicionarle CCA este llega a disminuir la densidad a  $1.43 \text{ g/cm}^3$ .

Ordóñez y Solórzano (2020), Realizo la indagación, *“Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10,20,30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales”*, con el objetivo general de estabilizar las características de las localidades de Tosagua y Rocafuerte el cual podemos llegar a situarla en la provincia de Manabí, con la ceniza del volcán Tungurahua y la ceniza de cascara de arroz. Se considero en la muestra, llegar a tomar 7 muestras de suelo de las cuales tres muestras poseían arcilla de alta expansión. Se utilizó el diseño experimental, cuyos resultados; corresponde el reemplazo del peso de la arcilla por puzolanas de CCA y ceniza de volcán al 10%,20% y 30% en compasión igual, utilizando diferentes ensayos como los límites de atterberg, compactación, gravedad específica, el Proctor modificado, el índice de plasticidad y de corte directo para poder lograr definir qué porcentaje se reemplaza para que sea ideal la estabilización. La investigación concluye que obtuvieron una estabilización satisfactoria en las muestras que emplearon, los porcentajes de la humedad que se requiere para que

sea optima de los cuales han sido obtenidos del ensayo de compactación con el proctor, están en los rangos de 18% a 21%.

Aponte y Calderon (2020), Realizó la investigación, "*Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz*", teniendo como su objetivo general, realizar un mejoramiento de suelo limoso para producir la capa sea mas estable de la subrasante al mezclar la CCA, utilizando 12% y de esa manera realizar los ensayos, para lograr determinar su resistencia que tendrá al corte y comparar con muestras en estado natural, Al finalizar concluyo que se necesito 9% mas en su contenido de humedad para incrementar la resistencia entre un rango de 10% ,relacionado al suelo en estado natural. Se llego a la conclusión que al incorporar CCA es un gasto mínimo en la parte económica a diferencia de otros productos estabilizadores y aparte la CCA interviene satisfactoriamente en la resistencia del suelo, donde se lograría reducir la contaminación del medio ambiente al darle un uso muy importante como material alternativo para estabilizar suelos.

Garzon y Camacho (2019), Realizó la investigación, "*Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso.*" Donde presentaron su objetivo el cual fue analizar los factores mecanicos y fisicos relacionados con la resistencia del un suelo areno arcilloso al agregarle CCA a un suelo virgen, la muestra se consideró en 2 fracciones : donde una esta retenida en el tamiz de 2mm (Nr. 10) y otra que pasa dicho tamiz. El diseño empleado será experimental con enfoque cuantitativo, cuyos resultados se busco analizar los siguientes factores Físico – Mecánicos relacionados con el suelo al adicionarle 1% de CCA para lograr la estabilizacion del suelo blando, intentando conseguir una gran resistencia al suelo para que pueda soportar el pavimento. Concluye la investigacion, que al agregar el 1% de adición de CCA al suelo blando se llego a incrementar su resistencia, pero no fue lo suficiente para elevarla como lo dicta su norma de INVIAS, De acuerdo al valor mínimo de CBR cuando se le adiciona el 1% de CCA que es de 1.9 comparado a la muestra del suelo natural que es 1.6, llegando solo aumentar un 19%.

Chicaiza y Oña (2018), realizo la investigacion, "*Estabilizacion de arcillas expansivas de la provincia de Manabi con Puzolana extraida de ceniza de cascarilla de arroz*";teniendo como objetivo general realizar un estudio de la CCA como material estabilizador en suelos expansivos. Se trabajo con diferentes porcentajes (10% , 20% y 30%) de CCA. Segun los resultados obtenidos, se observa una reduccion en su plasticidad y su potencial de expansion con el 30% de CCA, tambien se reduce al 90% en la parte de permeabilidad con un porcentaje de 10% de CCA. Concluyo realizar mas estudios al tener la disposicion de la CCA porque logra reducir de 5 a 1 en peso , tambien indica que cada 5 kilos de cascara de arroz , produce 1 kilo de ceniza de cascara de arroz para despues ser utilizado como un estabilizador.

Ramos y Quintero (2017), Realizo la investigación, "*Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento.*" El objetivo general fue realizar un analisis para modificar a un suelo el cual es altamente plástico, con cascarilla de arroz y ceniza volante, para que funcione en una subrasante de un pavimento, la muestra que se considero es arcilla con plasticidad alta A-7-6 IG=248, el método que se utilizó fue realizar conjunto de actividades de investigación y técnicas para obtener datos, para llegar a su proposito, el diseño experimental, aplicando como instrumento, utilizando como guía las normas de Invias 2013 para poder realizar los ensayos de laboratorio requeridos, realizando 4 ensayos nombrados (A0C0, A6C10, A6C20 y A6C30), para analizar las propiedades químicas , físicas , mecánicas y dinámicas mezclados con los diferentes porcentajes mezclados de CCA y ceniza volante, la tesis concluye que se logro obtener una mejora en la resistencia del suelo subiendo su capacidad que tiene de soporto del CBR del suelo A0C0 desde 2.02 hasta 3.76%, en el ensayo del suelo A6C30 donde se llegó a tener un gran resultado positivo al reducir la expansión al 70% ,logrando obtener mejoras en la resistencia del suelo aumentandolo y disminuyendo la plasticidad.

Por ultimo, Murillo (2015), Realizo la investigación, "*Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente*", Tiene como su objetivo general que las propiedades

geomecánicas y físicas en una subrasante con un suelo blando lograr mejorarlo al utilizar la CCA de arroz, para optimizar el comportamiento mecánico. Se utilizó el diseño experimental, cuyos resultados; la muestra se utilizó la zona de Pasto y el Municipio de Genoy el cual se encuentra en el departamento de Nariño, entre K3+000 y K3+500, esta tesis utilizó para su propósito el diseño experimental, cuyos resultados para conocer sus propiedades se realizaron diferentes tipos de ensayos por ejemplo: análisis granulométrico, límite de Atterberg, compactación con el Proctor Modificado para lograr determinar estando seca cuál es su densidad máxima y en los ensayos de resistencia su contenido de humedad que contiene. Concluye que la CCA ayuda mucho al suelo incrementando la resistencia, adicionando 4% de CCA, obteniendo un mayor aporte a las propiedades que el suelo posee.

Sin embargo, a nivel Nacional, Lopez (2021), Realizó la investigación, *“Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín”*, su objetivo general fue el determinar como influye el incorporarle ceniza de cáscara de arroz como un estabilizador en un suelo arcilloso a nivel de la sub-rasante, ubicado de la ciudad de Moyobamba, del departamento de San Martín, en la muestra suelo arcilloso, con un tamiz de (10,16 cm) hasta un tamiz (0,075), en el diseño que se empleó fue experimental, Se realizó el ensayo de Proctor modificado, el ensayo de CBR y límites de atterberg mezclando ceniza cascara de arroz (CCA) de 5.00% , 10.00% y 15.00%, al usar el ensayo de CBR se logró llegar a una resistencia al 95%, máxima densidad seca del suelo en estado natural es 3.95%, agregando 5.00% de CCA se obtuvo una resistencia de 6,90%, al 10% de CCA se obtuvo 9,60% de resistencia y el 15% de CCA se obtuvo 10,5%, en donde concluye que el material brinda una buena estabilización.

Diaz (2018), realizaron la investigación *“ Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cascara de arroz en la carretera de San Martín – Lonya Grande, Amazonas”*, busco analizar como su objetivo el comportamiento mecánico que tendría el suelo al ser mezclado con la CCA, en donde busco encontrar mejoras. Los resultados que se obtuvieron , podemos observar que al 20% de CCA en su mezcla

se logro obtener , el incremento al 100% del indice de su resistencia y influiyo en disminuir su contenido de humedad de 11.20% a 8.10%. El autor de esta tesis da como recomendación que la CCA logra estabilizar el suelo, asi seguir realizando diferentes tipos de estudios pero en suelos con humedad diferentes.

Cueva y Ciriaco (2020), Realizaron la investigación *“Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en calle integración – Chosica 2019”*, tiene como su objetivo general, el determinar la adiccion de la ceniza de cascara de arroz, influyendo en la estabilización de la subrasante, de la calle Integración - Chosica 2019, la muestra que se utilizo fue 2547 m<sup>2</sup> o 509.43 m , el cual esta situada en la calle integración, utilizando calicatas con las siguientes progresivas: 1C 0+000 , 2C 0+250 y 3C 0+509 , el diseño es experimental , donde recogió información anotando los resultados obtenidos al adicionar en porcentajes de CCA al 4% , 7% y 10% de los ensayos se realizco graficos y se comparo de diferentes ensayos de la muestras en estado natural y muestras incorporando CCA, cuyos resultados fueron hechos mediante la norma ASTM y adaptada por el MTC , la investigación concluye que obtendremos una mejor resistencia del suelo en una dosificación de CCA a un 7% , 1.613 *gr/cm<sup>3</sup>* que se a obtenido en su densidad seca, obteniendo optimo contenido de humeda llegando hasta 15.1% en lo que es compactación y logrando un porcentaje de absorcion de 1.8 al 10%,convirtiendo el suelo en más estable para una obra de pavimentación.

Moquillaza y Vicente (2020), Realizaron la investigación, *“Estudio experimental para determinar la influencia de la aplicación de cenizas de cascara de arroz (RHA) en la estabilización de una subrasante de suelo arcilloso de baja plasticidad en Chota-Cajamarca”*, la muestra que se utilizó de un suelo natural extraído del caserío Callampampa – en el Distrito de Llama , provincia de Chota de la región Cajamarca , del km 133.4 de la carretera Chiclayo - Chota , el diseño será experimental , cuyos resultados fue realizar ensayos en las muestras adicionando las siguientes proporciones de CCA , 10%,15%,20% y 25% , la investigación concluye que con la adicción de CAA mejora el suelo aumentando el CBR hasta un valor de 6%, un límite liquido de 26% , un valor de índice de plasticidad de 7% y el suelo en estado

natural su contenido de humedad de 19% , de esta forma podemos concluir que se puede construir una carretera no pavimentada de un tránsito bajo.

Panta y Paytan (2020), Realizaron la investigación, *“Influencia de la ceniza de cascara de arroz en las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en los suelos arcillosos, Piura 2020”*, teniendo como su objetivo general, Evaluar la de que manera influye la ceniza de cascara de arroz en las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante en los suelos que son arcillosos, en la muestra se realizó la extracción de calicatas de la carretera panamericana norte 0+0000 – 1 + 500 en el barrio Primavera, del Distrito de Lobitos – Talara – Piura, en el diseño que se utilizó en la investigación es experimental, se realizaron los ensayos de proctor modificado, CBR y límites de atterberg, con la muestra se adiciono la puzolona en diferentes porcentajes entre 5.00% hasta 25.00% de esta manera identifica que el porcentaje de 18.00% = 14.40 es mejor y óptima, Finalmente con todos los ensayos realizados concluyo que es factible, y tiene un costo mínimo comparando con otros productos.

Vílchez (2019), Realizo la investigación, *“Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de evitamiento Jaén – Cajamarca, 2019”*, con el objetivo general Determinar como la ceniza de cascara de arroz estabiliza la subrasante de la vía de evitamiento, Jaén Cajamarca 2019, en la muestra se realizaron calicatas cada un Km 6+300 de la carretera, en el diseño que utilizo para la realizacion de esta investigación es experimental, en esta investigación se consideró útil como sub-rasante ,  $CBR \geq 6$  se realizó una mezcla con 3% , 5% y 10% de ceniza con la finalidad de poder encontrar la dosis adecuada para poder estabilizar esta subrasante del pavimento de acuerdo a los parámetros establecidos. Para poder verificar se sometió a los ensayos como , CBR , Granulometría , Proctor modificado y logrando resultados eficientes, ya que su CBR, densidad maxima y su humedad optima se logro mejorar todas las combinaciones , se demostro que si tiene efectividad la ceniza de cascara de arroz.

Llamoga (2017), Realizo la indagación, *“Evaluación del potencial y capacidad portante de suelos arcillosos usados en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Cajamarca 2016”*, teniendo como su objetivo general cual fue

evaluar su capacidad portante y de un suelo que es arcilloso su expansión potencial. Utilizados en subrasante al adicionar CCA en los porcentajes 4%, 7% y 10%, en la muestra que se utilizó se obtuvo que es un suelo arcilloso, conseguida en la carretera que va camino al centro poblado de Yanamango, en el diseño que empleado en la investigación fue experimental, el autor investiga como se comporta en su expansión y la diferenciación de la resistencia en suelos arcillosos con el CCA. En su metodología fue comprobar la caracterización del suelo natural, al mezclar el suelo con CCA en los porcentajes 4%, 7% tiende a que el potencial de expansión disminuye e incrementa su capacidad portante y 10% aumenta el índice de plasticidad y por esto la expansión incrementa, Concluye al 7% mezclando el suelo natural con el CCA, logrando una buena efectividad.

El MTC instituye son de tercera clase aquellas carreteras poseen características que su IMDA < a 400 vehículos/día y que las calzadas serán con 2 carriles y el ancho mínimo tendrá que ser de 3 metros, donde las vías llegan alcanzar 2.50 metros de ancho,. Las vías que son de tercera clase se puede laborar en suelos que están estabilizadas con micropavimentos o líquido asfáltico , además encima la capa de la base que se encuentra afirmada, ubicado en la parte de la capa de rodadura, se llegará a asfaltar ,se tendrá que llevar a cabo según lo que nos recomienda en las diferentes condiciones geométricas. (Manual de carreteras DG, 2018,p. 12).

Al clasificar las carreteras, el cual no están pavimentados, mencionados en el manual del ministerio de transporte dirigidos al capítulo 6 de afirmados ,nos detalla que en las vías de transporte donde existe poco tráfico vehicular y poseen un revestimiento granular de la capa superior de la categorización donde se puede nombrar:

a) Carreteras afirmadas: Esta formada con diferentes materiales de las canteras que se adecúan de manera natural o de manera mecánica, con proporciones definidas o con conjunción idónea de 3 dimensiones como por ejemplo: roca, arena y arcilla con un tamaño que debería ser 25 mm, dicho tienen la posibilidad de ser afirmados con grava natural o por la trituración del afirmado con la grava.

b) Carreteras con superficies tratadas con agregado industrial:

b.1) Aquellos Afirmados que poseen una superficie que lograra mejorar ,podra llegar a controlar el polvo, tambien materiales como por ejemplo : cloruro, adictivos, el cemento, la cal y algunos otros materiales para el mejoramiento quimico.

b2) Estabilizacion del suelo natural , con cemento , emulsion asphaltico , la cal y otros materiales que ayuden a mejorar las propiedades de los suelos.( Andagua y Ramos 2018, p. 43).

Por conocimiento entendemos lo que es el concepto de base, previamente es aquella capa que posee el pavimento, como trabajo fundamental el de soportar , tolerar y repartir las cargas que son producidos por el transito de los vehiculos.La Capa de agregado que a sido seleccionado y tratado encontrandose luego de una subrasante o subbase, previo a la capa asphaltica. Podria ser mejorada la capa según algunos diseños, siendo la parte de distribuir un pavimento. De esta manera la subrasante podemos definirlo como la capa que esta en grado de desplazamiento de tierras como el relleno y ,el corte ,donde el pavimento se instala sobre el. (Manual de carreteras - Seccion suelos y pavimento, 2014, p. 24-25)

De igual manera una vez que hablamos del metodo para estabilizar suelos se refiere a que hay diferentes posibilidades para la estabilizacion o el mejorar el suelo, como las siguientes posibilidades : Estabilizacion mecanica y fisica , la termica , la electrica , la quimica, ect (Castro 2017,p.34).

La CCA que a sido citado en revistas cientificas, en la mayoria de casos la capa esta cubierta , tambien es aspera , fibrosa y resiste a las diferentes condiciones climaticas, tiene la capacidad de defender al grano de arroz y no provocar deterioro a lo largo de su tiempo en que se va desarrollando, provocados por los ataques de los insectos o tambien de hongos, tambien podemos decir que la cascara de arroz no sirve para ser consumido por un ser humano por contener Silice en un alto contenido.(Vargas, 2013, p. 31).

De esta manera la CCA, se logra consiguiendo al quemar la cascara de arroz, quemandolos en hornos donde se lograra controlar o al aire libre, donde se va consiguiendo la puzolona.Es muy esencial, que la CCA poder ser usado como un

material estabilizador para el mejoramiento de los suelos como por ejemplo: la subrasante, la sub-base y la base, combinándolo para obtener una optimización de sus características como resistir e impermeabilizar, donde la siguiente investigación está contribuyendo al estudio y aplicación de la CCA (Castro 2014, p. 6-7).

Algunos estudios realizados nos dan a indicar que existe un material que posee un contenido alto de sílice, como es la CCA y que es bastante simple generar o crear este puzolánico en su estructura mineral, también por ser un material simple de encontrar en diferentes ubicaciones, hablamos del arroz el cual es un alimento primordial. Actualmente es parte importante de todo el mundo, generan aproximadamente 120 millones de toneladas de cascarilla de arroz todos los años. La interacción CCA es aproximado del 18% en el mundo la obtención de CCA, puede conseguir entre 21 millones de toneladas por año (Lopez 2013, p.8).

Estudios realizados, nos indican que la CCA contiene propiedades interesantes como por ejemplo: tiene una fibra corta el cual cubre al grano de arroz para defenderlo de su entorno, su extensión cambia de 5 mm y 1 mm, va a depender de las características que se le vaya a considerar, posee una composición serpenteada y un aspecto algo irregular. Posee características bastante rugosas, en el nivel de morsh tenemos 6, en su estado oriundo.

Su fundamental peculiaridad de la CCA es su valor calorífico en sílice, como se puede observar en el anexo 4, cuanto mayor es el valor calorífico, menor será el contenido de humedad y por consiguiente más grande el sílice (Allauca, Amen y Lung 2009, p.33).

En cuanto a la CCA en sus características minerales que posee, podemos mencionar que a través del tiempo la cascara del arroz se quemaba de manera desenfrenada y esto provoca que se genere puzolonas bastantes pobres, hace aproximadamente 45 años aparecieron algunas técnicas para lograr mantener el control en el momento de quemarla, pudiendo tener como consecuencia el no llegar a perder el sílice el porcentaje elevados para obtener un material altamente puzolánico.

Teniendo de forma química al silice amorfa reaccionando , llegando a obtener un mejor material y un comportamiento óptimo , de acuerdo a los estudios realizados se a llegado a comprobar que el quemar la cascara de arroz en hornos industriales provoca que llegue a ser muy alto en silice , consiguiendo una mejor puzolona, llegando incluso hasta el 95% de silice, podemos obtener un silice muy pobre en campo abierto al no poder contralar el tiempo, ver tabla 1. (Llamoga 2017, p. 27).

Tabla 1: Propiedades minerales de CCA despues de ser quemadas.

COMPONENTES QUIMICOS.	CENIZA DE CASCARA DE ARROZ %.
<b>SiO2</b>	<b>94.1</b>
<b>Al2O3</b>	0.12
<b>FE2O3</b>	0.30
<b>CaO</b>	0.55
<b>MgO</b>	0.95
<b>K2O</b>	2.10
<b>Na2O</b>	0.11
<b>P2O5</b>	0.41
<b>SO3</b>	0.06
<b>Tio2</b>	0.05
<b>CL</b>	0.05
<b>PERDIDA</b>	1.1
<b>TOTAL</b>	<b>99.9</b>

Fuente: Allauca, Amen y Lung, (2009).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo de diseño de investigación.**

En la presente investigación es aplicada, busca la forma de conocer, resolver y detectar la verdad, del problema, está más centrado en ejercer rápidamente sobre un problema, en vez de los conocimientos universales desarrollarlos. (Borja, 2012, p.10).

La investigación es aplicada porque tendrá como objetivo el solucionar un problema de enfoque científico, enfocándose en la averiguación de su aplicación.

De acuerdo a nuestro trabajo de investigación, será de un nivel explicativo, de igual manera tenemos la posibilidad de conceptualizar, también que esta clase de trabajos, no solo se trata de en explicación a través de conceptos, fenómenos o de entablar a qué tipo de interacciones en medio de estos, permanecen direccionados a reconocer a los responsables de fenómenos sociales o físicos, los eventos y sucesos (Baptista, Fernández y Hernández, 2014, p.126).

Está vinculado al estudio y buscar encontrar la cercanía con el problema, intentando determinar las diferentes causas, también el detallar los fenómenos y busca explicar cómo se comporta la variable.

El enfoque que posee de acuerdo a nuestro trabajo de investigación es cuantitativa. Ya que se aplica el proceso siguiente de forma secuencial: empieza con iniciativa y una vez que se tiene definidas, se va a establecer los objetivos e interrogantes de investigación, la literatura se examina y está establecido en el marco teórico. Luego se inspeccionan las preguntas y los objetivos, las respuestas preliminares en hipótesis se traducen y está establecido en la muestra.

