



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021”

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

AUTOR:

Dioses Nima, Erika Michell

<https://orcid.org/0000-0003-2268-2324>

ASESOR:

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo

<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a Dios por ser mi guía, a mi familia por haber sido mi apoyo constante a lo largo de toda mi carrera universitaria y por llenar mi vida con sus valiosos consejos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme permitido culminar esta linda etapa de mi vida así mismo agradezco a mis padres por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían, a mi novio por brindarme su amor incondicional y alentarme a seguir creciendo. De igual forma agradezco a cada docente que me brindo sus conocimientos a lo largo de la carrera gracias por su paciencia y por hacer de mí una mejor persona tanto profesional como humana.

Mucha gracias a todos.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.	14
3.3. Población, Muestra y Muestreo.	15
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.	19
3.6. Método de Análisis de datos.	19
3.7. Aspectos Éticos.	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.	44
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES.	48
REFERENCIAS.	49
ANEXOS.	57

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Ensayos realizados en laboratorio</i>	18
Tabla 2. <i>Tamizado de la muestra de la calicata (C-1)</i>	23
Tabla 3. <i>Tamizado de la muestra de la calicata (C-2)</i>	23
Tabla 4. <i>Contenido de finos</i>	25
Tabla 5. <i>Límites de Atterberg de la calicata C-1</i>	25
Tabla 6. <i>Límites de Atterberg adicionando el 7% de CCA</i>	26
Tabla 7. <i>Límites de Atterberg adicionando el 14% de CCA</i>	27
Tabla 8. <i>Límites de Atterberg adicionando el 21% de CCA</i>	28
Tabla 9. <i>Proctor Modificado de la calicata C-1</i>	29
Tabla 10. <i>Proctor Modificado de la calicata C-1+7% de ceniza de cáscara de arroz</i>	30
Tabla 11. <i>Proctor Modificado de la calicata C-1+14% de ceniza de cáscara de arroz</i>	31
Tabla 12. <i>Proctor Modificado de la calicata C-1+21% de ceniza de cáscara de arroz</i>	32
Tabla 13. <i>C.B.R. de la calicata C-1 en su estado natural</i>	33
Tabla 14. <i>C.B.R. de la calicata C-1 con el 7% de ceniza de cáscara de arroz</i>	34
Tabla 15. <i>C.B.R. de la calicata C-1 con el 14% de ceniza de cáscara de arroz</i>	35
Tabla 16. <i>C.B.R. de la calicata C-1 con el 21% de ceniza de cáscara de arroz</i>	36
Tabla 17. <i>Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CCA</i>	38
Tabla 18. <i>Ensayo de Limite de Atterberg adicionando el 7%,14%21% de ceniza de cáscara de arroz</i>	40
Tabla 19. <i>Proctor Modificado con 7%,14%, y 21% de ceniza de cáscara de arroz</i>	42

Índice de figuras

Figura 1. Número de Calicatas para Exploración de Suelos	16
Figura 2. Número de ensayos de CBR	17
Figura 3. Mapa del Perú.....	21
Figura 4. Mapa de la provincia de Tumbes.....	21
Figura 5. Localización del jirón Junín.....	21
Figura 6. Calicata C-1.....	22
Figura 7. Calicata C-2.....	22
Figura 8. Curva Granulométrica C-1.....	24
Figura 9. Curva Granulométrica C-2.....	24
Figura 10. Diagrama de Fluidez C – 1.....	26
Figura 11. Clasificación de índice de plasticidad	26
Figura 12. Diagrama de Fluidez con 7% de CCA.....	27
Figura 13. Diagrama de fluidez con 14% de CCA.....	28
Figura 14. Diagrama de Fluidez con 21% de CCA.....	29
Figura 15. Proctor Modificado de la calicata C-1.....	30
Figura 16. Proctor Modificado de la calicata C-1+7% de ceniza de cáscara de arroz.....	31
Figura 17. Proctor Modificado de la calicata C-1+14% de ceniza de cáscara de arroz.....	32
Figura 18. Proctor Modificado de la calicata C-1+21% de ceniza de cáscara de arroz.....	33
Figura 19. C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 en su estado natural.....	34
Figura 20. C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 adicionando el 7% de ceniza de cáscara de arroz.....	35
Figura 21. C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 adicionando el 14% de ceniza de cáscara de arroz.....	36
Figura 22. C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 adicionando el 14% de ceniza de cáscara de arroz.....	37
Figura 23. Ensayo de CBR.....	38
Figura 24. Herramientas utilizadas.....	38
Figura 25. Gráfico del ensayo CBR comparativo del suelo natural y los porcentajes de CCA.....	39

Figura 26. Ensayo de Análisis Granulometrico	40
Figura 27. Ensayo de Límites de Atterberg	40
Figura 28. Resultados del ensayo de Limite de Atterberg adicionando 7%,14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz.....	41
Figura 29. Ensayo de Proctor Modificado.....	42
Figura 30. Muestra colocada en la compactadora mecánica.....	42
Figura 31. Resultados del Proctor Modificado adicionando 7%, 14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz.....	43

RESUMEN

La presente investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr Junín, Distrito de corrales, Tumbes – 2021” tiene como objetivo analizar el mejoramiento de la subrasante mediante la influencia de ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021. La metodología es de tipo aplicada, de diseño de cuasi-experimental, la población estuvo comprendida por todas las calicatas de 1.50 m de profundidad en el jirón Junín, la muestra fueron las 2 calicatas, así mismo se desarrollaron los ensayos para determinar el tipo de suelo, fueron los límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. Los resultados fueron que al adicionarle el 21% de ceniza de cáscara de arroz el IP se redujo a 24.15% siendo un suelo muy arcilloso, también se obtuvo la menor Humedad óptima de 24.42% y la mayor densidad máxima seca de 1.59 gr/cm³, para finalizar se obtuvo un C.B.R al 100% de la M.D.S de 28.54% y un C.B.R al 95% de la M.D.S de 25.75% donde la muestra paso de ser una subrasante buena a muy buena. Finalmente, con los ensayos realizados se observó que la ceniza de cáscara de arroz mejora la estabilización de suelos arcillosos y aporta propiedades al suelo.

se concluyó que la estabilización de la subrasante con ceniza de cáscara de arroz influye eficazmente en las propiedades del suelo situado en el jirón Junín, Distrito de Corrales.

Palabras clave: ceniza de cáscara de arroz, subrasante, suelos

ABSTRACT

The present investigation entitled "Improvement of the subgrade through rice husk ash in the jr Junín, Corrales District, Tumbes - 2021" aims to analyze the improvement of the subgrade through the influence of rice husk ash in the jr . Junín, Corrales District, Tumbes - 2021. The methodology is of an applied type, with a quasi-experimental design, the population was comprised of all the 1.50 m deep pits in the Junin shred, the sample was the 2 pits, thus Th2e same tests were developed to determine the type of soil, they were the limits of Atterberg, Modified Proctor and CBR. The results were that when adding 21% of rice husk ash, the IP was reduced to 24.15%, being a very clayey soil, the lowest optimal Humidity of 24.42% and the highest maximum dry density of 1.59 gr / cm³ were also obtained, Finally, a CBR at 100% of the MDS of 28.54% and a CBR at 95% of the MDS of 25.75% were obtained, where the sample went from being a good to very good subgrade. Finally, with the tests carried out, it was observed that rice husk ash improves the stabilization of clay soils and contributes properties to the soil.

Keywords: rice husk ash, Subgrade, soil

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las carreteras ya no cumplen las características adecuadas debido a que el terreno no es el óptimo para soportar cargas a futuro, sufriendo así alteraciones, deterioros ocasionados por las malas propiedades de este mismo, como solución a estos problemas se tuvieron 2 posibles propuestas que vienen a ser; el remplazo del material el cual implicaría un gran y costoso trabajo de movimiento de tierra. Mientras que la solución más sustentable y económica es el mejoramiento de terreno el cual consistió en mezclar el mismo suelo con un producto (químico o natural) el cual aporte un valor a este mismo componente.

En el ámbito internacional, algunos países con abundancia económica optan por soluciones más eco amigables con respecto a la mejora de sus suelos al momento de realizar construcciones. En países como India, Brasil y Colombia mejoraron la capacidad de sus suelos a partir del uso de ceniza de cáscara de arroz, ceniza de bagazo de caña de azúcar, ceniza de estiércol de vaca, ceniza volante; debido a que eran materiales excedentes del lugar, generando así mejoras en sus características como en la capacidad portante y en su consistencia.

En el ámbito nacional en las provincias como Piura, Cajamarca y Lima, se encontraron diferentes tipos de suelos como arcillosos, limosos y finos los cuales, se evidencio que estos han mejorado la estructura del terreno a través de diversos aglomerantes inorgánicos y orgánicos como la ceniza de cáscara de arroz, ceniza cáscara de arroz con cal y otros materiales que aportaron en la mejora; mostrando notables resultados en sus características como en la capacidad portante, en su consistencia y óptimo contenido de humedad.

Así mismo la contaminación en la zona abunda debido a que a pesar de que es un material orgánico, es de baja degradabilidad natural, generando así que se acumule en el ambiente, es por ello que una de las alternativas es darle un uso de manera correcta haciendo la reutilización de estos mismo ya que al adicionarle en porcentajes la ceniza de cáscara de arroz que cuenta con una alta proporción de sílice aportando así en la subrasante como estabilizante de suelo pues se obtendrán beneficios tanto ambientales, sociales y económicos.