En conclusión, al emplear herramientas los datos serán seleccionados (habitualmente mediante análisis estadísticos) y los resultados se identifican (Baptista, Fernández, y Hernández, 2014 p. 17).

Sera cuantitativo, porque se analizará y se recopilará información numérica, sobre la variable, usando datos cuantitativos.

Nuestro trabajo de investigación su diseño es experimental, nos muestra el manejo más variable o también una variable, donde intervienen como causas, que es la variable independiente y establecer los efectos en la variable dependiente dentro de la observación por parte del investigador o investigadores. (Baptista, Fernández, Hernández, 2014 p. 17).

La investigación que se está realizando es experimental, utilizaremos en distintos porcentajes el CCA que es nuestra variable independiente, con el propósito de transformar y evaluar los efectos en la variable dependiente que es la subrasante de la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes.

### **3.2 Variables y operacionalización.**

Operacionalización de acuerdo a su concepto, mediante el proceso donde las variables se medirán formuladas en la hipótesis, lo que en diversos casos llegara a mejor ser preciso dividir en indicadores que logren medirse. Las encuestas no se realizan sin utilizar indicadores que midan los supuestos de las variables en su conjunto.

Generalmente siempre la variable se emplea al objeto o grupo explorado, donde da otros valores donde va a depender la variable estudiada. En donde el investigador define sus indicadores de las variables antes de seleccionar datos. Para producir datos que sean cuantificables concretos, se tiene que utilizar términos operativos. (Borja,2012, p. 24).

**La variable Independiente:** Ceniza de cascara de arroz.

**La Variable Dependiente:** subrasante.

### 3.3 Población, muestra y muestreo.

Empezamos a definir cada uno de los conceptos relacionados con la población, la muestra, el muestreo y la unidad de análisis:

**A. Población:** Comunidad formada por todos los temas de investigación de los que queremos obtener resultados. Se necesita definir este grupo para tener en claro si algún organismo está perteneciendo una determinada población (Rubín, Levin y Samaniego, 1996, p.10).

En la presente investigación lo conforma la siguiente población en la Calle San Juan de Dios 2da etapa en Ciudadela Noé con Calle Los Cardos 3era etapa de la Provincia – Tumbes, del Distrito-Tumbes, la cual cuenta con 1000.00 m lineales (0+000 hasta 0+1000) con dos carriles la calzada y un ancho de 2.50m en cada uno de sus carriles.

Su geografía lo podemos encontrar entre las coordenadas UTM: Siendo sus coordenadas de inicio siendo (- 3.571797; - 80.421967) y las coordenadas finales (- 3572126; - 80.414023).

**B. Muestra:** La muestra se conceptualiza como un subconjunto de una población. Difícilmente toda una determinada población se puede llegar a medir, porque lo que hacemos o elegimos es una muestra, desde luego, el subconjunto intenta a la población representarla con precisión. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 175).

Nuestro estudio a la población lo representa la muestra, donde también es una probabilidad porque en cualquier lugar del nivel de integración tiene la probabilidad de ser elegida para formar parte de la muestra y se determina de la siguiente forma su tamaño. Para poder determinar nuestra muestra su tamaño se realizó el cálculo, utilizando la fórmula de muestra finita, obteniendo como resultado:

$$n = \frac{1000 * 2.33^2 * 0.50 * 0.50}{0.02^2 * (1000 - 1) + 2.33^2 * 0.50 * 0.50} = 772.54 \text{ m}$$

Se pretende realizar el estudio por de 1000.00 m lineales en la Calle San Juan de Dios, 2da etapa de la ciudadela Noé con la calle Los Cardos 3era Etapa- de la Provincia - Tumbes, del Distrito – Tumbes, para lograr obtener un 98% en seguridad.

**C. Muestreo:** como el muestreo se comprende, del procedimiento a utilizar para elegir qué mecanismos de la muestra total de la población. (Mata, 1997, p. 19).

Nuestro estudio tendrá como tipo de muestreo el cual será probabilidad aleatoria simple donde distintos participantes de la investigación poseen la igual posibilidad de ser seleccionados para la prueba como parte de la muestra.

En nuestro estudio hemos tomado como muestra: 1000.00 m lineales de la Calle San Juan de Dios 2da etapa de la ciudadela Noé con Calle Los Cardos 3era etapa de la Provincia – Tumbes, del Distrito – Tumbes.

Se va a considerar en nuestra investigación recoger 2 muestras de suelo en estado natural, utilizando calicatas, localizadas con progresivas: C1: 0+450, C2: 0+900.

Continuando con el procedimiento de la norma, ASTM D 420 señalado en el manual de carreteras 2014 del capítulo IV suelos, del Ítem 4.1, donde nos muestran modelos para realizar la exploración del suelo y el muestreo.

**Figura 1: Numero de calicatas requeridas para exploración de suelos.**

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Numero mínimo de calicatas	Observacion
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o mas carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. - Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicaran longitudinalmente y en forma alterna
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o mas carriles.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. - Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de primera clase: con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicara longitudinalmente y en forma alterna
Carreteras de segunda clase: con un IMDA entre 2000-4001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 3 calicatas x km	
Carreteras de tercera clase: con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 2 calicatas x km	
Carreteras de bajo volumen de transito: carreteras con IMDA < 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 1 calicatas x km	

Fuente: Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Numero de ensayos requeridos que se utilizaran en la sub rasante: Al extraer las muestras de nuestra subrasante para poder realizar el ensayo de CBR, que numero de ensayos se tendrá que realizar para mejorar y rehabilitar pavimentos nuevos, Según en carreteras que son de tercera clase se tendrá que realizar cada 2 kilómetro una prueba de CBR. (Manual de carreteras, suelo y pavimento 2014, p.30).

**Figura 2:** Número de ensayos CBR para subrasante.

Tipo de carretera	Nº MR Y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o mas carriles	- Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR Cada 1 km x sentido. - Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR Cada 1 km x sentido. - Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km x sentido y 1 CBR Cada 1 km x sentido.
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o mas carriles.	- Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR Cada 1 km x sentido. - Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR Cada 1 km x sentido. - Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km x sentido y 1 CBR Cada 1 km x sentido.
Carreteras de primera clase: con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	-1 MR cada 3 km y 1 CBR Cada 1 km x sentido
Carreteras de segunda clase: con un IMDA entre 2000-4001 veh/día, de una calzada de dos carriles	-Cada 1.5 km se realizara un CBR
Carreteras de tercera clase: con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	-Cada 2 km se realizara un CBR
Carreteras un con IMDA < 200 veh/día, de una calzada.	-Cada 3 km se realizara un CBR

**Fuente:** Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

**D. Unidad de análisis:** Esta dada la unidad de análisis con cada procedimiento de estudio que se realizara, dando un total de dos tratamientos, incluyendo el 0% según lo indica la tabla 3.

Tabla 2: Organización de unidad de estudio de la subrasante.

	CALICATA 1.			CALICATA 2.		
	0%	4%	6%	0%	4%	6%
Porcentaje de CCA.	0%	4%	6%	0%	4%	6%
Métodos para subrasante.	M1-1	M1-1	M1-1	M2-2	M2-2	M2-2
Granulometría por tamizado.	1	0	0	1	0	0
Limite liquido.	1	0	0	1	0	0
Limite plástico.	1	0	0	1	0	0
Clasificación por AASHTO.	1	0	0	1	0	0
Clasificación por SUCS.	1	0	0	1	0	0
Proctor modificado.	1	1	1	1	1	1
CBR	1	1	1	1	1	1
	13 UNIDAD			13 UNIDAD		

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Se conceptualiza como técnicas e instrumentos de recolección de datos, el obtener información mediante la observación, entrevistas, encuestas y cuestionarios.

Utilizaremos como técnica, en este trabajo de investigación es de la observación, por lo tanto, se realizó la visita del asentamiento ciudadela Noé 2da etapa de la Región en Tumbes donde está la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa, por lo cual se registra lo visto en campo sus propiedades que posee en su estado actual la calle y cómo será su comportamiento ante la adición de la CCA.

De esa manera se sugiere que la recolección de datos, su instrumento es donde se debe anotar datos y mediciones para de esta forma verídicamente representar las variables y conceptos que el investigador tiene como su objetivo. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 199).

En esta investigación que hemos realizado, se procedió el registró por medio de fichas en la recolección de datos donde se anotó los diferentes resultados que se obtuvo de los diversos ensayos que se han realizado, efectuando gráficos y luego comparar con los diferentes ensayos el estado el cómo se encuentra la subrasante para la realización de un pavimento agregando la CCA, con el objetivo de conseguir el mejoramiento para lograr tener un contenido húmedo óptimo, un adecuado porcentaje de absorción y gran resistencia del suelo.

Estas fichas técnicas de registro pertenecen desarrolladas conforme con la norma ASTM, adaptada por el MTC para los ensayos y de esta forma comenzar a analizar los datos que se han logrado obtener.

**Tabla 3:** Fichas técnicas de los ensayos.

Fichas técnicas de los ensayos.	Norma.
Exploración de suelos.	(ASTM D420-69) manual de carreteras 2014.
Granulometría por tamizado.	(ASTM D 6913 M- 17 / D6913 M-17) apoyado en la anterior norma que fue retirada en el 2016 ASTM D422, MTC E107.
Limite líquido.	(ADTM D 4318-17) MTC E 110.
Limite plástico.	(ADTM D 4318-17) MTC E 111.
Clasificación SUCS Y ASHTO.	(ASTM D2487-17 /ASTM D3282-17) MTC E145.
Proctor modificado.	(ASTM D1557-12) MTC E115.
Valor de soporte de califonia.	(ASTM D1883-16) MTC E132.

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

Para lograr comenzar a recolectar datos se va a necesitar utilizar herramientas, donde se indiquen cada una de las medidas ordenadamente.

**Tabla 4:** Instrumentos de recolección de datos.

DIMENSIONES.	INSTRUMENTO.		NORMA.
	TECNICA.	ANALISIS DE RESULTADOS.	
CCA.	Observación y recolección.	Dosificación.	
Exploración de suelo.	Observación y recolección.	Extracción de calicata.	ASTM D420-69
Estudio de mecánica de suelos.	Observación y recolección.	Granulometría por tamizado.	ASTM D6913-17
Estudio de mecánica de suelos.	Observación y recolección.	Limite líquido.	ASTM D4318-17
Estudio de mecánica de suelos.	Observación y recolección.	Limite plástico.	ASTM D4318-17
Estudio de mecánica de suelos.	Observación y recolección.	Clasificación SUCS y ASSHTO.	ASTM D2487-17 ASTM 3282-17
Contenido de humedad.	Observación.	Proctor modificado.	ASTM D1557-12.
Resistencia del esfuerzo.	Observación.	(CBR).	ASTM D1883-16.

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

De acuerdo con el concepto, la validez del contenido tiene relación con la calidad en que una herramienta refleja un dominio específico de contenido de lo cual se mide (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 201).

Con el objetivo a poder determinar las características que posee el suelo y al mezclar el suelo con la CCA en las distintas proporciones, visitaremos un laboratorio encargado de la parte mecánica de suelos, que tengan la

autorización de producir certificados válidos para la norma ASTM y los instrumentos el cual se dará validez, al ser firmado por la persona especialidad. Sin embargo, la confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia al nivel en que la aplicación repetida a un objeto o a la misma persona creas los mismos resultados. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 200).

Los instrumentos podemos decir que son confiables debido a que la información recibida considera que los equipos usados en los análisis permanecen de manera correcta calibrados para lo que se presentaran los certificados de calibración de los equipos a usar en todos los ensayos y el certificado del laboratorio.

### 3.5 Procedimientos.

Los siguientes procedimientos se describen como se ejecutará el desarrollo de la investigación.

**Tabla 5:** Procedimientos.

PROCESOS.	DESCRIPCIÓN.	TIPO Y/O NORMA.	TIEMPO/ DÍAS.
1er.	Procedimientos para obtención de los materiales.	Exploración de suelos, 2 calicatas/ ASTM D420-69 MTC 2014.	3
		Acopio y transporte de ceniza de cascara de arroz.	
2do.	Procedimiento para recolección de datos.	Granulometría por tamizado/ ASTM D6913/d6913 m-17.	2
		Limite liquido/ ASTM D4318-17.	2
		Limite PLASTICO/ ASTM D4318-17.	2
		Clasificación SUCS y ASSHTO/ ASTM D2487-17 ASTM D3282-17.	2
		Proctor modificado/ ASTM D1557-12.	8
		Valor de soporte de california (CBR) ASTM D1883-16.	8
3er.	Procedimiento para análisis de recolección.	Se analizan los datos mediante en oficina mediante, hojas de cálculos y gráficas relacionadas con las especificaciones del manual EG- 2013 MTC.	2
			2
			3
4to.	Resultados.	Se redacta los resultados de acuerdo a los objetivos trazados, comprobando los resultados hallados entre la teoría, y que todo tenga sentido con los objetivos del estudio.	8
	Discusión.		
	Conclusiones.		
Días totales de la investigación.			42

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

### **3.5 Procedimientos para obtener los materiales.**

**3.5.1** Se procedió el análisis del suelo a nivel de la subrasante, realizando 2 calicatas de acuerdo con la norma ASTM D420-69/ Manual de carreteras 2014, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes, para después lograr determinar las características del suelo en estado natural y en el laboratorio la incorporación de la CCA.

**3.5.2** Se acumuló la CCA, para así incinerarla al aire libre. Para luego combinarla con el suelo en estado natural de la subrasante agregándole los porcentajes de 4% y 6%, medios respectivamente en una balanza calibrada.

### **3.6 Método de análisis de datos.**

Los tesisistas intentan describir con los datos que posee, realizar análisis estadísticos para así relacionarlas con sus variables. Efectuar un análisis estadístico descriptivo de cada una de las variables en la matriz y el estudio, donde al final se utiliza cálculos estadísticos para probar su hipótesis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 282).

Para la investigación se procedió a utilizar la metodología científica estadística, para realizar tabulaciones de los resultados que se han obtenido, la sistematización y el procesamiento. Obteniendo los datos donde se presentan en las figuras generados, de esa manera poder darle validez a la hipótesis, se realizó estadística descriptiva.

### **3.7 Aspectos éticos.**

En las investigaciones científicas que se realiza y en la utilización de nuevos conocimiento producto de la ciencia necesitan tener un comportamiento ético que caracterice al investigador. Si no posee este comportamiento, para la práctica científica, no tendrá un lugar.

De esa manera nosotros mismos siendo participantes en este plan de investigación se debe actuar con valores y principios que hemos logrado adquirir en el hogar inculcados por nuestros padres y nuestro asesor de la universidad

Cesar Vallejo, dichos valores éticos que tenemos la posibilidad de nombrar: Responsabilidad, Justicia, Solidaridad, Tolerancia y Libertad.

Los investigadores del presente proyecto titulado “Estabilización de suelo con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en el distrito – Tumbes, 2021” se compromete a respetar la autenticidad del contenido, así como la confiabilidad de las fuentes que se han citado.

#### IV. RESULTADOS

En nuestro trabajo de investigación, nuestros resultados que se han obtenidos en el laboratorio de suelos y concreto SUELO MAS EIRL, extraída la muestra de la parte de subrasante en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la ciudadela de Noe que une con la Calle los Caros 3era Etapa- Tumbes 2021, al adicionarle la CCA, con la finalidad de lograr con los objetivos específicos que nos hemos planteados en nuestro proyecto de investigación. De acuerdo como establece la norma del ASTM y MTC del manual de ensayos de materiales, fueron realizados los diferentes ensayos de laboratorio.

Análisis Granulométrico de la Subrasante:

**Tabla 6:** Resultados del Análisis Granulométrico de la Subrasante.

Análisis Granulométrico de la subrasante.						
Muestras.	Gravas (%)	Arenas (%)	Limos y arcillas (%)	Humedad (%)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
Calicata 1.	0.00	17	83	11.70	CL	A-7-6
Calicata 2.	0.00	17	83	11.70	CL	A-7-6

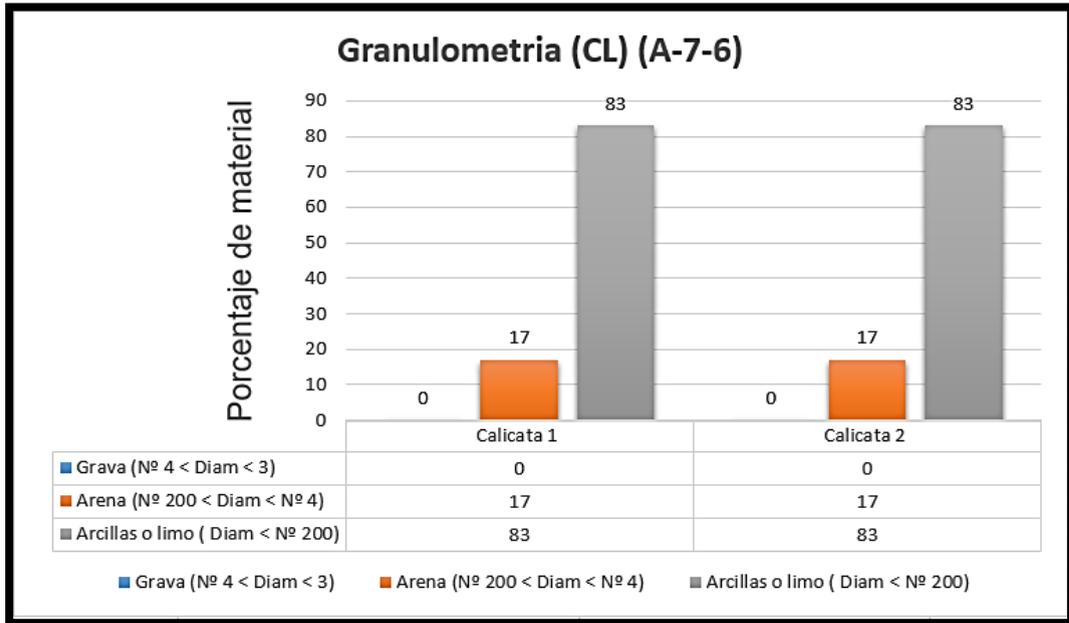
**Fuente:** Elaboración propia (2021).

**Interpretación:** En el ensayo de granulometría, los resultados hechos por el tamizado el cual presentamos en la tabla 6, se logra ver que los materiales de la subrasante que se han obtenido con las 2 calicatas. Son homogéneas, de acuerdo al método del AASHTO, donde nos clasifica nuestra subrasante, lo ubica en la categoría de A-7-6 Arcilla de mediana plasticidad, por su parte según la clasificación SUCS arcilla inorgánicas de baja comprensibilidad CL y 11.70% en su contenido de humedad promedio.

Se realizó el ensayo de granulometría, utilizando la norma ASTM D422, para cumplir con el manual de carreteras 2014, en donde no dice que al determinar una proporción de los diversos elementos que lo constituye, el cual se encuentran clasificado de acuerdo a su función del tamaño, en el ensayo

MTCE-107. En donde dan indicaciones que los suelos estarán clasificados y descritos de manera obligatoria por ASSHTO y SUCS.

**Figura 3:** Análisis granulométrico de la subrasante.



**Fuente:** Elaboración propia (2021).

**Interpretación:**

Según de acuerdo como se ha procesado los datos en la figura 3, podemos destacar lo homogéneo que existe entre el porcentaje del material entre las 2 calicatas, en donde arrojan un resultado de 17.00% en arena, en 83.00% en lo que es arcilla y limo, con un 0.00% en grava del total del material, Según estos resultados que se han realizado, de acuerdo a las calicatas que se han hecho en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé que une con la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021, material llevado al laboratorio de suelos y concreto SUELO MÁS E.I.R.L con el respectivo tamizado se tuvo que las 2 calicatas, es un suelo con arcilloso con restos inorgánicos de baja compresibilidad CL, según indica en la clasificación SUCS, mientras tanto en la clasificación AASHTO nos está indicando la categoría A-7-6 Arcilla de mediana plasticidad.