En el ámbito local en el distrito de Corrales – Tumbes, en su mayoría las pistas de trocha carrozable presentan fallas siendo estos uno de los principales aspectos a desarrollar, puesto que el material no es el adecuado generando que estas vías se vuelvan intransitables ocasionando malestar tanto a los vehículos como en los transeúntes, como punto referencia tenemos el jirón Junín debido a que se encontró en un estado desfavorable ya que su suelo no era el adecuado, por ello se realizó un mejoramiento de esta vía utilizando la ceniza de cáscara de arroz en diferentes proporciones y así determinar su influencia en la subrasante aumentando sus propiedades del suelo para así poder construir a futuro un pavimento.

Formulación del Problema

Los pavimentos son esenciales ya que nos permiten un intercambio cultural, económico y social pero muchas veces no existe el financiamiento de parte de las municipalidades distritales, por ello que no todas las zonas se encuentran pavimentadas como el jr. Junín siendo una zona que se encuentra en un estado desfavorable De acuerdo a la problemática mencionada se ha observado que el tipo de suelo en el distrito de Corrales es un suelo arcilloso, por ello se planteó un mejoramiento incluyendo un material proveniente de la zona de estudio puesto que se incorporó la ceniza de cáscara de arroz en diferentes proporciones para así mismo determinar su influencia en la mejora de la subrasante y encontrar el porcentaje más óptimo.

Problema General

¿De qué manera influye en el mejoramiento de la subrasante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?

Problemas Específico

¿Cuánto influye en la capacidad portante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?

¿Cuánto influye en la consistencia del suelo la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?

¿Cuánto influye en el óptimo contenido de humedad la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?

Justificación teórica, respecto a la variable independiente cenizas de cáscara de arroz se menciona que, la cáscara de arroz es un material de desecho que se encuentra de manera desbordante en la mayoría de los países donde se cosecha el arroz este contiene entre el 30% y 50% de carbono orgánico³⁷. Por otro lado, al realizar el procedimiento de la incineración de cáscara de arroz se consiguió que, la cáscara de arroz al ser quemado produce 17.8% de ceniza la cual tiene un contenido de 94.5% alto en sílice (SiO₂)³⁸.Respecto a la variable dependiente menciona que, la subrasante es el terreno elaborado a nivel de corte y relleno sobre el cual se ubica toda la estructura del pavimento³⁹.De esta forma se obtuvo confiabilidad y validez de la principal variable del proyecto, comprobando que la ceniza de cáscara de arroz influye en la estabilización de ceniza de cáscaras de arroz.

Justificación metodológica, este procedimiento busco conseguir y realizar los objetivos planteados en la investigación en base a los instrumentos de medición empleado en cada variable: independiente: Cenizas de cáscara de arroz y Dependiente: Subrasante, ambos asignados en el jirón Junín, puesto que se alcanzó la validez y confiabilidad de la variable principal del proyecto, logrando comprobar que las cenizas de cáscara de arroz genero mejoras en la calidad de la subrasante.

Justificación social, esta investigación se dio con la necesidad de brindar un aporte a los usuarios de esta vía, lo cual nos permitió que los vehículos puedan transitar y a su vez la población consiga llevar sus productos de un lugar a otro sin tener que pasar por una vía en mal estado, pues fueron beneficiados con un mejoramiento del terreno con la implementación del uso de la ceniza de cáscara de arroz que es un material existente en la zona.

Justificación técnica, la investigación ofreció una solución tanto económica como pragmática con respecto a los suelos a partir del material que abunda en la zona, contemplando nuevas opciones de estabilización con el uso de cenizas de cáscara de arroz para el mejoramiento de la subrasante.

Objetivo general

Analizar el mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021

Objetivos específicos

Determinar la capacidad portante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021

Establecer la consistencia del suelo mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021

Precisar el óptimo contenido de humedad mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021

Hipótesis general

El mejoramiento de la subrasante se optimiza mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021

Hipótesis específicas

El mejoramiento de la capacidad portante se incrementa mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021

El mejoramiento de la consistencia del suelo se disminuye mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021

El mejoramiento del contenido de humedad se reduce mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021

II. MARCO TEÓRICO

Vilchez (2019), en su investigación cuyo fin fue evaluar el cómo el material cenizo de cascara de arroz logra estabilizar una subrasante ubicado en la vía evitamiento en el distrito de jaén en Cajamarca. Así mismo, el cómo logro generar modificaciones en el esfuerzo cortante, en su saturación e incrementar en su máxima densidad seca de la vía. Fue una investigación aplicada, experimental, de naturaleza cuantitativo, para su población elegida fue de 1 km contando Km 7+00 hasta el Km 6+00 de la subrasante de evitamiento de su zona de estudio, como modelo selecciono 1 calicata ejecutada en la ubicación de km6+300, el patrón de muestreo es no probabilístico seleccionada por el indagador, fueron los instrumentos las pruebas de CBR, Granulometría, Proctor Modf. realizados en un laboratorio técnico. El desenlace obtenido fue positivo, debido a que la densidad máxima seca, el CBR y la saturación tuvieron mejoras en todas las dosificaciones aplicadas en el ensayo, de tal forma demostrando así la eficacia de la ceniza de cáscara de arroz como estabilizante de terrenos. Se logro concluir que la saturación de la muestra se acrecentó de forma que la dosificación de ceniza de arroz aumentaba, definiendo así que tiene vinculación directa a está, consiguiendo ocasionar un incremento de 12.8% inicial, luego de que se adicione el 3% de Ceniza incrementara en 13.2%, al adicionar 5% ceniza de 13.8 por ciento de saturación y que también para 10% de ceniza de cascara sea de 14.7%. En cuanto, que el origen de terreno contenía al inicio un CBR con 100% de 3.8% que después de agregar el 3% de ceniza de cascara su CBR incremento a 6.0%, con 5% de CCA el CBR aumento a 8.8% y con la Mezcla al 10% de ceniza de cascara el CBR fue de 12.4% logrando evidenciar de esta forma la repercusión eficaz de la ceniza de arroz en el terreno arcilloso²⁵.

Diaz (2018), en su estudio el cual tuvo como finalidad evaluar como la ceniza de cascarilla de arroz genera mejora de la subrasante de la vía San Martín Lonya Grande de la provincia de Amazonas. fue una tesis de tipo aplicada y de diseño experimental, su población de estudio fueron los distintos experimentos aplicados a la mecánica de suelos que se efectuaron, la muestra fue el experimento Proctor Modificado y CBR, el muestreo fue aleatorio elegidos por el autor, los instrumentos empleados son las máquinas para los experimentos de CBR y Proctor Modificado con la única finalidad de conseguir la condición de

carga del terreno, la densidad seca, OCH y el porcentaje de absorción. Como producto se logró conseguir que al agregar la cca se elevó la resistencia de la subrasante del terreno, por otra parte, se logró reducir la infiltración del agua convirtiendo de esta forma al suelo más consistente. Logrando concluir que al dosificar en un 20% de cca al suelo arcilloso se consiguió incrementar la resistencia del terreno, así mismo su CBR con 95% aumento de un 8% a 13.8% y el CRB con 100% mejoró de 9.7% a 15.2%²⁶.

Llamoga (2017), en su investigación tuvo como objetivo observar la capacidad de soporte y a su vez el potencial de expansión de los suelos arcillosos en una subrasante al haber adicionado cenizas producidas por la incineración de cascarilla de arroz en porcentajes 4%, 7%, y 10% así poder apreciar mejores en el terreno. siendo este un estudio de tipo aplicativo. Donde como muestra uso los suelos arcillosos obtenidos de la carretera que conduce al centro poblado de Tanamango. para esta investigación utilizó como instrumentos: la máquina de determinación de CBR con su ficha técnica y el trípode para expansión de CBR con su respectiva ficha técnica. Los resultados obtenidos señalaron que la expansión aumento en 0.43% con el contenido de 10% de ceniza de cáscara de arroz. Finalmente, como conclusión se determinó que valores de 4% y 7% aportaron mejoras en el CBR ya que se incrementó de 2.85% a 7.8%²⁷.

Méndez y Lopez (2020), en su tesis tuvo como objetivo observar cómo actúa físico-mecánicamente el suelo sin modificación alguna y un suelo adicionado con polvo de cal viva y ceniza de cascarilla de arroz además de apreciar las modificaciones en su contenido de humedad y en su resistencia a compresión. Fue un estudio de tipo aplicada y de carácter mixto (cualitativo y cuantitativo), la muestra es la realización de diferentes tipos de ensayos que se hicieron entre ellos se mencionan el ensayo de granulometría, determinación del límite líquido y plástico, el Ensayo de compactación y el ensayo de compresión inconfiada de suelos todos estos sirvieron de mucho durante la investigación desarrollada. Se concluyó que el suelo estudiado era un suelo arcilloso de alta plasticidad, que al haber adicionado la cal viva con ceniza de arroz realizando el ensayo de compactación Proctor Modificado se observó que la humedad óptima es de 13.8% y una densidad de 1.76 gr/cm³, mencionando según el autor que no

presenta mejoras. además de que su resistencia máxima al corte fue de 0.01024 kg/cm² el cual se redujo a la resistencia natural sin modificación alguna²⁸.

Bryan y Illidge (2017), cuyo objetivo tuvo como finalidad modificar un terreno con alta plasticidad adicionando las cascarillas de arroz y ceniza volante en la subrasante, además de observar la reciprocidad entre el módulo de Resiliencia y el CBR de las muestras con porcentajes seleccionados. El cual fue un estudio experimental tipo aplicada, cualitativa, explicativa causal, como población utilizó material suministrado de una obra en la calle 147 cruce con av. 19 a un fondo de 12m, localizado al norte de Bogotá. como instrumentos utilizó formatos basados en las normas ASTM D 4318- 00 para Límite Líquido/plástico, ASTM D 698-07 para Proctor estándar y ASTM D 1883-07 para CBR. Los resultados que se consiguieron fue el aumento de la resistencia del suelo, disminución del índice de plasticidad. Logrando Concluir que las dosificaciones óptimas para la mejora de suelos mediante ceniza volante y cáscara de arroz para los suelos de arcilla altamente plásticos son de 6% para Cáscara de Arroz y de 30% Ceniza volante logrando así alcanzar el resultado más resaltante con respecto al Módulo de Resiliencia y CBR, ya que se logró aumentar su capacidad de resiliencia del material arcilloso asimismo la reducción con respecto a deformaciones e incrementos a su resistencia a esfuerzos cíclicos²⁹.