## Ensayo de Proctor Modificado de la Subrasante:

**Tabla 7:** Resultado del proctor modificado de la subrasante.

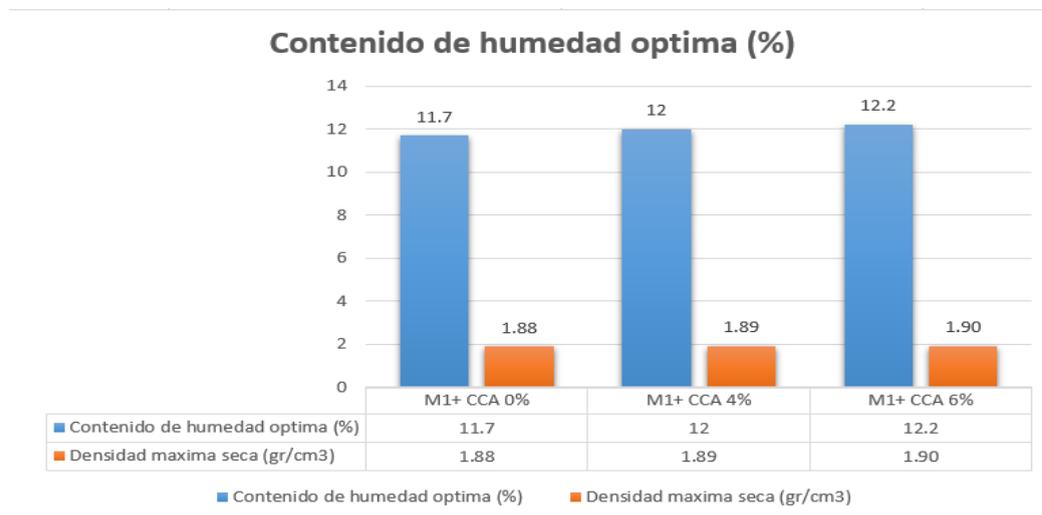
Muestras.	Proctor modificado de la subrasante.	
	Contenido de Humedad. Optima (%)	Densidad máxima seca. (gr/ cm <sup>3</sup> )
M1 + CCA 0%	11.70	1.88
M1 + CCA 4%	12.00	1.89
M1 + CCA 6%	12.20	1.90

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

Interpretación: Como se puede ver en la tabla 7, los ensayos que se han realizado con el Proctor Modificado, Se tomo a la muestra (M1 + CCA 0%), en donde el dato que se obtuvo de esa muestra es de 1.88 gr/cm<sup>3</sup> relacionado con su densidad máxima seca , y también teniendo 11.70 % en su contenido de húmeda óptimo para la compactación de las diversas muestras se han realizado en donde se le empezó adicionar la CCA.

El ensayo del Proctor modificado se realizó utilizando como guía la norma del ASTM D1557, dando con el cumplimiento del manual de carreteras 2014, que a las muestras que se han extraído de las diferentes calicatas ,en el momento de realizar el ensayo del Proctor modificado se debe efectuar según como estipula el ensayo MTC E115 , para su compactación, de esa manera determinar qué relación tiene entre el contenido de humedad y su peso unitario seco que tiene los suelos o con la curva al compactar el suelo usando energía que esta modificada con 2700 kn m/m<sup>3</sup>.

**Figura 4:** Proctor modificado de la subrasante.



**Fuente:** Elaboración propia (2021).

**Interpretación:** A partir de los resultados del ensayo de acuerdo al procesar los datos que se puede mostrar en la figura 4, El Proctor modificado se utilizó como referencia a la muestra (0% de CCA). Por lo que, la muestra al tener agregado este material se logra obtener un rendimiento destacado al 4% de ceniza de cascara de arroz. Con su densidad seca máxima de 1.89 gr/cm<sup>3</sup>, en donde el mejor contenido de agua al compactar es de 12%, la muestra se coloca en el molde del Proctor modificado. Donde al final al utilizar una muestra con CCA al 6%, la densidad máxima seca llego a 1.90 gr/cm<sup>3</sup> y un mejor contenido de humedad optimo al compactar es 12.20%.

**Análisis y Contrastación del primer Objetivo Específico:** Según estos resultados que hemos obtenidos con los diferentes ensayos, se puede observar como al agregar mas ceniza de cascara de arroz en diferentes y diversos porcentajes, en el contenido de humedad optimo su porcentaje tiende a incrementar y se puede observar que la máxima densidad seca es de 1.90 gr/cm<sup>3</sup> , al adicionarle el 6% de ceniza de cascara de arroz tenemos un 12.20% en su contenido de humedad óptima para su compactación, Provocando que los vacíos se reduzcan , por lo tanto la densidad que posee el suelo aumenta.

Probado la influencia podemos asumir que estamos aceptando el primer objetivo específico.

## Ensayo de CBR de la Subrasante:

**Tabla 8:** Resultados de CBR de la subrasante.

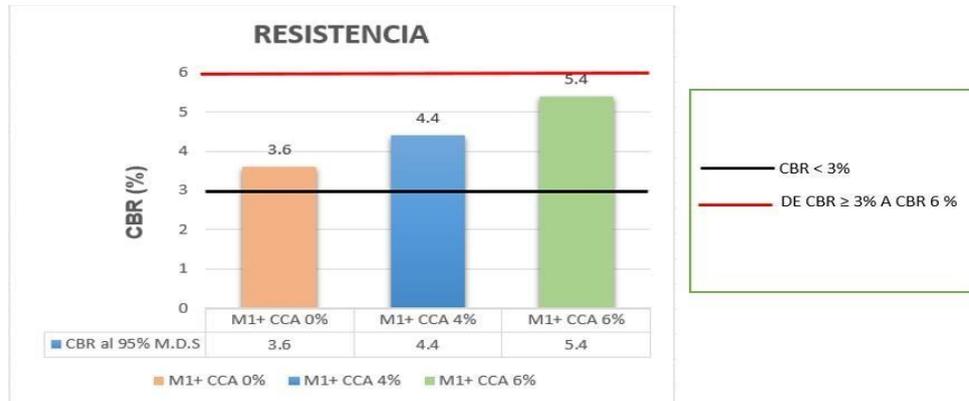
Muestras	CBR de la subrasante.			
	CBR al 95% M.D.S.		CBR al 100% M.D.S.	
	0.1	0.2	0.1	0.2
M1 + CCA 0%.	3.6	4.7	5.8	6
M1 + CCA 4%.	4.4	4.2	8.2	8.6
M1 + CCA 6%.	5.4	4.2	8.7	8.9

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

**Interpretación:** A partir de los resultados, de los ensayos que se han realizado podemos observar en la tabla 8, que el CBR al 95 % y 100 % con una penetración de (0.1" y 0.2"), se tomó como muestra al patrón (M1 + CCA 0%). Donde los respectivos datos obtenidos de la muestra nos indican que es de 1.88 gr/cm<sup>3</sup> relacionado con su densidad máxima seca y de 11.7% en su contenido de húmeda óptimo, se realizó también al molde saturarlo, para después medir la resistencia que posee , al utilizar el CBR se tuvo como resultado 3.6% al tener una penetración de 0.1" y 4.7% a 0.2" al 95% M.D.S. Podemos observar también como los valores que posee el CBR en las diversas muestras que se han realizado al adicionarla la CCA.

El ensayo de CBR se realizó guiando con la norma ASTM D1883, con el cumplimiento del manual de carreteras 2014, el nos indica que como realizar el ensayo de CBR se de efectuar la excavación de calicatas para la extracción de muestras ,Según nos indica el ensayo MTC E 132, para lograr determinar un índice de resistencia que tiene los suelos, también conocido como el valor de relación de soporte, este ensayo se utiliza para la evaluación de la resistencia de la subrasante, El valor se encuentra referido al 95% de la M.D.S. Con una penetración de carga de 0.1", después de que se define cual es el valor del CBR que posee el suelo, se clasifica su categoría de subrasante en el cual este corresponde, ver Tabla 17.

**Figura 5:** CBR de subrasante.



**Fuente:** Elaboración propia (2021).

Interpretación: A partir de los resultados, de los ensayos que se han realizado y de acuerdo el procesamiento de todos los datos se observa en la figura 5, En el CBR se tomo la muestra con el patrón (0% de CCA), según esto, la muestra que se añadió el 6% del CCA sobresale con máxima densidad seca de 1.90 gr/ cm<sup>3</sup> y de 12.20% en su contenido de humedad para su compactación, del cual se obtuvo del Proctor modificado, al lograr en su saturación una medición del CBR 5.4%, con una penetración correlacional de 0.1” al 95 MDS, de acuerdo nos indica el MTC para la subrasante. Como último, la muestra que contiene 4% de ceniza de cascara de arroz posee una máxima densidad seca de 1.890 gr/cm<sup>3</sup> y 12% el cual se obtuvo del Proctor modificado, de esa manera se logró disminuir su saturación del CBR a 4.4% con una penetración correlacional de 0.1” al 95% MDS.

**Análisis y Contrastación del Segundo Objetivo Específico:** Según los resultados que hemos obtenidos de los ensayos, se puede observar que el CBR en sus valores , incrementa llegando un limite ,al adicionar mas ceniza de cascara de arroz , el valor de CBR optimo que se obtuvo al adicionarle 6% de ceniza de cascara de arroz se tuvo el incremento de 4,4% a 5.4%, podemos mencionar que existe un aumento de 1% en su resistencia, de esa manera se logro de acuerdo a su clasificación del MTC en categoría de subrasante (insuficiente), al probar como influye, no se estará aceptando el segundo objetivo específico.

### Porcentaje de Absorción de la Subrasante:

**Tabla 9:** Resultados del porcentaje de absorción de la subrasante.

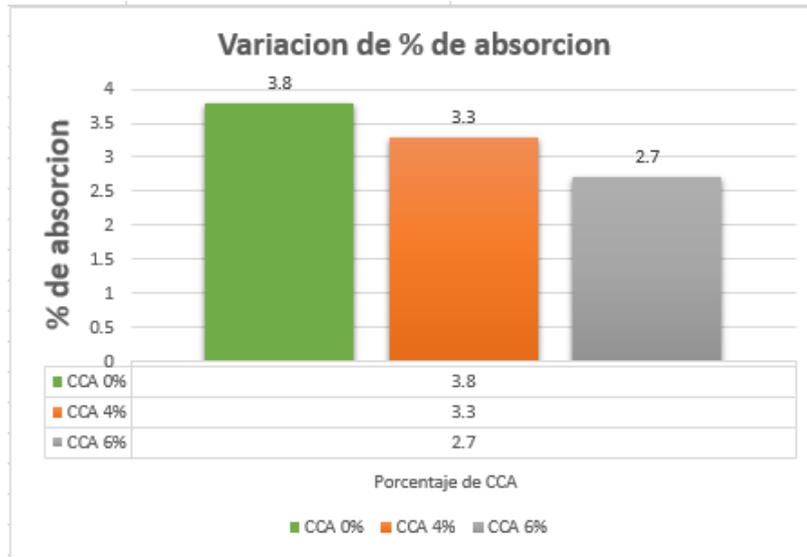
Muestras.	Porcentaje de adsorción de la subrasante.
M1+ CCA 0%.	3.8%
M1+ CCA 4%.	3.3%
M1+ CCA 6%.	2.7%

**Fuente:** Elaboración propia (2021).

**Interpretación:** A partir de los resultados, de los ensayos realizados y de acuerdo al procesamiento, como se puede observar en la tabla 9. El porcentaje de absorción de esta subrasante, se tomó como patrón a la muestra (M1 + CCA 0%), donde los datos que se obtuvieron son de 3.8% de la absorción de agua. Se puede observar también cómo cambia el porcentaje de absorción a las diversas muestras que se han realizado, donde se le adiciona la CCA.

De los cálculos que se han hecho del CBR, se tomó como guía la norma ASTM D1883 y el ensayo MTC E132 del ítem 7.1.3, para determinar su absorción del agua, también se midió el porcentaje de humedad después y antes de saturar el molde, se utilizó la fórmula  $A\% = \% \text{Humedad después} - \% \text{Humedad antes}$ , al restar ambas se utiliza el porcentaje de agua absorbida.

**Figura 6:** Porcentaje de absorción de la subrasante.



**Fuente:** Elaboración propia (2021).

**Interpretación:** A partir de los resultados, de los ensayos realizados y de acuerdo al procesamiento de los datos, como se puede observar en la figura 6, se tomó como muestra al patrón (M1 + CCA 0%), el cual posee 3.8% de absorción de agua, por lo tanto, se puede apreciar que existe una reducción de 0.5% en la absorción, al adicionarle 4% de CCA, después a 0.6 de absorción con la adición de 6% de CCA.

**Análisis y Contrastación del Tercer Objetivo Específico:** A partir de los resultados de los diferentes ensayos, se puede observar que el porcentaje de absorción, tiende a disminuir al ser adicionado con la CCA, provocando un efecto de reducir el índice de vacíos, y aumentando la compactación de las diferentes muestras. Al probar como influye, estaríamos aceptando el tercer objetivo específico.

## V. DISCUSIÓN

- A partir de estos resultados que se han obtenido, se procede a debatir y comparar los resultados de la presente investigación con la teoría que se relacionan al tema y los antecedentes que se elaboraron previamente.
- Los resultados que se han encontrado de acuerdo a sus valores, tiende a tener relación con lo que nos sostiene (López, 2021) nos indica que el incorporar la ceniza de cascara de arroz, tomara influencia al estabilizar la subrasante de un suelo, en los resultados que posee este antecedente tiene semejanza con nuestro proyecto de investigación, de esa manera aceptando el objetivo general: Determinar si la adición de la ceniza de cascara de arroz, influye en la estabilización de un suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021.
- Según la tesis de (Murillo, 2015) nos indica que obtuvo un mejor comportamiento al 4% de CCA al suelo, logrando incrementar su contenido de humedad óptima.
- Según la tesis de (Gonzales y Martínez, 2020) Señala que el ensayo que realizo, aprecia que su humedad optima es de 24% para la compactación del suelo al adicionar 12% de CCA.
- Según la tesis (Vílchez, 2019), Señala que su contenido de humedad optimo va aumentando, de acuerdo sea más alto el porcentaje de ceniza de cascara de arroz. El aumento que tiene va de 12.80% al inicio, después a un 3% de ceniza para que llegue a 13.20%, pasando a un 5% de ceniza siendo esta de 13.80% y finalizando con 10% de ceniza a 14.70%, cual esto da a entender de un mejoramiento en su estabilidad.

- Si realizamos la comparación de los proyectos de tesis que se han realizado, concluye que existe una similitud, ya que en los diferentes proyectos se logro obtener un incremento en su contenido de húmeda óptima.

De los diferentes valores que se han encontrado en los diferentes resultados se verifico , como con nuestra investigación y se obtuvo que existe una influencia con el contenido de húmeda optima al incorporar los diversos porcentajes de ceniza de cascara de arroz , de 4% y 6% del peso total de la muestra, encontrando un destacado y mejor comportamiento con 4% de adición de ceniza de cascara de arroz, llegando a tener un incremento de 11.70% a 12.20% de contenido de humedad.

- Según la tesis de (Llamoga, 2017) nos indica que el incorporar la ceniza de cascara de arroz a un suelo natural, influirá en mejorar la resistencia de la subrasante de un suelo, también nos llega a mencionar que al adicionar 7.00% de ceniza de cascara de arroz se logró incrementar su resistencia o el índice de CBR de 7.80%
- Según la tesis de (Moquillaza y Vicente, 2020), señala que el CBR en sus valores tienden a tener un aumento cuando se agrega en cantidades mayores de ceniza de cascara de arroz, este valor llega a crecer hasta 23.70% , dando una representación en aumento de hasta 5.50% veces al darle una comparación con la muestra en estado natural ,el efecto que provoca la ceniza de cascara de arroz en el CBR hace que aumente, llegando incluso a mejorar y superar el valor de 6.00% de CBR, de esa forma , el suelo es óptimo para la construcción de un nuevo pavimento que sea de bajo tránsito.

- Si realizamos una comparación de los proyectos que se han realizado, llegamos a mencionar que son similares, porque en esas investigaciones se utilizó, parecidos porcentajes de ceniza de cascara de arroz, pero con la diferencia en la obtención de los resultados de CBR, se logró comparar que al adicionar CCA se puede llegar a mejorar la subrasante, a pesar de tener diferentes tipos de suelos,

Con los datos que hemos obtenido, tenemos como resultado que la ceniza de cascara de arroz, tendrá influencia en la resistencia al incorporarle al suelo natural diversos porcentajes como 4% y 6% de ceniza de cascara de arroz del peso de la muestra del suelo natural, también se observa que existe un incremento en el índice del CBR, al lograr mejorar el comportamiento al 6% de ceniza de cascara de arroz teniendo un incremento de 5.4%
- Según la tesis de (Cueva y Ciriaco, 2020) señala que la combinación de la cascara de arroz con el suelo en estado natural de la subrasante tiende a absorber menos cantidad de agua, al agregar mas ceniza de cascara de arroz tiende a ver una disminución en su porcentaje de absorción, según sus edificaciones que se planteo en utilizar de 10.00%, 15.00% y 20.00% de ceniza de cascara de arroz, para después de sumergirlas se tuvieron los resultados de 3.20% a 2.80%
- Según la tesis de (Panta y Paytan, 2020) señala que la Ceniza de cascara de arroz: Patrón: 0%= 3.00, 14%= 1.676, 18%= 1.446, 24%=1.258. Evalua como esto influye al adicionar el 14.00%, 18.00% y 24.00% de ceniza de cascara de arroz, en disminuir su porcentaje de absorcion en la subrasante. Se tiene que al realizar los ensayos mecanicos influyeron mucho en disminuir el porcentaje de absorcion, al utilizar la ceniza de cascara de arroz, en donde queda probado que al suelo en estado natural el cual se encuentra clasificado como un suelo arcilloso , tiene un porcentaje de absorcion de 2.20% , en el paso que se le fue agregando ceniza de cascara de arroz en un porcentaje de 14.00% , 18.00% y

24.00%, en donde se encontro un mejor resultado en la disminucion de porcentaje de absorcion fue el de 18.00% lleugo a disminuir hasta un 1.02% , siendo un valor favorable y optimo.

Podríamos decir que nuestros resultados concuerdan con las investigaciones (antecedentes), porque se logra disminuir el porcentaje de absorción, de acuerdo a las investigaciones de los tesisas mencionados disminuye el porcentaje de absorción al momento de incorporar CCA con la finalidad de cumplir con lo planteado.

De los resultados, los valores que se obtuvieron en el laboratorio que al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, con los porcentajes de 4% y 6% del peso de la muestra del suelo natural, en su absorción podemos observar, que a medida que se le va adicionando mas ceniza de cascara de arroz, el porcentaje de absorción tiende a disminuir, desde 3.8% a 2.7%. Su porcentaje más favorable es al 6%

## VI. CONCLUSIONES.

1. En este proyecto de investigación se estuvo evaluando como la ceniza de cascara de arroz, tiene una influencia al estabilizar el suelo, de la subrasante al ser adicionado diversos porcentajes como de 4% y 6% del suelo de la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noe que une con la Calle los Cardos 3era etapa- Tumbes, de esa manera lograr mejorar las diferentes propiedades del suelo como su contenido de humedad optima, su resistencia , el porcentaje de absorción, en donde hemos encontrado que de esos porcentaje destaca uno, mostrando un mejor comportamiento en el 6% de ceniza de cascara de arroz.
2. Del proyecto de investigación, en su contenido de humedad optimo relacionado con los diversos porcentajes de ceniza de cascara de arroz, se logró encontrar un comportamiento adecuado en 6% dando un aumento de 11.700% a 12.20% y en tanto a la densidad máxima seca existe un incremento de 1.88% a 1.90%.
3. En el proyecto de investigación se llevo a lograr el determinar el incremento en sus valores de CBR, en combinación de la ceniza de cascara de arroz con la subrasante, obteniendo un máximo valor con 6% incrementando de 3.6% a 5.4% del índice de CBR al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado y a una penetración de 0.1”.
4. Concluyendo, que al combinar la subrasante con la ceniza de cascara de arroz, la subrasante llega absorber poca cantidad de agua, al agregar mas ceniza de cascara de arroz, tiende a disminuir su porcentaje de absorción, registramos con los siguientes resultados de 3.8% a 2.7% relacionado con su porcentaje de absorción.

## VII. RECOMENDACIONES.

1. En esta investigación, se demuestra como la ceniza de cascara de arroz llego a convertirse en un estabilizante, al lograr mejorar la resistencia de un suelo (CL = Arcilla de mediana plasticidad). De esa manera, damos como recomendación seguir este tipo de investigación con diversos y tipos de suelos.
2. Se recomienda hacer más investigación con diversos tipos de suelos, incorporando la ceniza de cascará de arroz en diversos porcentajes, de esa manera esto influirá satisfactoriamente con su contenido de humedad óptima.
3. Se recomienda hacer más investigaciones con diversos tipos de suelos al incorporar la ceniza de cascara de arroz en diversos porcentajes, de esa manera determinar cómo mejora en su resistencia.
4. Se recomienda hacer más investigaciones con diversos porcentajes de ceniza de cascara de arroz y llegar a realizar alguna investigación utilizando diferentes tipos de suelos para hacer análisis de los cambios en su porcentaje de absorción de agua.
5. Se recomienda que, para obtener, referencias mejores hay que realizar ensayos en el campo, de esa manera se podrá conocer si existe algún tipo de reacción similar entre lo hecho con los ensayos en el laboratorio y lo hecho en campo.