Caamaño (2016), tuvo como objetivo optimizar las propiedades físicas y geomecánicas de un suelo blando de subrasante mediante la adición ceniza de cascarilla de arroz. El cual fue un estudio experimental tipo aplicada, como población de estudio está comprendida entre Pasto y el municipio de Genoy en el departamento de Nariño, se tomó como muestra los K3+000 Y K3+500, los instrumentos que se emplearon fueron los ensayos de Proctor Modificado, Gravedad Específica, Límite Líquido y Plástico, Granulometría, pH del suelo y Modulo de Resiliente. Los resultados fueron que la adición de ceniza de cascarilla de arroz contribuyo en la disminución del índice de plasticidad aportando mejoras en la consistencia de suelos blandos. Finalmente, como conclusión se determinó que el 4% es el mejor porcentaje de la adición de la cascarilla de arroz ya que permitió mejoras de las propiedades tanto físicas como mecánicas de la muestra, puesto que esta ceniza causa la reacción cementante

en el suelo debido a sus propiedades puzolánicas, generando así una mayor resistencia en la subrasante³⁰.

Evangelista (2018), cuyo objetivo foi determinar o potencial da composição do resíduo de cinza da casca de arroz produzido pelas industrias, o tipo de investigação foi quantitativo y experimental, os instrumentos que foram feitos foram os proctor modificado y límites de atterberg, Os resultados dos límites de Atterberg das misturas estudadas são significativos, visto que a adição de cinzas proporcionou redução no índice de plasticidade, porém os resultados da capacidade de carga (CBR) quando realizados apenas com a adição de cinza de casca de arroz (CCA) obteve uma reação inesperada. Mas quando a mistura utilizada para o ensaio de capacidade de carga tem adição de cinza com cimento, já é possível ver um aumento considerável de sua capacidade já no solo com 1% de cimento e 1% de cinza. e em ensaios simples de resistência à compressão obtiveram bons resultados quando adicionados apenas à cinza da casca de arroz, mas também com a adição de cimento em relação aos obtidos com solo natural. O melhor resultado pode ser observado com a adição de 3% de cinzas e 3% de cimento. Diante do exposto, pode-se dizer que a utilização de cinza de casca de arroz para a estabilização do solo pode ser viável desde que seja observado o comportamento da mistura³¹.

Dahsan (2017), teve como objetivo demonstrar o efeito da adição de casca de arroz no comportamento de um solo arenoso fino. Que foi um estudo experimental, Este é um estudo experimental, Os instrumentos realizados foram a Caracterização Física, Granulometria, Caracterização Mineralógica (Difração de Raios X), Teste Edométrico. Cujas amostras coletadas na área de empréstimo A Torre, que não é do município de Ilha Solteira - SP, utilizou a situação de não conformidade por São necessários com misturas mistas (apenas + casca de arroz). Os resultados obtidos com solo arenoso de baixa plasticidade em relação ao solo, ou com adição de adição de cinza de casca de arroz a fração areia praticamente não muda nos percentuais de 2% e 4%, com um ligeiro aumento na porcentagem de silte e ligeira redução na argila, com pouca mudança no tamanho das partículas. eu concluo que pelo teor mínimo de 10% de cinza de casca de arroz em obras lineares, ou obras com solo fofo que não exijam processo de compactação y e 14% de percentual, por ter obtido o menor valor

de potencial de colapso, mostrando a eficiência do arroz de mandiocanenum processo de estabilização física, foi mostrado para reduzir significativamente os limites de líquido e plástico, bem como reduzir o potencial de colapso nas condições estudadas³².

Mohammed (2015), whose purpose was to determine the ideal moisture content, its resistance to cutting the natural terrain without modifications and the maximum dry density. In addition to the resistance to shear for percentages of 5%, 10%, and 15% of rice husk and 6% of cement to the ground, seeking to compare the results between the natural soil and the ideal improved sample. Which is an applied, qualitative experimental study. The sample was obtained from a hill near block 3 of the campus of the Infrastructure University of Kuala Lumpur (IUKL). In this investigation, the ASTM D4318 standard was used as an instrument, with respect to the tests of liquid and plastic limits, the BS 1377-2 standard was used, the shear test with ASTM D 3080-72 and ASTM D 1883-07 for CBR. It is concluded that when incorporating the rice husk ash, it showed an increase in its optimum moisture content and showing a decrease with respect to the maximum dry density. At the same time, there was an improvement in CBR from 8.5% in the natural state to 18.5% after having incorporated the ashes of the component³³.