## REFERENCIAS.

Ahumada y Rodríguez (2016). Uso del SiO<sub>2</sub> obtenido de la cascarilla de arroz en la síntesis de silicatos de calcio. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30 (117): 581-594, 2006. ISSN 0370-3908. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: [https://www.accefyn.com/revista/Vol\\_30/117/581%20a%20594.pdf](https://www.accefyn.com/revista/Vol_30/117/581%20a%20594.pdf)

Allauca, Amen y Lung (2009). Uso de sílice en hormigón de alto desempeño. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/xwva7>

Alvarado y Guerra (2018). Influencia de la adicción de ceniza de cascara de arroz activa alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo-sedimento en la Provincia de Viru – Perú. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/zhprm>

Andagua y Ramos (2018). Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la región Lima-provincias. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1520>

Aponte y Calderón (2020). Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7445>

ASTM D2487 (2000). Method SUCS, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). Estados Unidos: ASTM International.

ASTM D-3282; Method AASHTO M145- American Association of State Highway and Transportation Officials.

ASTM Estándar D1557-12 (2009). Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort.

ASTM Standard ASTM D1883-16 (2014). Estándar Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils.

ASTM Standard D4318-17 (2010). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

ASTM Standard D6913/ D6913m-17 (2009). Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis.

Baptista , Fernandez y Hernandez (2014). Método de la investigación 6ta ed. México: Edamsa Impresiones, 634 pp. ISBN 9701057538 [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/2pz9>

Borja (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)

Castillo, Salas, Sánchez y Veras (1986). Use of rice husk ash in addition in mortar, Equipo de viviendas de bajo coste. Instituto E. Torroja (C.S.I.C.) Apartado 19.02 – 28080 Madrid (España). [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/78242/1/888-1471-1-PB.pdf>

Castro (2017). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

Chicaiza y Oña (2018). Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolona extraída de ceniza de cascara de arroz. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19624>

Cueva y Ciriaco (2020). Estabilización a nivel de subrasante incorporando ceniza de cascara de arroz en la calle Integración- Chosica 2019. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53995>

Diaz (2018). Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cascara de arroz en la carretera De San Martin – Lonya Grande, Amazonas. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25951>

Garzon y Camacho (2019). Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo arenoso-arcilloso. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/spkqoj>

Gonzales y Martinez (2020). Evaluación del comportamiento de resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7445>

Gutierrez (1998). La cascarilla de arroz como fuente energética, Instituto Colombiano de productores de Cemento I.C.P.C, Centro de documentación: 4-9.

Levin, Rubin y Samaniego (1996). Estadísticas para administradores (No 519.5 L47Y 1994). Prentice – Hall Hispanoamericana. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Estad%C3%ADstica-para-administraci%C3%B3n-y-economia-Richard-I.-Levin.pdf>

Llamoga (2017). Evaluación del potencial y capacidad portante de suelos arcillosos usados en la subrasante al adicionar ceniza de cascara de arroz, Cajamarca 2016. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11195>

López (2013). Nuevos conglomerantes basados en ceniza de cascara de arroz, Universidad Pontifica de Valencia. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/44663>

Lopez (2021). Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martin. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>

Mata y Macassi (1997). Como elaborar muestras para los sondeos de audiencias. Cuadernos de investigación No. Aler, Quito. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: [María Cristina; MACASSI, Sandro;1997 Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias. Cuadernos de investigación No 5. ALER, Quito.](#)

Montejo, Raymundo y Chavez (2020). Alternative materials for stabilizing soils: the use of rice cascara de rice on low-transit roads of Pira. Rev. Tzhoecoen. Enero – Marzo – Marzo 2020. Vol. 12/Nº 1, ISSN: 1997-8731. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251/1082>

Moquillaza y Vicente (2020). Estudio experimental para determinar la influencia de la aplicación de cenizas de cascara de arroz (RHA) en la estabilización de una subrasante de suelo arcilloso de baja plasticidad en Chota – Cajamarca. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653974>

MTC (2014) “Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, Lima – Perú

MTC (2014) “Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito”, Lima Perú

MTC (2016) “Manual de Ensayo de Materiales”, Lima – Perú

MTC (2017) “Informe multianual de inversiones en asociados públicos privadas”, Lima – Perú

MTC (2018) “Manual de carreteras diseño Geométrico DG-2018”. Lima-Perú

Murillo (2015). Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15770>

Ordoñez y Solorzano (2020). Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10%,20,30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20630>

Panta y Paytan (2020). Influencia de la ceniza de cascara de arroz en propiedades físico – mecánicas de la subrasante en los suelos arcillosos, Piura 2020. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59900>

Ramos y Quintero (2017). Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/117/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/117/)

Rico y Castillo (2005). LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas (Vol.2). Ciudad de México. Limusa. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb6.pdf>

Rondon y Reyes. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. Colombia: Ecoe Ediciones, 2015. 605 pp. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/pavimentos.pdf>

Vilchez (2019). Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de evitamiento Jaén – Cajamarca, 2019. [Consultado 29 de octubre del 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/4845>

## **ANEXOS**

### Anexo 3: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V.I. CENIZA DE CASCARA DE ARROZ</b>	La CCA es aquel agregado que contiene sílice altamente reactiva que se puede producir con mucha facilidad, y este puzolánico está presente necesariamente en su composición mineral, además, es un material de fácil fabricación. Porque el arroz es un alimento básico y es consumido por diferentes países. (López, 2013, pág.8)	La composición mineral que contiene la CCA es de sílice que es altamente reactiva y de fácil obtención, y las diferentes propiedades que posee el suelo las mejora según la proporción en diferentes porcentajes tales como: 4% y 6% para suelo con soporte.	Dosificación de la ceniza de cascara de arroz.	4% y 6% del peso de la muestra de la Subrasante	Razón
<b>V.D. SUBRASANTE</b>	Subrasante es aquella capa de la vía de transporte que se encuentra a nivel de desplazamiento de tierras, en donde está instalado la composición del pavimento. Con el tráfico, también en la función de carga bajo condiciones de operación y características de aquellos agregados de creación para la banda de la rodadura, conforman las cambiantes primordiales en el diseño de la composición de la carretera que se encontrara colocada por encima. (Manual de carreteras–Sección suelos y pavimento, 2014, p. 24)	Aquellas carreteras que tienen superficies sin ser pavimentadas y sustratos que han sido estabilizados con CCA a diferentes porcentajes, deben analizar las diferencias en su contenido óptimo de humedad, en la tasa de absorción y en su resistencia.	Contenido de humedad	PROCTOR MODIFICADO	Nominal
			Resistencia	CBR	
			Porcentaje de absorción	CBR	
				Densidad seca	

Fuente: Elaboración propia (2021).

### Anexo 4: Matriz de consistencia

Título: Estabilización de suelo con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en el distrito – Tumbes, 2021						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES Y ESCALA DE MEDICIÓN			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
			VARIABLE INDEPENDIENTE: CENIZA CÁSCARA DE ARROZ			
¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en la estabilización del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021?	Determinar si la adición de la ceniza de cascara de arroz, influye en la estabilización de un suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021.	La adición de la ceniza de cascara de arroz, influirá en la estabilización del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO: El tipo de investigación es aplicada. NIVEL: Es explicativo. ENFOQUE: La investigación es cuantitativa.
			Dosificación de la ceniza de cascara de arroz.	4% y 6% del peso de la muestra de la Subrasante	Razón	
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICO	VARIABLE DEPENDIENTE: SUBRASANTE			DISEÑO: El diseño de investigación es experimental. POBLACIÓN DE ESTUDIO: San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa, (extensión 1000 m) MUESTRA: la norma ASTM D 420 señalado en el manual de carreteras 2014 del capítulo IV suelos, del ítem 4.1 INSTRUMENTO: El instrumento utilizado fue las fichas de recolección de datos.
PE1. ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en un adecuado contenido de humedad, del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021?	OE1. Determinar la cantidad de ceniza de cascara de arroz, en el mejoramiento adecuado del contenido de humedad del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021	HE1. La adición de la ceniza de cascara de arroz, influirá en el adecuado contenido de humedad del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
			Contenido de humedad	PROCTOR MODIFICADO	Nominal	
			Resistencia	CBR		
PE2. ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en obtener una mejor resistencia del suelo a nivel de la subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021?	OE2. Determinar la cantidad de ceniza de cascara de arroz, para obtener una mejor resistencia del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021	HE2. La adición de la ceniza de cascara de arroz, influirá en mejorar la resistencia del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – 2021	Porcentaje de absorción	CBR		
PE3. ¿De qué manera al adicionarle la ceniza de cascara de arroz, influye en el porcentaje de absorción del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021?	OE3. Determinar la cantidad de ceniza de cascara de arroz, en el mejoramiento del porcentaje de absorción del suelo a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa - Tumbes 2021.	HE3. La adición de la ceniza de cascara de arroz, influirá en el porcentaje de absorción a nivel de subrasante, en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa – Tumbes 2021.		DENSIDAD SECA		

Fuente: Elaboración Propia (2021).

## Anexo 5: Instrumento de recolección de datos y panel fotográfico.

Descripción del área de estudio.

- Ubicación.

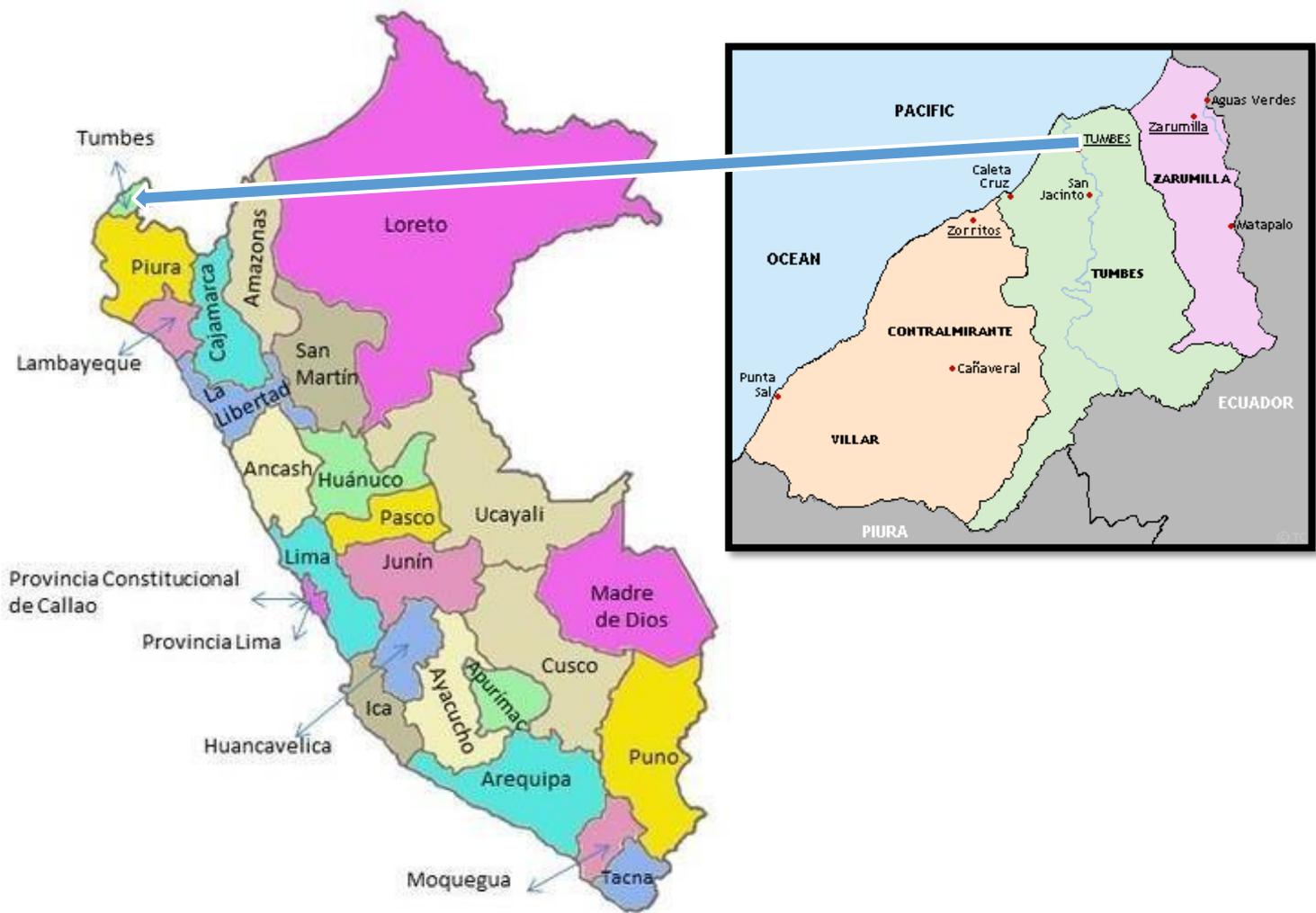
Actualmente el proyecto de investigación está ubicado en:

País: Perú

Departamento: Tumbes

Provincia: Tumbes

Distrito: Tumbes



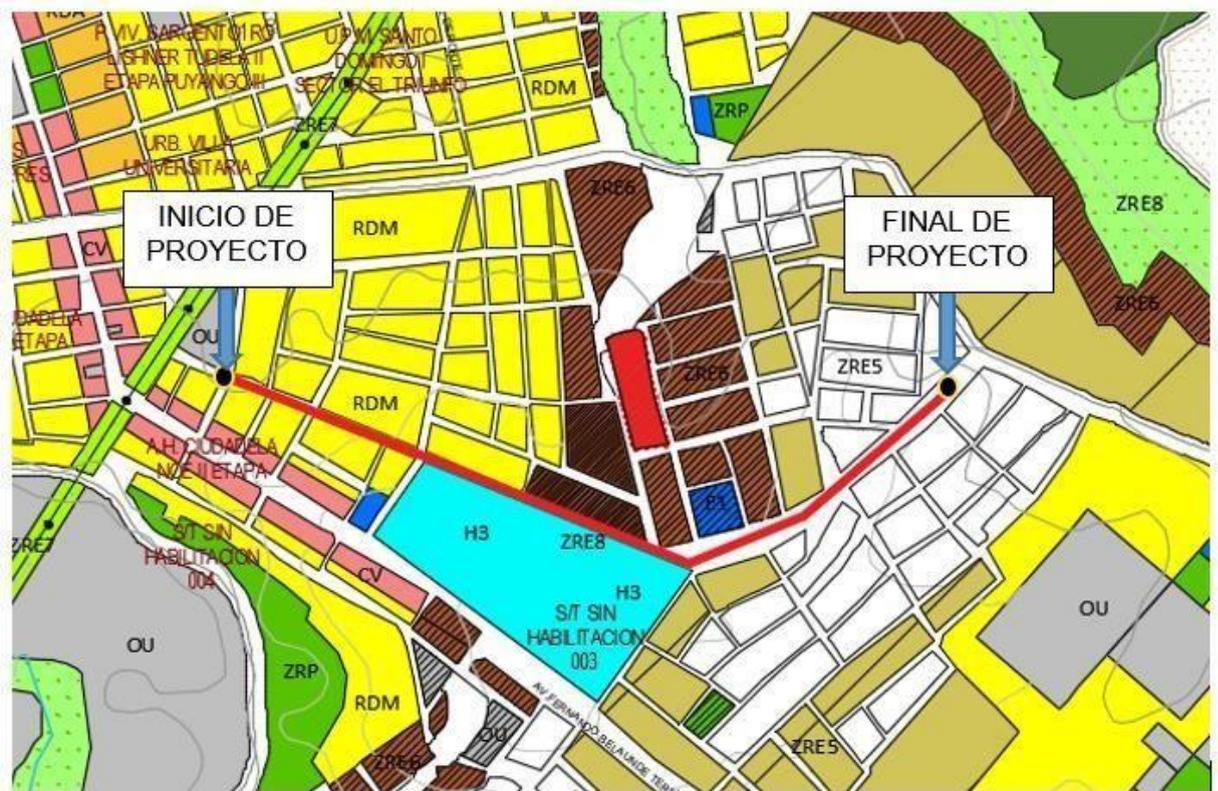
## Ubicación Geográfica.

Actualmente la investigación, cual nos encontramos desarrollando, está localizado en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa, de la Provincia-Tumbes, del Distrito de Tumbes, con progresivas (0+000 hasta 1+000), en donde se determinará el mejoramiento del suelo, con las siguientes coordenadas siendo estas:

Inicio: (- 3.571797, - 80.421967)

Fin: (- 3572126, - 80.414023)

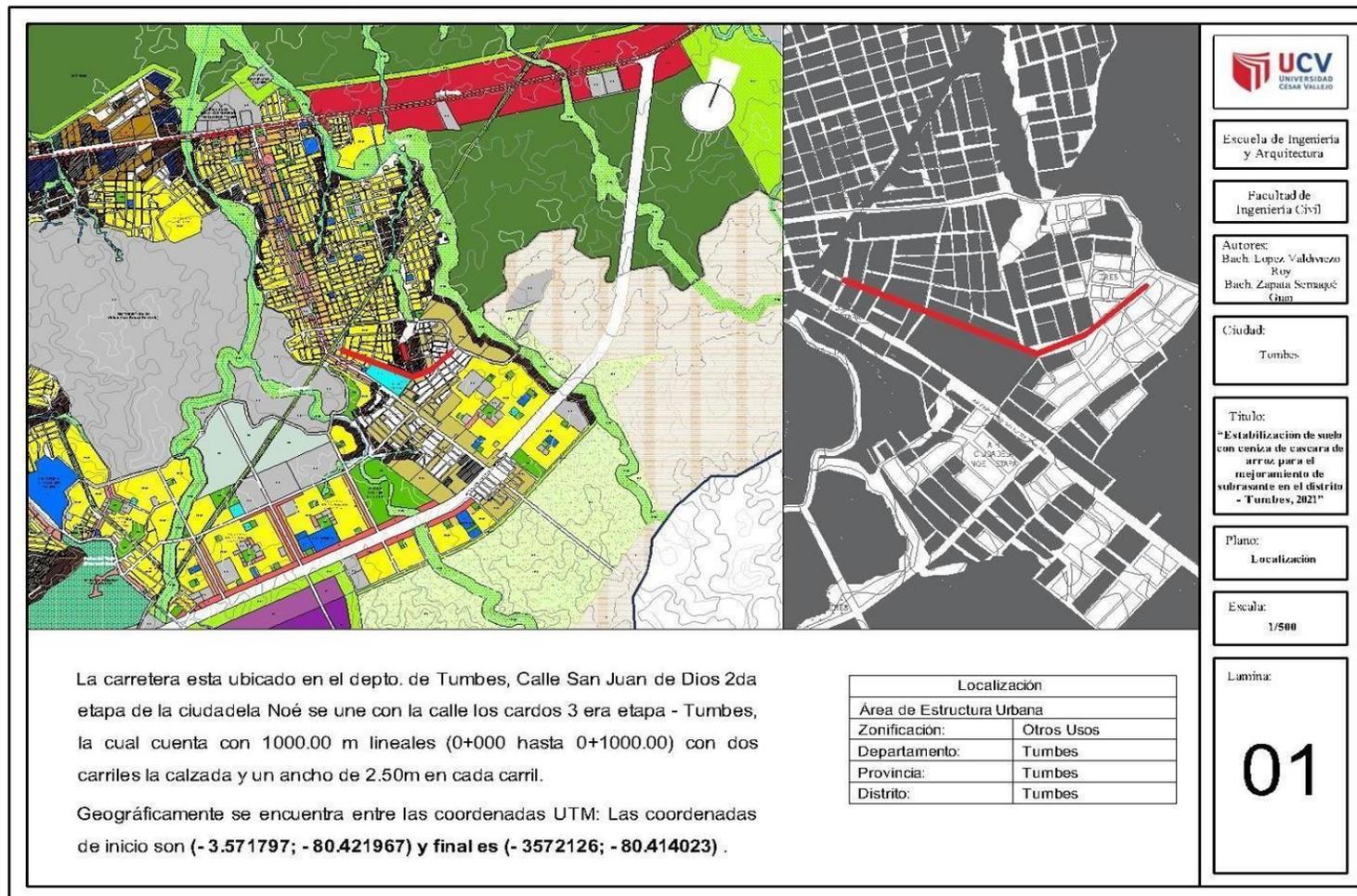
Figura 7: Ubicación Geográfica.



Fuente: Elaboración propia (2021).



Figura 9: Plano de Ubicación.



Fuente: Elaboración propia (2021).

### Calculo de la muestra.

Al determinar cómo será el tamaño de nuestra muestra, se hará el calculo con una formula denominada, formula de muestra finita:

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

Donde:

n= Tamaño de la muestra	= ¿?
p= Probabilidad que la hipótesis sea verdadera	= 50%
q= (1-p) Probabilidad de no ocurrencia de la hipótesis	= 50%
e= Error de estimación máximo aceptado	= 2%
Z <sup>2</sup> = Nivel de confianza	= 2%
N= Tamaño de la población o universo	= 1000 m

Tabla 10: Confianza en el muestreo o Nivel de seguridad.