Montejo, Raymundo y Chávez (2020), en su artículo tuvo como finalidad realizar este estudio basándose en exponer la opción de estabilización aprovechando el residuo de la producción de arroz basándose en estudios anteriores ratificados experimentalmente logrando exitosamente el aumento en suelos de baja capacidad de soporte, además de determinar su disponibilidad, el costo del material al ser empleado en proyectos viales. siendo un estudio de tipo descriptiva, examinando definir las propiedades, perfiles de individuos asociaciones y características expuestas a una observación. como instrumento se utilizó la encuesta dirigida a los administradores de los molinos, a partir de la observación directa. Logrando *concluir* que la cascarilla de arroz ofrece mejoras con respecto a los valores de CBR y Capacidad de Soporte, mencionando que es económicamente factible debido a que el precio es menor a los productos convencionales para mejoramiento de suelos, además de lograr un aprovechamiento a este residuo aplicándolo en la ingeniería civil³⁴.

Ojeda, Mendoza y Zamora (2018), aimed to analyze the influence of sugarcane bagasse ash as a substitute for composite portland cement to optimize the properties of a sandy granular soil. It was an experimental study, the instruments used are simple comprehension, cbr and standard AASHTO compaction tests, the samples taken were quality tests carried out according to the methods of analysis and evaluation of the materials made in the form of embankments. It was concluded that they showed improvement in soil compaction properties, resistance to compression and cbr, bringing with it a reduction of up to 25% in CPC consumption³⁵.

Anjani, Kumar, Roop y Suman (2017), aimed to find out about the physical properties of natural soil and a stabilized soil by adding 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and 12.5% of ash in the soil and to see the behavior it generates when incorporating ashes. It was an applied and experimental type study, the instruments used were standards and different laboratory investigations. It was concluded that when the soil stabilization was done where the ash content was added to the subgrade when developing the CBR test, 7.5% was established as an optimal value, that is, this value reflects that there is a low dry density and a large high moisture content, since these were useful to control volumetric changes, for this reason it was also detailed that the value obtained was optimal since improvements in the soil could be observed, likewise when using this type of inputs in the stabilization of the subgrade with ashes I generate save the cost of construction³⁶.

Definición de Subrasante

La subrasante es el terreno natural la cual soporta la carga de toda la estructura del pavimento, así mismo está constituida por suelos selectos que son aptos para ser compactados por capas y así puedan establecer un estado óptimo¹.

Obtención de la ceniza de cáscara de arroz

La cascarilla de arroz se obtiene del proceso de descascarado, cuyo objetivo es retirar los granos del colado protector. Estas operaciones pueden realizarse a mano o mediante trilladora⁴⁴.

La ceniza de cascarilla de arroz (RHA) se obtiene mediante la combustión de cascarilla de arroz⁴⁵.

Para transformar la cáscara de arroz a ceniza se introducirá a un horno con una temperatura de 500 °C donde pasara a fase gaseosa, el residuo de este gas es una ceniza con alto contenido de silice⁴⁶.

Ceniza de Cáscara de arroz

La cáscara del arroz en ceniza viene hacer un componente muy eficiente y presenta un alto volumen de SiO₂ y a su vez es sencillo de conseguir, igualmente es un simple compuesto. En la actualidad se generan cerca de 120m³ de cascarilla anual, considera que el vínculo de cenizas y cascarilla de arroz es 0.18, la elaboración a nivel internacional de cca alcanzo los 21 m³ / año².

Capacidad Portante:

La capacidad portante de la superficie es la propiedad del suelo para tolerar cargas concentradas. a la vez también llamada amplitud de carga es la presión máxima de relación del terreno y la cimentación. Del modo que no llegue a generar problemas en su cortante del terreno o asentamientos excesivos del material³.

Consistencia del suelo:

La consistencia del suelo también es un propiedad física y dinámica importante, que varía con la variación de la humedad del suelo y el estrés aplicado⁴.

La consistencia del suelo depende de la textura, naturaleza y cantidad de coloides inorgánicos y orgánicos, estructura y contenido de humedad, etc [...]⁵.

La consistencia del suelo se puede interpretar como la fuerza que una las partículas componen un suelo, es decir la oposición ante la ruptura y la deformación. Logrando medirse en las muestras de suelos mojados, secos o húmedos.

Óptimo Contenido de Humedad:

El OCH determinado por los métodos de compactación del suelo depende de los agregados, el contenido de finos, el contenido de materiales cementicios y el esfuerzo de compactación aplicado[...]⁶.

Ensayo CBR:

El método de prueba de laboratorio ASTM D1883 para la prueba CBR es un método empírico simple, que compara la resistencia a la penetración de la muestra de prueba con la de una muestra "estándar" de material de piedra triturada bien graduada utilizando un pistón de tamaño estándar⁷.