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

Fuente: Borja (2012).

Nota: Al no existir previos estudios, se llega a asumir ( $q=p = 50\%$ ) en donde maximiza el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{1000 * 2.33^2 * 0.50 * 0.50}{0.02^2 * (1000 - 1) + 2.33^2 * 0.50 * 0.50} = 772.54 \text{ m}$$

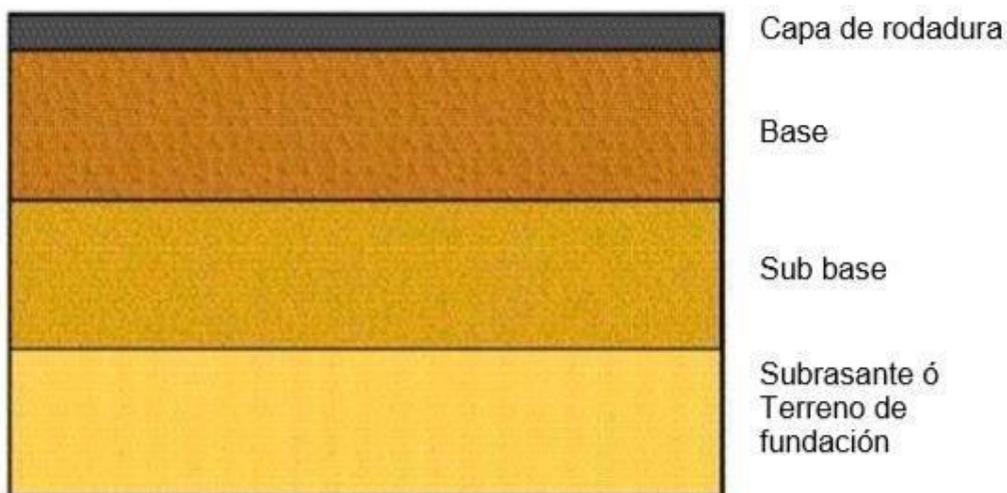
En el momento de realizar el estudio, se requerirá hacer en no menos de 772.53 m lineal de la calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela De Noe y la Calle los Cardos 3era Etapa para así lograr obtener un 98% de seguridad.

Fundamentos teóricos anexos.

Pavimento:

Lo podemos definir como una estructura, el cual se encuentra construida por encima del suelo, para de esa manera poder resistir y repartir los esfuerzos que son provocados por toda clase de vehículos, y también mejora sus condiciones de comodidad y da seguridad al tráfico. Podemos mencionar que está compuesto por 3 capas siendo estas: La subrasante, la sub base y la capa rodante.

Figura 10: Estructura que posee un pavimento.



Fuente: Castro (2017).

**Subrasante:**

La subrasante, al poseer un CBR  $\geq 6\%$ , se considera que será un material apto en la capa de la subrasante, en cualquier caso, que se logre cumplir al obtener una inadecuada subrasante, se podrá llegar a realizar una mejora de sus características y propiedades que tiene el suelo, esta estabilización se puede realizar con métodos mecánicos o agregando algún producto como la cal o el cemento y también con algún producto natural.

Mayormente un mejoramiento se realiza cuando tenemos una subrasante inadecuada. (Manual de carreteras, suelo y pavimentos 2014, p. 41).

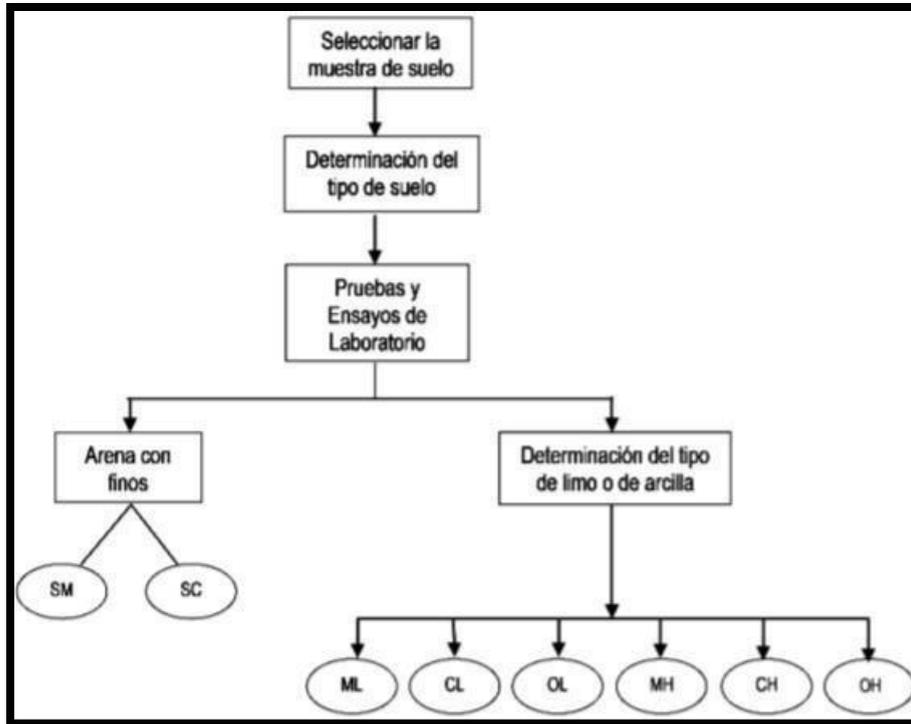
**Caracterización de la subrasante:**

Al determinar cómo son las características mecánicas y físicas que posee la subrasante, se realizara la excavación de calicatas con una profundidad aproximada de 1.50 metros, ver tabla ¿(Manual de Carreteras, suelos y pavimento 2014, p .28).

**Conceptualización de estabilización de suelos:**

Estabilizar un suelo, se puede conceptualizar como el mejorar las propiedades físicas del suelo con métodos mecánicos o al incorporar algún producto que sea natural, químico o sintético. Primero se tendrá que determinar con tipo de suelo tenemos y de esa manera lograr establecer el tipo de estabilización que se puede realizar al suelo, en los tipos de suelos más comunes que se encuentran podemos mencionar: arcilla-limosa, arena-arcillosa, limo. Por lo tanto, se debe garantizar el construir y mantener las carreteras en donde se debe realizar de una manera económica y fácil.

**Figura 11:** Procedimiento para identificar el tipo de suelo.



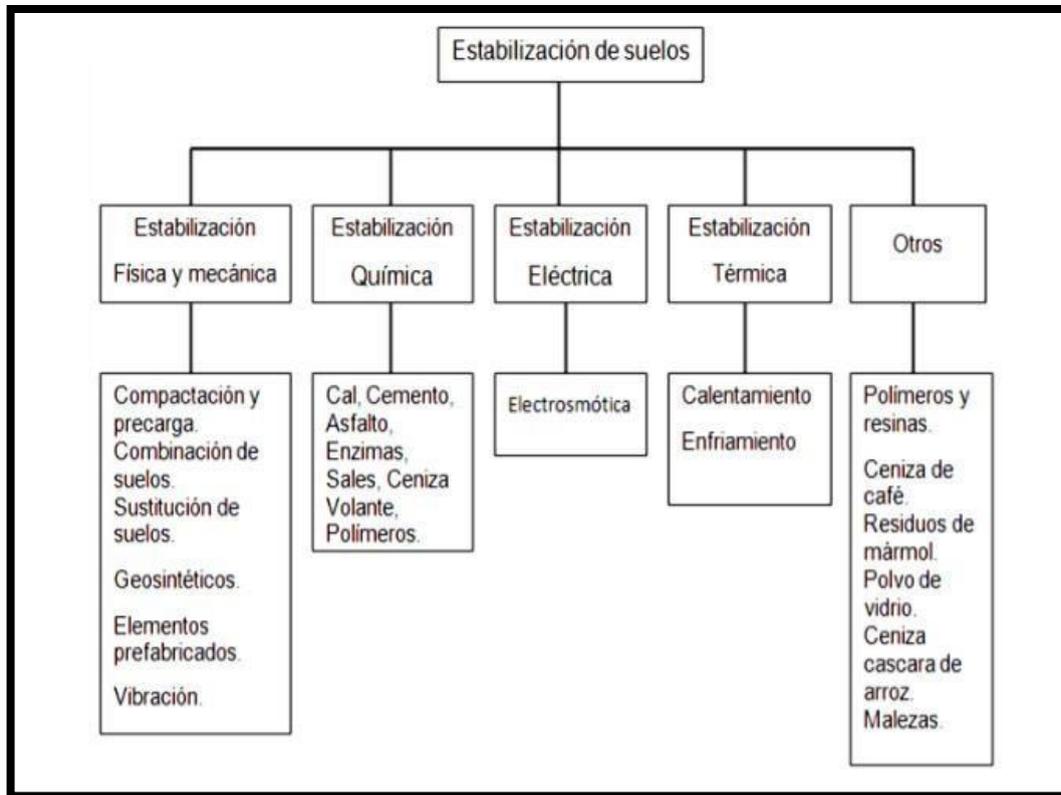
**Fuente:** Manual de carreteras-Sección: Suelos y Pavimentos-MTC (2014).

De acuerdo a lo que se llegó a mencionar, al referirnos a la definición de estabilización, también se puede aplicar en una subbase y base, inclusive debe de llegar a cumplir con las condiciones de un cierto valor de CBR, tendrá una estabilización para lograr tener un material que posea una excelente calidad con un espesor de capa más baja. Mayormente por lo general, al aplicar esto se utiliza en carreteras con un tráfico muy considerado, o también se puede aplicar en lugares donde el tráfico es mínimo.

#### **Métodos para estabilizar un suelo:**

Las diferentes técnicas que existen pueden variar y van desde cuando lleguen a incorporarle otro suelo, o incluso al adicionarle algún tipo de estabilizadores, al realizar un proceso de estabilización hay que tener en cuenta también el proceso de compresión. Existen diferentes opciones para estabilizar un suelo, ver figura 12:

**Figura 12:** Estabilización de suelos.



**Fuente:** Castro (2017).

- **Estabilización Mecánica y Física:**

Se utiliza este método para estabilizar la capacidad de resistir un suelo con cambios físicos, esto sin llegar a producir algún tipo de reacción química.

- **Estabilización Química:**

Se puede definir como se mezcla el suelo con algún determinado producto para ocasionar una reacción química, ayudando a modificar a las propiedades que tiene el suelo. Al utilizar estos productos químicos, se tiene que tener en cuenta que este método puede ocasionar algún impacto negativo en el medio ambiente, ocasionando una contaminación durante el proceso de estabilización química. Aparte hay que tener conocimiento de los factores que puedan llegar a perjudicar la estabilización, como, por ejemplo: su condición climática, su geografía y también tenemos la cantidad de vehículos, etc.

- **Estabilización por medios eléctricos:**

Electromosis, se utiliza al aplicarle corriente con electricidad a la muestra de un suelo, utilizando electrodos. Los catodos son tubos que recoge agua para después ser evacuado por medio de bombeo.

El aplicar corriente provoca la migración de iones y flujo del agua en el sistema, teniendo como resultado de realizar este proceso, que la presión de la compuerta disminuya, donde el suelo se llega a consolidar y que aumente su resistencia. Esta forma de realizar una estabilización del suelo es mayormente usada en suelos que son húmedos y finos.

- **Estabilización Térmica:**

Calentar: Se calientan con temperatura de hasta 900 °C en las arcillas, obteniendo un aumento de su resistencia que no es capaz de perder al sumergirlo en agua. En esta estabilización de suelo se requiere llegar a la temperatura donde la rehidratación tiene que ser imposible, donde ocurre entre valores de 200 y 400 °C.

Se llegó a desarrollar en el país de Rumania, una aplicación de una llama que provoca directamente en toda su superficie, mencionando también al país de Rusia, en esta ocasión es más complicado, desarrollando el circular gas caliente siendo este método eficiente.

Pero también, los métodos que hemos mencionado, al influir el punto de calentamiento no llega a extender a más de pocos metros.

- **Refrigeración**

El enfriamiento al ser producido en aquellos suelos que son finos, generan que disminuya la resistencia a medida que aumente el rechazo de partículas y ocasiona que el agua al moverse interparticular del gradiente térmico.

Al estabilizar con enfriamiento se tiene que congelar para de esa manera evitar efectos que se han mencionado, el agua se congele y que el suelo se llegue a convertir en una unidad rígida, lo que nos llega a dar es una excelente

resistencia. En aquellos suelos que son tipo arcillosos, se puede recomendar temperaturas menores a 0 °C.

- **Otros:**

Existen otros tipos de estabilización de los suelos utilizando nuevos materiales, en donde ya se han hecho estudios para comprobar que efectos pueden otorgar al ser utilizados, siendo materiales utilizados como un agregado no convencional. Podemos mencionar a productos que son marinos, agrícolas e industriales. Entre ellos tenemos:

Productos marinos: Tenemos como ejemplo las conchas de vieira, ostras, mejillón etc.

Productos agrícolas: Tenemos como ejemplo la utilización de cascara de coco, plátano, choclo y arroz, las malezas, etc.

Productos Industriales: Tenemos como ejemplo el desecho de cenizas volantes, del mármol, del café, vidrio en polvo, etc.

- **Ceniza de cascara de arroz:**

El arroz es aquel producto de uso diaria en nuestra alimentación, este producto esta rodeado por una capa el cual es su cascarilla, este material es desechado por los molinos, en donde se produce en cantidades elevadas en lugares donde realizan el sembrado de arroz y procesan la planta del arroz, este desecho contiene harto silicio, para obtener silicatos de calcio.

La planta del arroz, con su nombre científico *Oryza Sativa* el cual pertenece a la familia de gramíneas, tiene como sus componentes principales:

a) Sus nutrientes tiene como parte más rico el enzima, aminoácido, ácido graso y él es parte importante al germinal el cual otorgo la capacidad del crecimiento del grano, b) El endospermo, en el volumen del grano llega a representar el 70% y pertenece en el proceso final del producto llamado arroz blanco, c) La cutícula, en su volumen del grano representa el 6.8%, se utiliza para alimentar animales por contener un elevado contenido en grasas

d) La cascara, aproximadamente constituye el 20% del peso que tiene el grano, se llega a formar montañas de cascaras en el momento que es separado del grano, este proceso lo realizan los molinos, ocasionando problemas, con el desecho que se está acumulando ocupando mucho espacio (Ahumada y Rodríguez 2016, p . 582).

Por lo común, la cascara se quema para disminuir su volumen provocando que se produzca humos altamente contaminantes. Siendo esta un combustible que provoca mucho calor, teniendo como valor calorífico (16721 KJ/ kg), en donde tenemos como resultado que la ceniza contiene en sílice un valor elevado llegando a 90%, en donde lo hace una gran fuente de sílice. Podemos mencionar las principales impurezas que posee la sílice como: el manganeso, el calcio, el potasio, el magnesio y como parte secundaria el hierro y aluminio. (Gutiérrez,1998).

Las actividades industriales relacionados en la agricultura generan innumerables tipos de desechos, que a menudo se manejan de manera incorrecta y sin aprovecharlas de forma correcta, un ejemplo es la producción de arroz que es utilizado en el consumo, la cascara de arroz que es producida por el proceso de pilado (el cual separa la cascara que tiene el grano de arroz) es un desperdicio. Debido que la industria que produce arroz va desarrollando, las cascaras que tiene el arroz con el tiempo habrá ser cada vez más, por lo que la disposición final se vuelve cada vez más muy costoso y difícil.

Es por ello que el análisis de alternativas al uso de este residuo en diversos campos, como el uso de este residuo en estructuras de edificación para producir concreto hidráulico modificado con el sílice de la cascara que tiene el arroz, es una rama que está relacionada con la ingeniería civil. Pero debido al alto contenido de sílice en la cascara del arroz, esta investigación está completamente dirigida a la estructura del pavimento. Mejora en gran medida la caracterización de suelos que no son aptos para la conformación de la subrasante o también de la base y subbase que consta del paquete estructural de un pavimento, porque puede funcionar de forma cementada. (Chávez, Montejo y Raymundo, 2020, p. 132).

La característica de la ceniza de que tiene la cascara de arroz es que debe alcanzar un cierto grado de finura cuando se produce en horno. En el país de España estipula que el porcentaje de sílice reactiva debe ser superior al 25%. Esta sílice se llega a determinar entre la diferencia de la sílice total y la sílice que queda como residuo insoluble o inalterada, la determinación de la sílice reactiva llega ser de 91.26 y tiene un efecto de activación cementante. (Castillo, Salas, Sánchez y Veras, 1986, p. 28).

La cascara que contiene el grano de arroz, podemos utilizarlo en varias formas como:

-Fertilizante, mayormente utilizado en la parte de la agricultura en lo que los cultivos.

-Como material de construcción, Eleva su resistencia al ser combinado con el cemento, agregados finos y gruesos, etc. También la impermeabilidad, la durabilidad la aumenta y baja la absorción del agua.

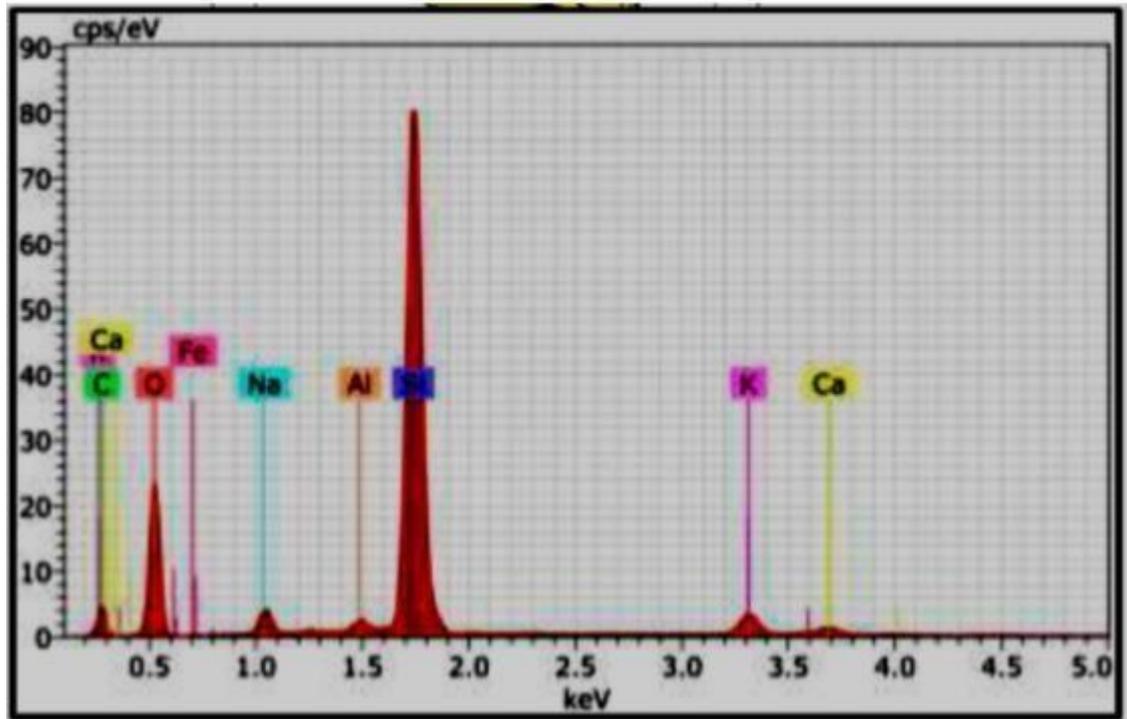
Tabla 11: Poder calorífico de la CCA.

Contenido de humedad%	Poder calorífico (PCI) kj/kg
0	19880
10	17644
20	15412
30	13180
40	10947
50	8715
60	6413

**Fuente:** Allauca, Amen y Lung, (2009).

En la siguiente figura se puede apreciar la composición elemental por medio de espectroscopia de dispersión de energía de la ceniza, y utilizando una base de datos de un software mineralógico se puede notar como la sílice es el compuesto que más se puede representar.

**Figura 13:** Análisis EDS de la ceniza de cascara de arroz.



**Fuente:** Alvarado y Guerra, (2018).

## Concepto de los ensayos:

### Granulometría:

Esta denominado como la distribución granulométrica de los suelos en divisiones diferentes, estas partículas que tiene cada fracción están caracterizados por el tamaño que tiene entre un valor que es mínimo y máximo, de una manera correlativa de las fracciones diferentes, la separación se realiza de una forma fácil por número de mallas. (Rico, 2005, p. 24).

### Análisis Granulométrico Por tamizado (MTC E 107).

Al realizar el análisis granulométrico se va a determinar en proporciones de las partículas el suelo que ha sido ya clasificado por su tamaño, se va a utilizar distintos tamices para la realización del ensayo a continuación, se enseñara el número de cada tamiz con sus respectivas aberturas. (Ensayo de materiales 2016, p. 44).

**Tabla 12:** Numero del tamiz y abertura.

Tamiz	Abertura mm
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 120	0,075

**Fuente:** Manual ensayo de materiales.

En la siguiente figura se puede observar los diferentes tamices que se usaron para realizar el análisis granulométrico.

**Figura 14:** Tamices de laboratorio.



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Granulometría:**

Según nos indicas las especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107), al realizar el análisis granulométrico, se busca el determinar las los diferentes tamaños y partículas que tiene el suelo (Manual de suelo y pavimentos 2014, p. 33).

**Tabla 13:** Tamaño de las partículas y tipo de suelo.

Tipo de material.		Tamaño de partículas.
Grava.		75 mm – 4.75 mm
Arena.		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino.	Limo.	0.075 mm -0.005 mm
	Arcilla.	Menor a 0.005 mm

**Fuente:** Manual de suelo y pavimentos.

Clasificación de suelos AASHTO – SUCS:

Al encontrar un suelo, serán clasificados según el tipo de metodología para realizar la construcción de pavimentos, será obligatorio efectuar la clasificación por AASHTO y SUCS. Figura 15 y 16.

Figura 15: Clasificación por AASHTO.

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

Fuente: Simbología AASHTO

Fuente: Suelo y pavimentos MTC 2014.

**Figura 16:** Clasificación por SUCS.

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

**Fuente:** Suelo y pavimentos MTC 2014.

Continuando, se mostrará la correlación que existe en los dos sistemas de clasificación, AASHTO y ASTM(SUCS):

**Tabla 14:** Correlación de los diferentes tipos de suelos.

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

**Fuente:** Suelo y pavimentos MTC 2014.

**Límites de atterberg:**

Nos establece en relación con el suelo el contenido de humedad, al determinar los diferentes límites siendo 3, el cual va a depender de la humedad que contenga el suelo siendo estos límites los siguientes: Límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad, al realizar estos ensayos el suelo tiene que pasar por el tamiz nro. 40. (Manual de suelo y pavimentos 2014, p. 33).

**Límite Líquido:**

Se conceptualiza como el contenido máximo de agua que contiene el suelo sin llegar a pasar su estado plástico al estado líquido, la prueba se lleva a cabo de acuerdo con la norma MTC E 110 y Manual ensayo de materiales del MTC, en el que el suelo se divide en dos mitades y este se va cerrando con una distancia de 13 mm o ½ pulgada , después en la copa de Casagrande va cayendo 25 veces con una altura de 1 cm, utilizando 2 caídas por segundo.(Manual de suelo y pavimentos 2014, p.33).

**Límite Plástico:**

Se tiene que realizar de acuerdo como estipula la norma MTC E 111, manual ensayo de materiales del MTC donde la humedad que se encuentre baja donde se puede deformar en barras finas con el suelo de aproximadamente unos 3.2 mm de diámetro, haciéndolo rodar con las palmas de la mano y sobre una superficie que sea lisa, en donde dicha barra no se deforme (Manual de suelo y pavimentos 2014, p.33).

**Índice de plasticidad:**

Se tiene que realizar de acuerdo como lo estipula la norma MTC E 111 Manual ensayo de materiales del MTC, donde se realizara mediante una fórmula la diferencia entre el límite líquido con el límite plástico. (Manual de suelo y pavimentos 2014, p.33).

La fórmula se expresa de la siguiente manera:  **$IP = LL - LP$** .

**Tabla 15:** Clasificación del suelo de acuerdo a su índice de plasticidad.

Índice de plasticidad.	Plasticidad.	Características.
IP >20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP < 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No platico (NP)	Suelos exentos de arcilla

**Fuente:** Manual de suelo y pavimentos.

### **Proctor modificado:**

Al momento de realizar este ensayo se tiene que compactar el suelo en el laboratorio para determinar la relación entre el peso unitario seco y en contenido de agua del suelo que ha sido compactado en diferentes capas en moldes , con el diámetro que ya está establecido de 10 lbf, luego hay que dejarlo caer en una altura de 45.7 cm , que llega a producir una energía de 2700 kn- m /m<sup>3</sup> con el ensayo del Proctor modificado se determina su humedad y su densidad seca máxima.(Manual ensayo de materiales 2016, p. 105).

### **Resistencia.**

El CBR es un ensayo muy utilizado para construir pavimentos, se llega a determinar en laboratorio como también en in situ. Este ensayo ayuda a determinar la resistencia y el material su calidad como en subrasante de un pavimento, siendo contralados sus medidas como su densidad y humedad, este ensayo se debe utilizar con suelos que están saturados para lograr determinar su índice de penetración. (Reyes y Rondon 2015, p. 380).

### **CBR para subrasante:**

Cuando se haya clasificado el suelo con el método AASHTO Y SUCS, se va a determinar con el CBR la resistencia y máxima densidad seca que tiene el suelo en donde será del 95% con una penetración de carda de 2.54mm. Mostraremos las categorías de la subrasante en la tabla 13.

**Tabla 16:** Categorías de la subrasante.

<b>Categorías de subrasante.</b>	<b>CBR.</b>
<b>S0: subrasante inadecuada</b>	CBR < 3%
<b>S1: subrasante insuficiente</b>	DE CBR ≥ 3% A CBR 6 %
<b>S2: subrasante regular</b>	DE CBR ≥ 6% A CBR 10 %
<b>S3: subrasante buena</b>	DE CBR ≥ 10% A CBR 20 %
<b>S4: subrasante muy buena</b>	DE CBR ≥ 20% A CBR 30%
<b>S5: subrasante excelente</b>	CBR ≥ 30%

**Fuente:** Manual de suelo y pavimentos.

### **Calculo de la absorción.**

#### **Agua absorbida:**

El cálculo del agua absorbida se puede realizar de dos formas. Uno, basado en los datos de humedad antes y después de la inmersión (numerales 4.1.3 y 4.1.4), la diferencia entre los dos se suele tomar como porcentaje del agua absorbida. Otro, utiliza la humedad de toda la muestra contenida en el molde. Calculando desde el peso de la muestra y del peso húmedo antes y después de la inmersión, ambos resultados llegaran a coincidir o no, va a depender del estado del suelo que permita el absorber uniforme el agua, en este siguiente caso se va a calcular el agua que ha sido absorbida con los dos procedimientos. (Manual de ensayo de materiales, 2016, p.255).

## Procedimiento Desarrollo con fotos.

### Panel Fotográfico:

Foto 1



Foto 2



La foto 1 y 2 se muestra la visita y reconocimiento de los tesisistas en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa, de la Provincia-Tumbes, se el deterioro de la vía.

Foto 3



Foto 4



La foto 3 y 4 se muestra la visita y reconocimiento de los tesisistas en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé, donde se observa la extracción de calicata N° 1.

Foto 5

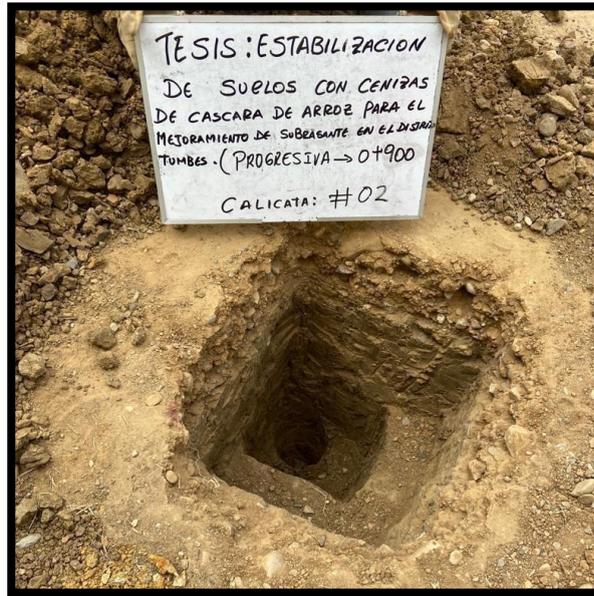


Foto 6



La foto 5 y 6 se muestra la visita y reconocimiento de los tesistas en la Calle los Cardos 3era Etapa, donde se observa la extracción de calicata N° 2.

Foto 7

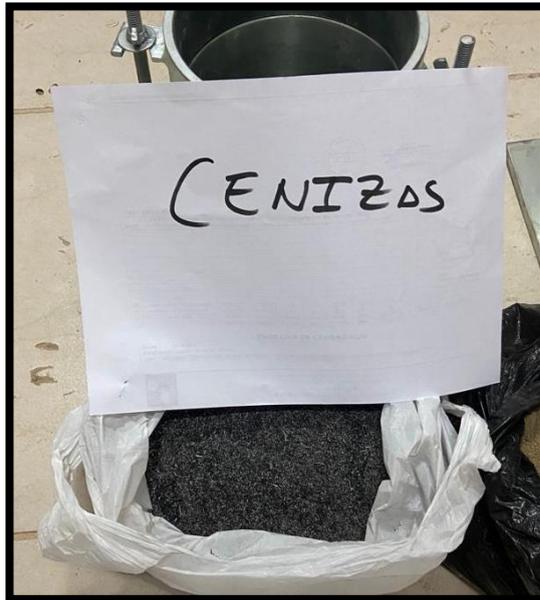
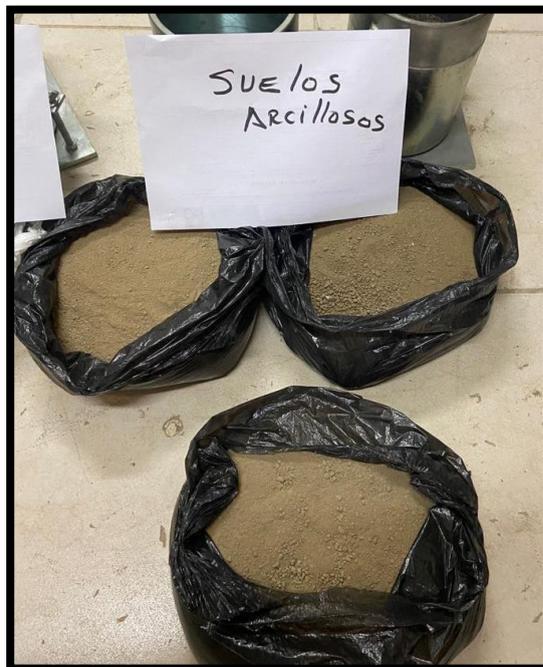


Foto 8



La foto 7 y 8 se aprecia la ceniza cascara de arroz y material de subrasante para realizar los ensayos en laboratorio.

Foto 9



Foto 10



La foto 9 y 10 se observa el material de subrasante y se muestra el material de ceniza de cascara de arroz con su porcentaje para realizar el mezclado y luego la compactación.

Foto 11



Foto 12



La foto 11 y 12 se observa mezclado el material de subrasante y se muestra el material de ceniza de cascara de arroz con los porcentajes 4% y 6% luego la compactación.

Foto 13



Foto 14



En la foto 13 y 14 los tesistas realizan el ensayo la compactación para el ensayo de CBR.

Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18



En la foto 15, 16, 17 y 18 se culminó la compactación y se empieza a sumergir en agua las muestras para el ensayo de CBR.

Foto 19



Foto 20



En la foto 19 y 20 se observa a los tesistas realizando la prueba de CBR.

Foto 21



Foto 22



En la foto 21 y 22 se observa culminado el ensayo de CBR.

Foto 23



Foto 24



En la foto 23 y 24 se observa a los tesistas con los instrumentos para realizar el ensayo de Proctor modificado.

Foto 25



Foto 26



En la foto 25 y 26 se observa a los tesistas, realizando la compactación de la muestra para el ensayo de Proctor modificado.

Foto 27



Foto 28



En la foto 27 y 28 se procede hacer el tamizaje y toma de datos para el ensayo de limite líquido y limite plástico.

Foto 29



Foto 30



En la foto 29 y 30 se procede a humedecer la muestra (arcilla) para realizar el ensayo de limite liquido.

Foto 31



Foto 32



En la foto 31 y 32 se empieza a realizar el ensayo de limite plástico.

Foto 33



Foto 34



En la foto 33 y 34 se colocan al horno las muestras del ensayo limite plástico.

Foto 35



Foto 36



En la foto 35 y 36 se realizó el tamizado de la ceniza de cascara de arroz por la malla N°200.

## ENSAYOS DE LABORATORIO: CERTIFICADOS.



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

# INFORME GEOTÉCNICO

**TESIS: “ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021”**



**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**UBICACIÓN:**

**REGIÓN : TUMBES  
PROVINCIA: TUMBES  
DISTRITO : TUMBES  
LUGAR : TUMBES**

**Tumbes, Octubre 2021**

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**INFORME GEOTECNICO**

**TESIS: “ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO –  
TUMBES, 2021”**

**TESISTA: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

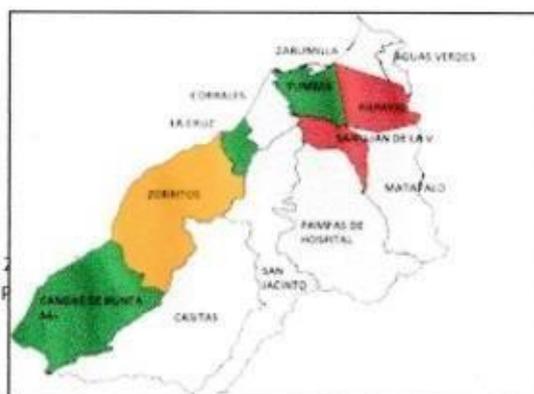
**GENERALIDADES**

**I. INTRODUCCION**

El Informe Geotécnico, es elaborado con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del suelo, por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas “A cielo Abierto” y mediante ensayos del laboratorio.

**II. UBICACION**

El área en estudio se encuentra ubicada en la Calle San Juan De Dios 2da etapa de la Ciudadela Noé y la Calle los Cardos 3era Etapa, sector nuevo tumbes, Distrito, Provincia de Tumbes y Región Tumbes.





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM 0688277 - Tumbes

**III. OBJETIVOS**

- Mejorar la sub rasante del terreno existente con Cenizas de cascara de Arroz.

**IV. METODOLOGIA DEL TRABAJO**

- Las muestras respectivas de este trabajo de investigación fueron de 2 calicatas teniendo 1Km de distancia con una profundidad respectiva de 1.50mt según indica el manual de carreteras Suelo Geología, Geotécnica y Pavimento. En el capítulo IV – Suelos que proporciona el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

**TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

Se utilizó como técnica de recolección de datos la observación los instrumentos utilizados son los siguientes protocolos (Ensayos) Estandarizados por el MTC del Perú.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	INVESTIGACION
Observación Experimental	Protocolos (Ensayos)	Investigación CUASI - Experimental

**V. NORMATIVA**

MTCE - 107	(ASTMD 422)	ANALISIS GRANULOMETRICO
MTCE - 110	(ASTMD 423)	LIMITE LIQUIDO
MTCE - 111	(ASTMD 424)	LIMITE PLASTICO
MTCE - 115	(ASTMD 1557)	PROCTOR MODIFICADO
MTCE - 132	(ASTMD 1883)	C B R
MTCE -108	ASTMD 2216)	CONTENIDO DE HUMEDAD



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Cuail Pecesanda Kenzo Vargas Her  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**V. TRABAJO DE LABORATORIO**

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**5.1 CONTENIDO DE HUMEDAD**

**ASTMD – 2216**

Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.



**5.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO:**

**ASTMD – 422**

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, 10, 30, 40, 60, 200; de acuerdo a las normas ASTM, para la clasificación de los suelos.



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mori  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**5.3 LIMITES DE ATTERBERG**

**LIMITE LIQUIDO (ASTMD – 423)**

Es la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa grande.



**LIMITE PLASTICO (ASTMD – 424)**

El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Alarc.  
C.P. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**5.4 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

**ASTM D- 1557**

Este ensayo se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen en el suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Dicho ensayo tiene por objetivo determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima.



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán  
CIP. 132833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**5.5 ENSAYO DE C.B.R. (CALIFORNIAN BOURING RATIO)**

**ASTMD – 1883**

El valor relativo de Soporte Normal del Suelo (C.B.R) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación de humedad y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de 4 sección circular en una muestra de suelo respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada.

En el resultado de C.B.R. se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla que indice el empleo que puede dársele al material por lo que al C.B.R. se refiere:

**VALORES REFERENCIALES DE CBR, USOS Y SUELOS**

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub rasante
5- 8	Malá	Sub rasante
8 - 20	Regular	Sub rasante
20 - 30	Excelente	Sub rasante
30 – 60	Buena	Sub base
60 – 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Civil *Pernando Renato Vargas Barr.*  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**VI. RESULTADOS DE LABORATORIO**

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

- \* **CALICATA N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**
  - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 0.30mt.)**  
Relleno Inapropiado (arcilla con basura)  
Estado compacto y poco húmedo.  
S.U.C.S = GM-GC
  
  - **ESTRATO N° 02 (0.30 – 1.50mt.)**  
Arcilla de mediana plasticidad.  
Estado compacto y poco húmedo.  
S.U.C.S = CL
  
- \* **CALICATA N° 02 (0.0 – 1.50mt.)**
  - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 0.20mt.)**  
Afirmado transportado  
Estado compacto y poco húmedo  
S.U.C.S = GM-GC
  
  - **ESTRATO N° 02 (0.20 – 1.50mt.)**  
Arcilla de mediana plasticidad.  
Estado compacto y poco húmedo.  
S.U.C.S = CL



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
*[Firma]*  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mori  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**CUADRO DE ENSAYOS DE C.B.R**

MATERIAL	%H	L.L	LP	IP	PROCTOR	C.B.R
PATRON (arcilla sin Cenizas)	11.7	46.98	28.23	18.75	1.87	5.8
6% (arcilla con Ceniza)	12.2	37.12	21.95	15.17	1.90	8.7
.4% (arcilla con Ceniza)	12	42.14	26.55	15.59	1.89	8.2



**SUELO MAS E.I.R.L**  
*Ing. Civil Fernando Renato Vargas Her*  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO QUE PASA MALLA N° 200**

- De una porción de 500gr de cenizas de cascara de arroz se pasó por la malla #200

- Peso inicial: 500gr.		%
- Peso que queda en el tamiz #200: 425.5	=	85.1
- Peso que paso el tamiz #200: 74.5	=	14.9
		100%



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Ilarc.  
CIP 138833

# **ILUSTRACIONES**



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**VISTA PANORAMICA**

**CALICATA N° 01 PROG:0+450**



TESIS: ESTABILIZACION  
DE SUELOS CON CENIZAS  
DE CASCARA DE ARROZ PARA EL  
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO  
TUMBES (PROGRESIVA - 0+450)  
CALICATA: #01



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Nor  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**VISTA PANORAMICA**

**CALICATA N° 02 PROG:0+900**



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
*[Signature]*  
Ing. Civil Perceval Renato Vargas Mar  
CIP. 138833



REGISTRO: INDECDPI - RESOLUCION N° 021280

**ANEXOS**  
**ENSAYOS DE LABORATORIO**



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ESTRATIGRAFIA**

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS**

**ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**MUESTRA : C1 PROG; 0 +450**

**PROFUNDIDAD: 0.0 – 1.50mts.**

**FECHA : Octubre, 2021**

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.30	M1		Relleno inapropiado (arcilla con basura). Estado compacto y poco húmedo.	R	-
1.20	M2		Arcilla de mediana plasticidad. Estado compacto y poco húmedo	CL	



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
  
 Eng. Cival Perdomo Penate Vargas Mora  
 CIP. 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ESTRATIGRAFIA**

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LÓPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS**

**ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**MUESTRA : C2 PROG:0+900**

**PROFUNDIDAD: 0.0 – 1.50mts.**

**FECHA : Octubre, 2021**

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.20	M1		Afirmado transportado. Estado compacto y poco húmedo.	GM-GC	
1.30	M2		Arcilla de mediana plasticidad. Estado compacto y poco húmedo	CL	



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
 Ing. César Fernando Renato Vargas Hor.  
 CIP. 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



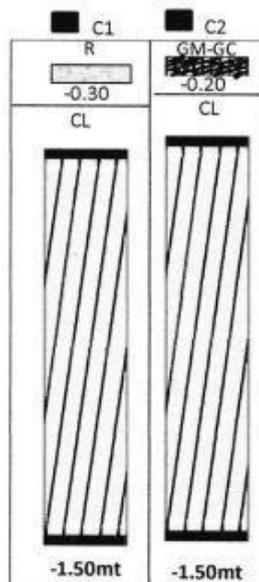
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES,  
2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO**



**LEYENDA:**

- Afirmado transportado 
- Relleno inapropiado 
- Arcilla de mediana plasticidad 



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Her  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNIS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**PLANO UBICACIÓN DE CALICATAS**



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
*Ing. Civil Fernando Renato Vargas Her*  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