Índice de plasticidad:

El IP de una superficie es la desigualdad matemática de su LL y su LP, y es un número adimensional. Tanto los límites de líquido como de plástico son contenido de humedad⁴⁷.

El IP es calculado de la resta numérica de la limitante líquida y limitante plástica, es decir $PI=LL-PL$ ⁸.

Limite Líquido:

El LL está definido como el porcentaje del agua existente en una muestra de terreno, derivado del peso seco del suelo donde el estado del material cambia de líquido a plástico⁹.

Limite Plástico:

El límite de plasticidad hace referencia a la humedad existente en el terreno expuesto en proporciones del peso del suelo seco, siendo este un límite ubicado entre los estados semisólido y plástico de su firmeza¹⁰.

Ensayo Proctor Modificado:

Esta prueba contiene los métodos de las compactaciones que se emplean con el fin de obtener la proporción del contenido de húmedo de la muestra y su peso seco de los terrenos, compactados en moldes de 6 a 4 plg de espesor. Con un apisonador soltado a 18 plg de altura produciendo un esfuerzo de 56000 lb/p³¹¹.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación de acuerdo al fin

La indagación aplicada hace referencia al ensayo científico y la búsqueda de resolver prácticos problemas, esta investigación puede ser empleada de diferentes formas como encontrar respuestas a problemáticas cotidianas, encontrar la cura de enfermedades y perfeccionar nuevas tecnologías¹².

Este estudio es de tipo **aplicada**, puesto que se procuró analizar cómo influye significativamente el uso de cca en el mejoramiento de su subrasante en el jr. Junín en la terminación de su capacidad portante, consistencia del suelo y su óptimo contenido de humedad.

Tipo de investigación de acuerdo al nivel

Los estudios de carácter explicativo, su principal enfoque es dar a conocer porque sucede un acontecimiento y en qué etapa se localiza, de igual manera por qué dos o más variables se vinculan de por medio¹³.

Este estudio es **explicativo** considerando que es aquí donde el investigador formuló interrogantes acerca de las causas, es decir se buscó medir cómo influyo la adición de la cca en la subrasante en el jr. Junín, Distrito de Corrales.

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque

La presente investigación es de enfoque **cuantitativo**, debido a que se realizó el trabajo por etapas, posteriormente se realizaron los ensayos en el laboratorio para comprobar la hipótesis planteada.

La indagación cuantitativa hace referencias a aquellas que se van dando de aspecto estructurado con un orden y de forma acreditada. cada proceso se da de manera consecutiva y no podemos rehuir procesos, la secuencia es inflexible, de igual manera podemos volver a delimitar algún proceso. va de una hipótesis que posterior a ello se define observando objetivos e interrogantes sobre la investigación, apoyándose en teorías, y se concreta un plano teórico¹⁴.

Diseño de investigación

El diseño cuasiexperimental manipula de manera intencional al menos una variable independiente para poder ver su relación y resultado con una o varias variables dependientes¹⁵

La investigación **cuasiexperimental** hace referencia a que al haber manipulado con proporciones de cca en la subrasante, observaremos y registraremos los cambios para describir cuál es la influencia que origino.

3.2. Variables y operacionalización

La operacionalización es la secuencia de una variable teórica, de tal modo se sustenta en la operacionalidad de variables y la definición conceptual, medibles y verificables con indicadores empíricos o semejantes que es llamada operacionalización¹⁶.

la variable viene a ser una calidad y puede ser alternar, este cambio será dispuesto a ser calculado o indagar con la finalidad de llevar un control de cambios¹⁷.

la variable independiente es aquella considerada como el fundamento de correlación entre dos o más variables¹⁸.

la variable dependiente por otra parte no es alterada, excepto que evalúa la consecuencia de la alteración que sufrió a partir de la implicación de la independiente [...] ¹⁹.

Variable independiente: Ceniza de cáscara de arroz.

Definición conceptual: La ceniza de cáscara de arroz es un compuesto muy eficaz con un elevado contenido de sílice y es muy fácil de producir además de ser una simple materia prima.

Definición operacional: Para poder aplicar esta mejora aplicaremos ceniza de cáscara de arroz en diferentes dosificaciones (7%, 14% y 21%). Para luego medir esa variación.

Variable dependiente: Subrasante.

Definición conceptual: La subrasante es el terreno natural la cual soporta la carga de toda la estructura del pavimento, así mismo está constituida por suelos selectos que son aptos para ser compactados por capas y así puedan establecer un estado óptimo.

Definición operacional: Para el mejoramiento de la subrasante adicionaremos ceniza de cáscara de arroz y buscaremos medir sus variaciones a partir de la capacidad portante, límites de consistencia y su óptimo contenido de humedad.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población será explorada y en referencia a ello se estima universalizar las respuestas. es decir, la población será el grupo de todos sucesos que sean similares a partir de determinadas características²⁰.

Para esta investigación la población estuvo constituida por todas las calicatas obtenidas del Jirón Junín, distrito de Corrales en el departamento de Tumbes.