---

## **ANEXO**

### **ENSAYO DE MECANICA DE SUELO MUESTRA (ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD)**



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MAS E.I.R.L  
JR. CAHUIDE N°348 - EL MILAGRO - TUMBES

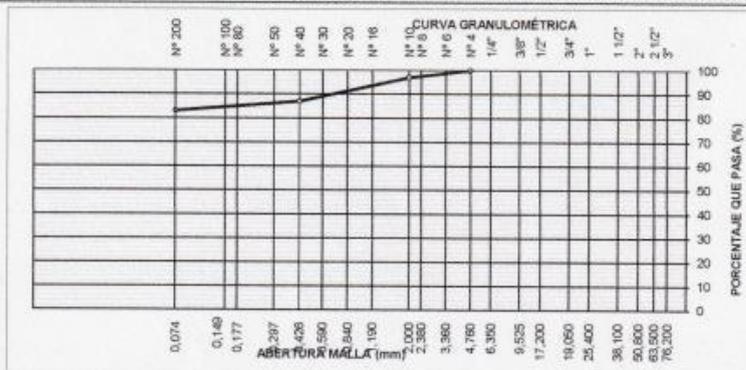
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021  
**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNY S  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
**FECHA :** Octubre, 2021

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arcilla de Mediana Plasticidad
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						PESO TOTAL (Wo) = 300gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						PORCENTAJE DE AGREGADO
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		Grava: % Arena: 17% Finos: 83%
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	9.0	3.0	3.0	97.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	12.0	4.0	7.0	93.0		
N° 40	0.426	18.0	6.0	13.0	87.0		
N° 60	0.297	6.0	2.0	15.0	85.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	6.0	2.0	17.0	83.0		
Total							

**CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA**

Límite líquido (%)	47.0		
Límite Plástico (%)	28.2		
Índice de Plasticidad (%)	18.8		
Clasificación:	SUCS. CL		
	AASHTO A-7-6		



**SUELO MAS E.I.R.L**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Jir  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MAS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522090 - CEL. 972945321 - RPM # 688277 - TUMBES

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021
<b>TESISTAS :</b>	LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY
<b>MATERIAL :</b>	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
<b>FECHA :</b>	OCTUBRE, 2021

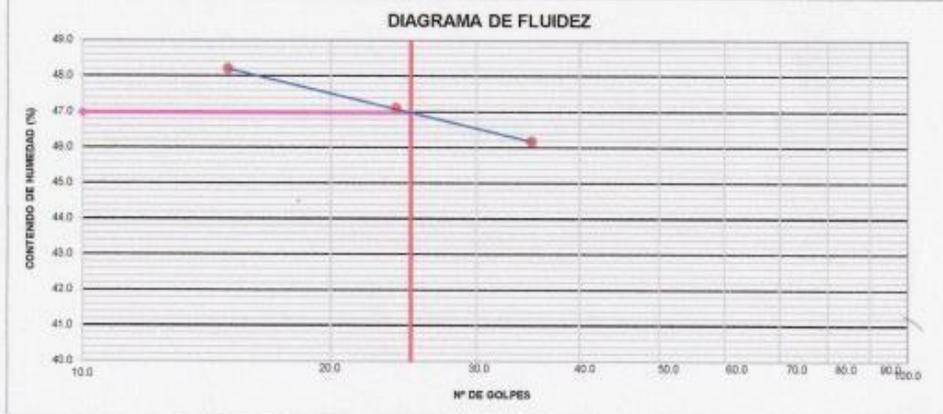
**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.24	33.98	28.81
TARRO + SUELO SECO	30.43	27.82	24.29
AGUA	6.81	6.16	4.52
PESO DEL TARRO	18.30	14.74	14.50
PESO DEL SUELO SECO	14.13	13.08	9.79
% DE HUMEDAD	48.20	47.08	46.17
N° DE GOLPES	15	24	35

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	19	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	32.90	32.00
TARRO + SUELO SECO	30.00	26.90
AGUA	2.90	2.10
PESO DEL TARRO	21.50	20.50
PESO DEL SUELO SECO	8.50	9.40
% DE HUMEDAD	34.12	22.34

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	46.98
LÍMITE PLÁSTICO	28.23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18.75

OBSERVACIONES



**SUELO MAS E.I.R.L**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Nor.  
CIP/138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522092 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

**TESISTAS:** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
FECHA:OCTUBRE 2021

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-1	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		270.00	
TARRO+S. SECO (gr)		259.52	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		100.00	
P. DEL S. SECO (gr)		89.52	
P. DEL AGUA (gr)		10.48	
% DE HUMEDAD		11.70	<b>11.70</b>
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>		<b>11.70</b>	

**MATERIAL :** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD



**SUELO M ÁS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mar.  
CIP: 138833

RESOLUCION INDECOPI N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
**SUELO MAS E.I.R.L.**  
 JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
 522092 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ENSAJO DE PROCTOR MODIFICADO**

TESIS: ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

TESISTAS : LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
 ZAPATA SERNAQUE GIAN ANTHONY

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD  
 FECHA: Octubre 2021

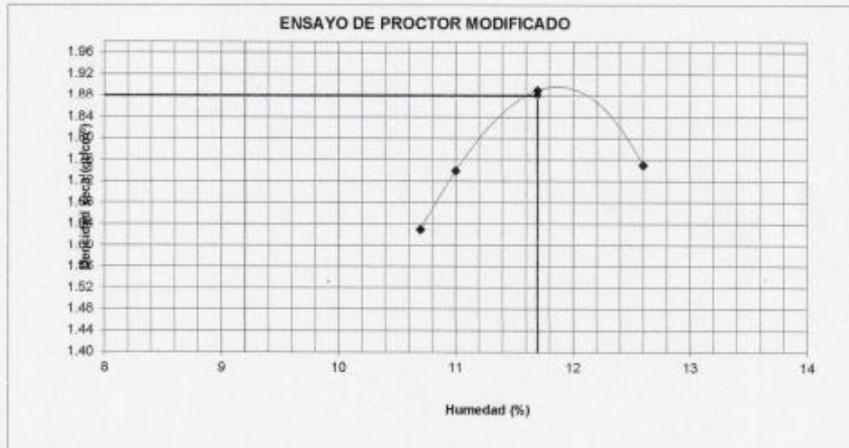
**Compacción**

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	8160	8395	8832	8550
Peso molde (gr.)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr.)	4195	4430	4867	4585
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2317	2317	2317	2317
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.810	1.910	2.100	1.980

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr.)	260.35	260.10	259.25	258.79
peso de agua	9.65	9.90	10.75	11.21
Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr.)	90.35	90.10	89.25	88.79
Humedad (%)	10.7	11.0	11.7	12.6
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.630	1.740	1.890	1.750

Maxima Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.880**  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **11.7**



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Alarcos  
 CIP. 138933



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021  
**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
**MATERIAL:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD  
**FECHA :** OCTUBRE, 2021

**ENSAYO C.B.R. PARTE A**

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo(gr)	8,350		8,500		8,580	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,150		4,300		4,380	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.99		2.06		2.1	
Densidad seca (gr/cc)	1.78		1.84		1.88	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°			
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	260	259	259.52
Peso del Agua (gr)	10.5	10.55	10.48
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	89.5	89.45	89.52
% de Humedad	11.7	11.8	11.7
Humedad Promedio			

C.B.R. = 5,8 %

OBSERVACIONES:



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Horri  
C/P. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

**ENSAYO C.B.R. PARTE B**

Penetraciones (pulgadas)	Penetraciones Cargas C.B.R.				(A) C.B.R. Kg x 0.0726				(B) C.B.R. Kg x 0.0487			
	Molde N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.2	4			0.6	13			1	21		
0.05	0.7	15			1.3	28			1.8	39		
0.075	1.4	30			1.9	41			2.5	54		
0.1	2.3	49		3.5	2.6	56		4	3.8	81		5.8
0.125	3.3	71			3.1	66			4.6	98		
0.15	4.1	88			4.2	89			5.3	113		
0.2	4.6	98		4.7	4.9	105		5.1	5.8	124		6
0.3	5.4	116			5.7	122			6.7	143		
0.4	6.7	143			6.9	148			7.8	167		
0.5												



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
  
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mor  
 CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

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

TESIS : ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021

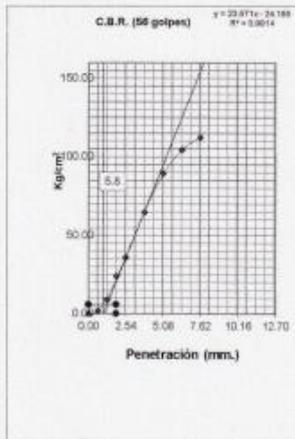
TESISTAS : LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYV  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

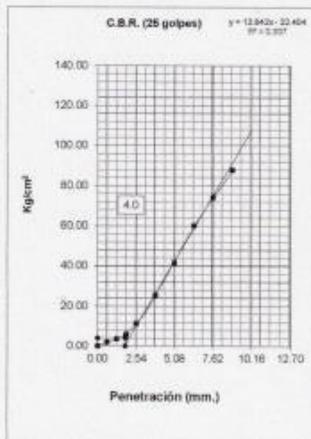
FECHA : Octubre, 2021

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.880

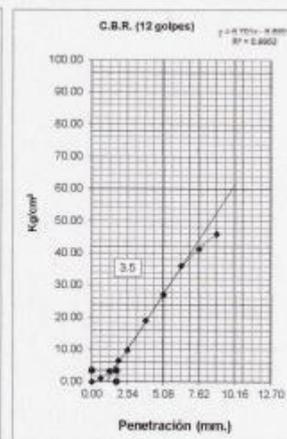
Optimo Contenido de Humedad (%) : 11.7



C.B.R. (56) 56 GOLPES : 5.5

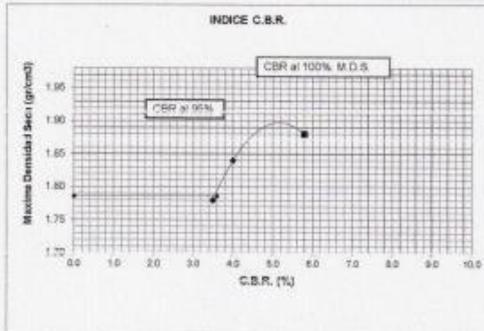


C.B.R. (25) 25 GOLPES : 4.0



C.B.R. (12) 12 GOLPES : 3.5

**DETERMINACION DE C.B.R.**



95% DE M.D.S. : 1.786

C.B.R. (100% M.D.S.)  $\alpha$  : 5.8 %  
 C.B.R. (95% M.D.S.)  $\alpha$  : 3.6 %



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mora  
 CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES 522090 -  
CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO DE ABSORCION DE AGREGADO FINO**

**PROCEDIMIENTO:**

- Se sacó una muestra saturada del molde de C.B.R. (200gr.)



- Se hizo la prueba del cono para obtener una muestra superficialmente seca.



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Amador Vargas Barr  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES 522090 -  
CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS ZAPATA  
SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO DE ABSORCION**

**Formula:**

$$\text{Absorción: } \frac{S - A}{A} \times 100$$

**Datos:**

S = Muestra saturada y superficialmente  
seca.

A = Muestra secada en el horno.

**Muestra Patrón: Arcilla de Mediana Plasticidad (CL)**

$$\text{Absorción: } \frac{200 - 192.5}{192.5} \times 100 = 3.8\%$$



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Antonio Vargas Diaz  
CIP: 138433



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522000 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

---

## **ANEXO**

**ENSAYO DE MECANICA DE SUELO  
MUESTRA CON ADICION (ARCILLA DE  
MEDIANA PLASTICIDAD CON CENIZAS DE  
CASCARA DE ARROZ 4%)**



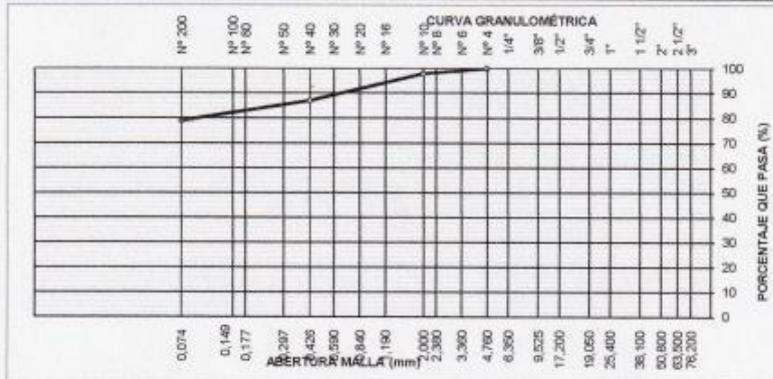
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021  
**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
 ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
**FECHA :** Octubre, 2021

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arcilla mediana plasticidad con cenizas de cascara de arroz 4%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.360						Grava: % Arena : 21% Finos: 79%
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	6.0	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	15.0	5.0	7.0	93.0		
N° 40	0.426	18.0	6.0	13.0	87.0		
N° 60	0.297	6.0	2.0	15.0	85.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	18.0	6.0	21.0	79.0		
Total							

**CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA**

Limite liquido (%)	42.1		
Limite Plastico (%)	26.5		
Indice de Plasticidad (%)	15.6		
Clasificación:	SUCS. CL		
	AASHTO A-7-6		



**SUELO MAS E.I.R.L**  
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Alarc  
 CIR 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MAS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

329090 - CEL. 972945321 - RPM 868277 - Tumbes

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021
<b>TESISTAS :</b>	LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY
<b>MATERIAL :</b>	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL 4% CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ
<b>FECHA :</b>	OCTUBRE, 2021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

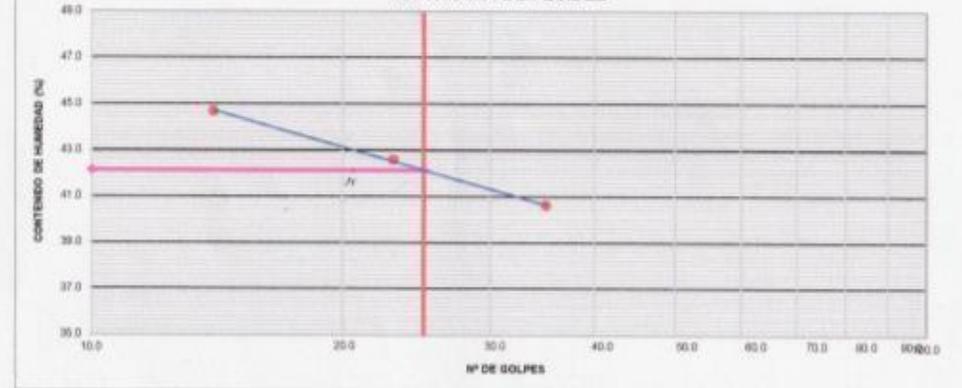
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.20	33.20	28.30
TARRO + SUELO SECO	29.30	27.60	24.40
AGUA	5.90	5.60	3.90
PESO DEL TARRO	16.10	14.45	14.80
PESO DEL SUELO SECO	13.20	13.15	9.60
% DE HUMEDAD	44.70	42.59	40.63
N° DE GOLPES	14	23	35

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.20	28.15
TARRO + SUELO SECO	25.40	25.36
AGUA	2.80	2.77
PESO DEL TARRO	14.90	14.90
PESO DEL SUELO SECO	10.50	10.48
% DE HUMEDAD	26.67	26.43

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE LÍQUIDO	42.14
LÍMITE PLÁSTICO	26.55
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.59

**OBSERVACIONES**

--



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Mora.  
CIP. 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522092 - CEL.972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

**TESISTAS:** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
FECHA:OCTUBRES2021

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-1	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		270.00	
TARRO+S. SECO (gr)		259.18	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		100.00	
P. DEL S. SECO (gr)		89.18	
P. DEL AGUA (gr)		10.82	
% DE HUMEDAD		12.00	12.00
HUMEDAD PROMEDIO (%)		12.00	

**MATERIAL** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL 4% CON CENIZAS DE CASCARA ARROZ



SUELO MAS E.I.R.L.  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Marr  
CIP. 138833

RESOLUCION INDECOPI N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES  
252090 - CEL. 972945321 - RPM # 688277 - TUMBES

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

TESIS : ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021

TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNY S  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL 4% CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ

FECHA: Octubre 2021

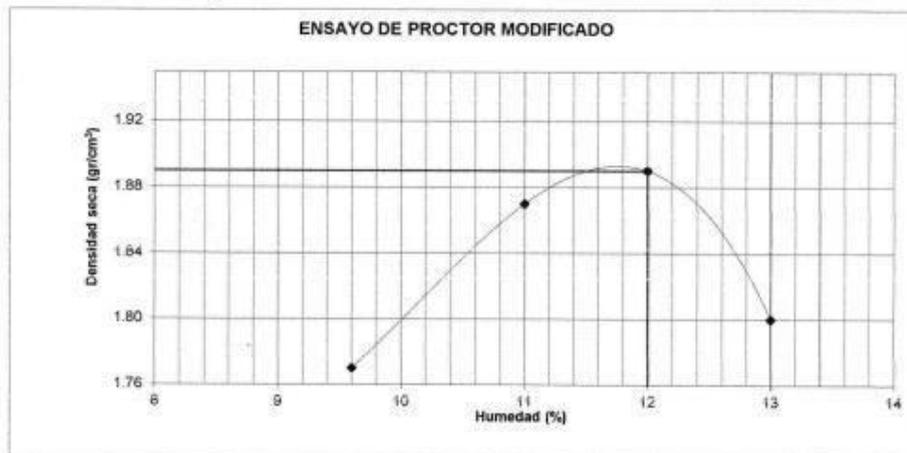
**Compactación**

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	3980	4125	4180	4105
Peso molde (gr.)	1993	1993	1993	1993
Peso suelo compactado (gr.)	1987	2132	2187	2112
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	1026.9	1026.9	1026.9	1026.9
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.930	2.070	2.120	2.057

**Humedad (%)**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr.)	261.25	260.10	259.28	257.90
Peso de agua	8.75	9.90	10.72	12.10
Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr.)	91.25	90.10	89.28	87.90
Humedad (%)	9.6	11.0	12.0	13.0
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.870	1.890	1.800

Maxima Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.890**  
Optimo Contenido de Humedad (%) : **12.0**



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Merz  
CIP. 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021  
**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
**MATERIAL:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 4%  
**FECHA :** Octubre, 2021

**ENSAYO C.B.R. PARTE A**

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo (gr)	8,327		8,470		8,620	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,127		4,270		4,420	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.98		2.05		2.12	
Densidad seca (gr/cc)	1.77		1.83		1.89	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°			
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.25	259.3	259.18
Peso del Agua (gr)	10.75	10.7	10.82
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	98.25	89.3	89.18
% de Humedad	12	12	12
Humedad Promedio			

C.B.R. = 8.2%

OBSERVACIONES:



SUELO MAS E.I.R.L.  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morc.  
CIP. 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

**ENSAYO C.B.R. PARTE B**

Penetraciones (pulgadas)	Moide N° I 12 Golpes				Moide N° II 25 Golpes				Moide N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.9	19			1.4	31			2	44		
0.05	1.4	30			2.3	50			3.2	69		
0.075	2	43			3	65			4.3	93		
0.1	2.5	54		3.9	3.6	77		5.6	5.3	113		8.2
0.125	2.9	62.1			4.1	87.7			6.6	141		
0.15	3.5	74.9			5.5	118			7.2	154		
0.2	4	86		4.2	5.7	122		5.9	8.3	178		8.6
0.3	5.2	111			7	149			9.8	209		



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Cinti Fernanda Penazo Vargas Mora  
CIP. 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1885**

TESIS : ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021

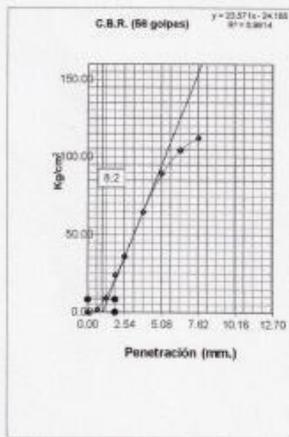
TESISTAS : LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL4% CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ

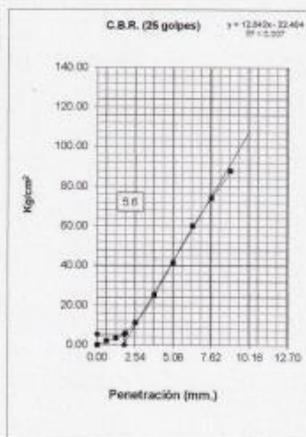
FECHA : Octubre, 2021

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.890

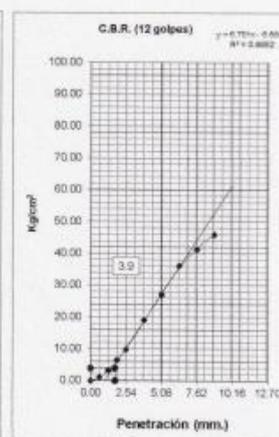
Optimo Contenido de Humedad (%) : 12.0



C.B.R. (q<sub>1</sub>)=56 GOLPES : 8.2

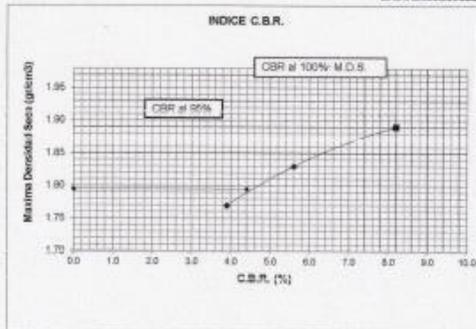


C.B.R. (q<sub>1</sub>)=25 GOLPES : 5.6



C.B.R. (q<sub>1</sub>)=12 GOLPES : 3.0

**DETERMINACION DE C.B.R.**



95% DE M.D.S. : 1.795

C.B.R. (100% M.D.S.) q<sub>1</sub> : 8.2 %  
C.B.R. (95% M.D.S.) q<sub>1</sub> : 4.4 %



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Ciri Fernando Renato Vargas Su  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES 522090 -  
CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO DE ABSORCION DE AGREGADO FINO**

**PROCEDIMIENTO:**

- Se sacó una muestra saturada del molde de C.B.R. (200gr.)



- Se hizo la prueba del cono para obtener una muestra superficialmente seca.



**SUELO MÁS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Antonio Vargas Barral  
COP. 134833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES 522090 -  
CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO DE ABSORCION**

**Formula:**

Absorcion:  $\frac{S - A}{A} \times 100$

A

Datos:

S = Muestra saturada y superficialmente  
seca.

A = Muestra secada en el horno.

**Arcilla de Mediana Plasticidad con cenizas de cascara de arroz al 4%**

Absorción:  $\frac{200 - 193.6}{193.6} \times 100 = 3.3\%$

193.6



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Antonio Vargas Illari  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

---

## **ANEXO**

**ENSAYO DE MECANICA DE SUELO  
MUESTRA CON ADICION (ARCILLA DE  
MEDIANA PLASTICIDAD CON CENIZAS DE  
CASCARA DE ARROZ 6%)**



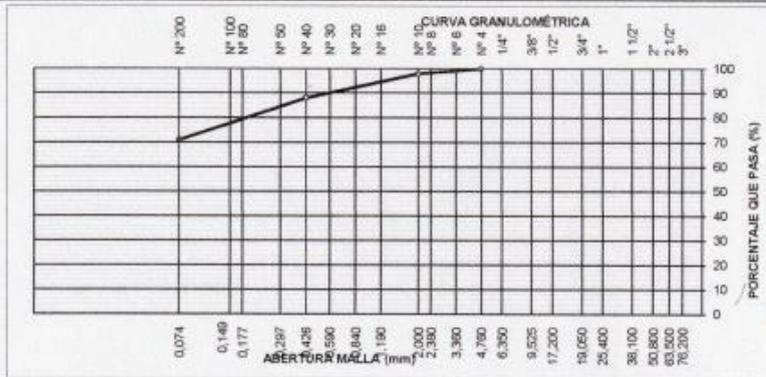
**TESIS:** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021  
**TESISTAS :** LOPEZ VALDIMEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
**FECHA :** Oct-21

**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**

MALLAS	ABERTURA (mm)	% RETEN.		% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETEN.(g.)	PARCIAL			
3"	76.200					Material: Arcilla de mediana plasticidad con cenizas Cascara de Arroz 6%
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.360					Grava: % Arena :29% Finos: 71%
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	6.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590	18.0	6.0	92.0		
N° 40	0.426	12.0	4.0	88.0		
N° 60	0.297	24.0	8.0	80.0		
N° 80	0.177					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	27.0	9.0	71.0		
Total						

**CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA**

Limite líquido (%)	37.1
Limite Plastico (%)	21.9
Indice de Plasticidad (%)	15.2
Clasificación:	SUCS. CL AASHTO A-6



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Hurtado  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MAS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972943321 - RPM # 688277 - TUMBES

<b>TESIS:</b>	ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021
<b>TESISTAS :</b>	LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY
<b>MATERIAL :</b>	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDA AL 6% CON CENIZAS DE CACASA DE ARROZ
<b>FECHA :</b>	OCTUBRE, 2021

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS**

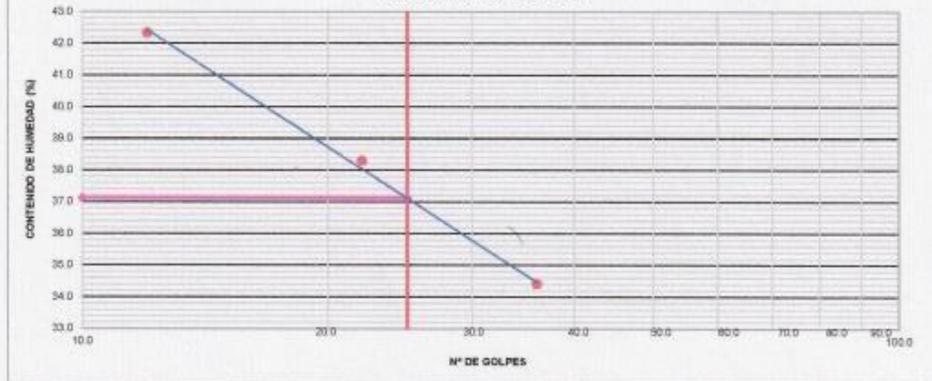
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.62	46.32	44.10
TARRO + SUELO SECO	36.40	39.12	37.61
AGUA	7.20	7.20	6.49
PESO DEL TARRO	19.30	20.32	18.75
PESO DEL SUELO SECO	17.10	18.90	18.86
% DE HUMEDAD	42.33	38.29	34.41
N° DE GOLPES	12	22	38

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	4	5
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.18	26.32
TARRO + SUELO SECO	16.12	25.03
AGUA	1.06	1.29
PESO DEL TARRO	10.74	19.70
PESO DEL SUELO SECO	5.38	5.33
% DE HUMEDAD	19.70	24.20

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.12
LÍMITE PLÁSTICO	21.95
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.17

OBSERVACIONES



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Perla María Vargas Marc.  
CIP. 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
**SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522092 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

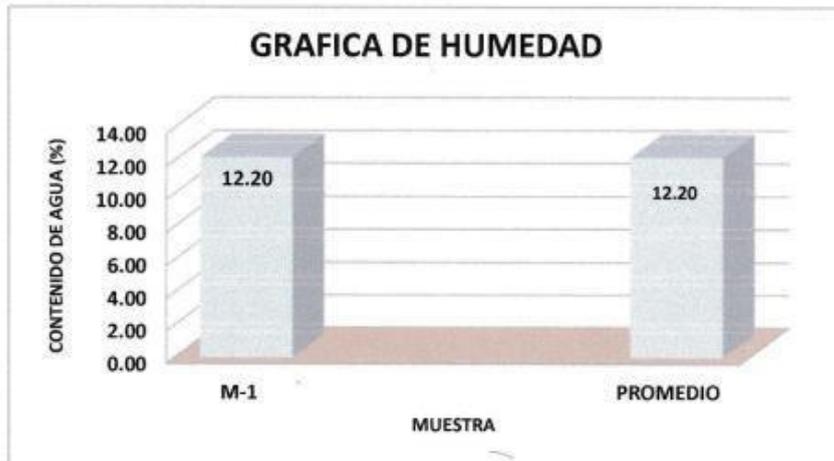
**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

**TESISTAS:** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

**FECHA :** octubre, 2021

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-1	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		270.00	
TARRO+S. SECO (gr)		259.10	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		100.00	
P. DEL S. SECO (gr)		89.10	
P. DEL AGUA (gr)		10.90	
% DE HUMEDAD		12.20	12.20
HUMEDAD PROMEDIO (%)		12.20	

**MATERIAL :** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL6%CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Alarc.  
CIP. 134833

RESOLUCION INDECOPI N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021  
**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY  
**MATERIAL:** ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ AL 6%  
**FECHA :** Octubre, 2021

**ENSAYO C.B.R. PARTE A**

N° DE MOLDE	1	2	3			
N° DE CAPAS	5	5	5			
N° DE GOLPES POR CAPAS	12	25	56			
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo (gr)	8,247		8,509		8,640	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,047		4,309		4,440	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.94		2.07		2.13	
Densidad seca (gr/cc)	1.73		1.84		1.9	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente N°			
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.13	259.02	259.1
Peso del Agua (gr)	10.87	10.98	10.9
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	89.13	89.02	89.1
% de Humedad	12.2	12.3	12.2
Humedad Promedio			

C.B.R. = 8.7%

OBSERVACIONES:



SUELO MAS E.I.R.L.  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moro  
CIP. 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS :** ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

**TESISTAS :** LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

ENSAYO C.B.R. PARTE B												
Penetraciones Cargas C.B.R.												
Penetraciones (pulgadas)	(A) C.B.R. Kg x 0.0726				(B) C.B.R. Kg x 0.0487							
	Molde N° I 12 Golpes		Molde N° II 25 Golpes		Molde N° III 56 Golpes							
	Sin Corregir	Corregidas	Sin corregir	Corregidas	Sin Corregir	Corregidas	Sin Corregir	Corregidas	Sin Corregir	Corregidas	Sin Corregir	Corregidas
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.7	15			1.1	23			1.5	32		
0.05	1.2	26			2.2	47			2.6	56		
0.075	1.9	41			3.2	68			3.8	81		
0.1	2.6	56		4	4.1	88		6.4	5.6	120		8.7
0.125	2.8	59			4.7	101			6.3	135		
0.15	3.2	68			5.4	116			7.6	163		
0.2	4	96		4.2	6.2	133		6.5	8.5	182		8.9
0.3	5.3	113			7.3	158			9.7	208		
0.4												
0.5												



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Ciro Fernando Renato Vargas Mar.  
CIP. 138833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MAS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 252090 - CEL. 972945321 - RPM # 688277 - TUMBES

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NORMA ASTM - D 1557 / NTP 339. 141**

TESIS : ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO - TUMBES, 2021

TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNY S  
ZAPATA SERNAQUE GIAN ANTHONY

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL 6% CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ

FECHA: Octubre 2021

**Compactación**

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	8552	8810	8898	8856
Peso molde (gr.)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactada (gr.)	4587	4845	4933	4891
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2317	2317	2317	2317
Densidad humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.980	2.090	2.130	2.111

**Humedad (%)**

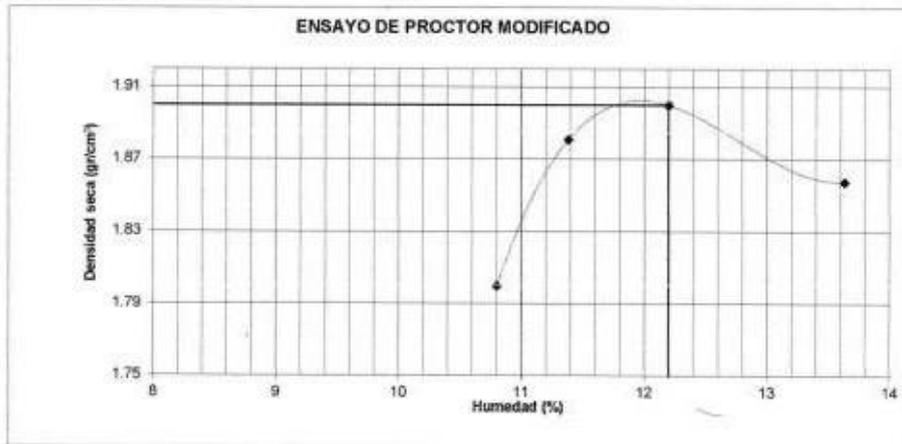
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr.)	260.90	259.78	259.14	258.00
Peso de agua	9.10	10.22	10.86	12.00
Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr.)	90.90	89.78	89.14	88.00
Humedad (%)	10.8	11.4	12.2	13.6
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.800	1.881	1.900	1.858

Maxima Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)

**1.900**

Optimo Contenido de Humedad (%)

**12.2**



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fermián Renato Vargas Barr.  
CIP. 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
529092 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ENJAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1583**

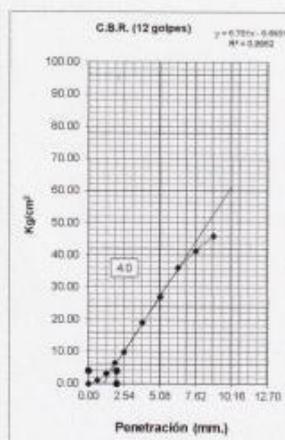
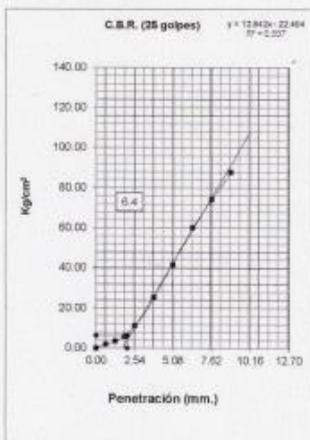
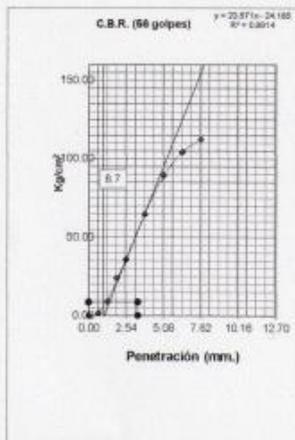
TESIS : ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO – TUMBES, 2021

TESISTAS : LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD AL 6% CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ

FECHA : Octubre, 2021

Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.900  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 12.2

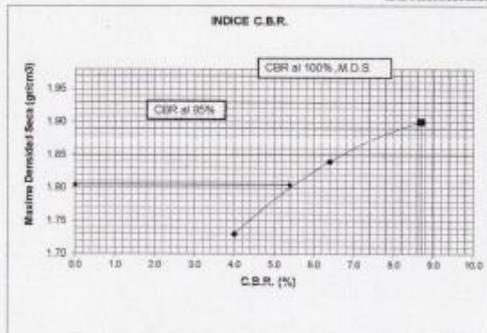


C.B.R. (56) - 56 GOLPES : 8.7

C.B.R. (25) - 25 GOLPES : 5.4

C.B.R. (12) - 12 GOLPES : 4.0

**DETERMINACION DE C.B.R.**



95% DE M.D.S. : 1.805

C.B.R. (100% M.D.S.) o1" : 8.7 %

C.B.R. (95% M.D.S.) o1" : 5.4 %

SUELO MAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Alvarado  
CIP. 138833





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES 522090 -  
CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO -  
TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO DE ABSORCION DE AGREGADO FINO**

**PROCEDMIENTO:**

- Se sacó una muestra saturada del molde de C.B.R. (200gr.)



- Se hizo la prueba del cono para obtener una muestra superficialmente seca.



**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Ferhadi Amara Vargas Rera  
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES 522090 -  
CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "ESTABILIZACION DE SUELO CON CENIZA DE CASCARA DE  
ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL  
DISTRITO - TUMBES, 2021"**

**TESISTAS: LOPEZ VALDIVIEZO ROY DENNYS  
ZAPATA SERNAQUÉ GIAN ANTHONY**

**ENSAYO DE ABSORCION**

**Formula:**

$$\text{Absorcion: } \frac{S - A}{A} \times 100$$

Datos:

S = Muestra saturada y  
superficialmente seca.

A = Muestra secada en el  
horno.

**Arcilla de Mediana Plasticidad con cenizas de cascara de arroz al 6%**

$$\text{Absorción: } \frac{200 - 194.7}{194.7} \times 100 = 2.7\%$$



**SUELO MAS E.I.R.L**  
Ing. Civil Fernando Antonio Vargas Ibarra  
CIP: 134833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

---

## **Certificados de Calibración de Maquinas**

---

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Entidad de Calibración Registrada en el Registro Nacional de Instituciones de Metrología y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 006 - 2021**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerzas*

Página 1 de 4

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 El Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	<b>CORTE DIRECTO</b>	
Capacidad	2000 N	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STZJY-6	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	130612	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STZJY-6	
Número de Serie	130612	
División de Escala / Resolución	1 N	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-25		
	Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.01.26 16:02:20 -05'00'	

**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Ms. P1 lote 24 Urb. San Diego, SMP - LIMA  
Tel: (511) 540-0682  
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
  
Ing. Ciro Fernando Robato Vargas Marín  
CIP. 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC**

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

servicios de calibración y mantenimiento de equipos e instrumentos de medida con acreditación y de laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LT - 009 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 El Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C	
Marca	A&A INSTRUMENTS	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitarla le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Modelo	ST-IX-1A	
Número de Serie	121010	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración en firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-01-20

Fecha de Emisión 2021-01-25  
Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.01.26 15:54:17  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. T1 lote 24 Urb. San Diego - SMP - LIMA  
Telf: (511) 540-0682  
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

oemca@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
  
Ing. Civil Fernando Arévalo Vargas Llorca  
CIP. 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición y Pesados y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 021 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Métros

Página 1 de 4

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	15000 g	
División de escala (d)	0,1 g	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	WT150001XEJ	
Número de Serie	120607066	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2021-01-22	METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emita.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2021-01-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.01.26 15:53:29  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mc. 51 lote 24 Urb. San Diego, SMP, IJMA  
Tel: (511) 540-0642  
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MÁS E.I.R.L.**

Ing. Cinti Fernanda Rengifo Vargas Aloran  
CIP. 138833





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC** METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

INSTITUTO DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES Y DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LP - 005 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 2

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - TUMBES	
4. Instrumento de Medición	PROBADOR DE HUMEDAD (SPEEDY)	
Alicance de Indicación	0 % a 22 %	
División de Escala / Resolución	0,2 %	
Marca	SOLOTEST	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	15034	
Procedencia	BRASIL	
Identificación	NO INDICA	
Tipo	ANALÓGICA	
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-25		
	Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.01.26 15:58:12 -05'00'	

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, S.M.P., LIMA  
Tel: 0311 340 0642  
Cel: 0311 971 439 272 / 971 429 282

www.sismetrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Heron  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Empresa de Calibración e Instrumentación de Precisión e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 005 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 2

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuida N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
Capacidad	2000 kN	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	131218	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-25		
	Firmado digitalmente por Eleazar Cejar Chavez Raraz Fecha: 2021.01.26 15:59:09 -05'00'	

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Tel: (511) 540-0642  
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
  
Ing. Civil Fernando Augusto Vargas Moran  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 007 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 1

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 El Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Equipo	<b>PRESA CBR</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitarlo le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	50 kN	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STCBR	
Número de Serie	13311	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Indicador	ANALÓGICO	
Marca	BAKER	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	SLA618	
División de Escala / Resolución	0.0001 pulg.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
6. Fecha de Calibración	2021-01-20	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.01.26 16:03:13  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá N° 11 lote 24 Urb. San Diego, SMP - LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. César Fernando Renato Vargas Morán  
CIP. 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LTF - 003 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Instrumento de medición	<b>MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES</b>	
Fabricante	A&A INSTRUMENTS	
Número de Serie	181013	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	0 a 9999 Vueltas	
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	
6. Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-01-25		
	Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.01.26 16:06:21 -05'00'	

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mg. P1 Inte 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0040  
CEL: (511) 971 429 272 / 971 430 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
  
Ing. Civil Fernando Augusto Vargas Alaraz  
CIP. 134833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES  
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**METROTEC** METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Asesoría de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 001 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 1

1. Expediente	Z10015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	
Alcance de Indicación	0 mm a 10 mm	
División de Escala / Resolución	0,01 mm	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	NO INDICA	
Modelo	YBD-10	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Identificación	130812 (*)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Tipo de Indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.		

Fecha de Emisión                      Jefe del Laboratorio de Metrología                      Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.01.26 16:04:22  
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Ms. 71 Inte 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

**SUELO MAS E.I.R.L.**  
Ing. Civil Fernando Roberto Vargas Moras  
CIP. 138833

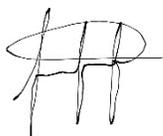
**Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de los autores**
**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, López Valdiviezo Roy Dennys y Zapata Sernaqué Gian Anthony, Bachilleres de la Facultad Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: “Estabilización de suelo con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en el distrito – Tumbes, 2021”. Es de nuestra autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 23-12-2021.

Apellidos y Nombres del Autor: López Valdiviezo Roy Dennys	
DNI: 70671003	Firma 
ORCID: 0000-0001-6582-0753	
Apellidos y Nombres del Autor: Zapata Sernaqué Gian Anthony	
DNI: 73148275	Firma 
ORCID: 0000-0002-7421-1690	