Muestra

La muestra, sería una parte pequeña de un grupo derivado del global de los estudiados. Es decir, subgrupo de componentes obtenidos del grupo delimitados por sus particularidades nombrados como población²¹.

La muestra viene a ser la herramienta del investigador con la cual elige elementos típicos de la investigación, de los cuales conseguiremos resultados que nos accederá a tener deducciones de la población a trabajar²².

Como muestra según el manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; hace mención que la cantidad de calicatas para la indagación de suelos dependerá del tipo de carrera que se esté evaluando.

Se hace mención que para la vía de la presente investigación resulta ser de bajo tránsito con un IMDA ≤ 200 vehículos diarios de una sola calzada mencionada en la tabla 4.1 del MC-suelos y pavimentos, señalando que se realizara una calicata por cada km no menor de 1.50 mts de profundidad. Por esta razón como factor de seguridad se realizaron 2 calicatas para las 2 cuadras más críticas analizadas.

Cuadro 4.1			
Número de Calicatas para Exploración de Suelos			
Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km 	

Figura N°1: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Fuente: MTC

Según Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, el tipo de carretera del presente estudio y de acuerdo al cuadro 4.2 número de ensayos de CBR se indicó realizar un (01) ensayo de CBR por cada 3km de carretera, para un mejor resultado se ejecutaron 2 ensayos de CBR para las 2 cuadras evaluadas.

Cuadro 4.2
Número de Ensayos M_R y CBR

Tipo de Carretera	Nº M_R y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_R cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_R cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_R cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_R cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

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

Figura N°2: Número de ensayos de CBR.

Fuente: MTC

Muestreo

Se le considera muestreo aleatorio a los componentes que tiene la misma particularidad para poder alcanzar una muestra característica, es la distinción al azar donde todos los elementos de la población tienen idéntica posibilidad de ser seleccionados²³.

Para esta investigación el muestreo fue tomado de manera aleatoria, debido a que se obtuvieron los mismos resultados en cualquiera de los casos existentes.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Si una investigación emplea instrumentos con la finalidad de recolectar datos y de esta forma podrán ser comparados, estos estudios deben evaluar la variable dependiente con un instrumento igual o similar (de igual forma para no experimentales)⁴⁰.

Por lo tanto, para la metodología de selección de datos se utilizó la observación para así poder ofrecer soluciones a las problemáticas existentes, de igual manera comprobar las hipótesis dadas. Además, la información como bases de teoría para cada variable fue utilizando bibliografías, finalmente se considera el método cuasi experimental.

Así mismo se empleó las normativas establecidas por el Ministerio de transportes y comunicaciones: MTC E 107, MTC E 110, MTC E111, MTC E 115 y MTC E 132.

Instrumentos de recolección de datos

Toda aquella medición o elemento de recolección deberá de contener tres puntos importantes tales como su confiabilidad, validez y objetividad⁴¹.

De tal forma para esta investigación se desarrollaron ensayos para obtener resultados, con respecto a ello se hace mención de:

- Observación
- Fichas de laboratorio (ver anexo)
- Ensayos

Tabla N°1: Ensayos realizados en laboratorio

	Ensayo	Instrumento
Ensayos	Ensayo C.B.R	Prensa Hidráulica
	Ensayo de Limites de Atterberg	Copa de Casagrande
	Ensayo de Proctor Modificado	Molde cilíndrico

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

La confiabilidad hace referencia al grado de un instrumento de medición que al ser repetido en un objeto o individuo genera los mismos resultados⁴².

la confiabilidad hace referencia a la aplicación del ensayo en repetidas ocasiones para evaluar el objeto a analizar, lo cual arroja valores iguales o similares entre los ensayados. logrando brindar la confianza de los resultados obtenidos e igual forma los instrumentos empleados en los ensayos, a su vez la certificación entregada por los ensayos realizados.

Validez

La validez de forma general hace referencia al nivel en el cual un instrumento que calibra de forma autentica la variable que se desea analizar⁴³.

Por consiguiente, los instrumentos empleados fueron sometidos a juicio de validación de expertos u especialistas en construcción o carreteras los cuales se encargaron de analizar y aprobar el contenido del instrumento de la investigación.

3.5. Procedimientos

Se elaboró un estudio de suelos posterior a ello se inició a realizar el trazo para la excavación de calicatas en este caso fueron 2 calicatas de 1.50 m de profundidad, después de obtener las muestras se llevaron al laboratorio donde se procedió a los siguientes ensayos como Ensayo CBR, Límite de atterberg y el Proctor modificado. A estos ensayos se les adiciono la ceniza de cáscara de arroz en proporciones de 7%, 14% y 21% a la muestra para así aumentar las propiedades del suelo y poder observar los valores que aportaron en función a la capacidad portante, límites de consistencia y óptimo contenido de humedad generados a la subrasante de la avenida Jr. Junín en el distrito de Corrales provincia de Tumbes.

3.6. Método de análisis de datos

Se basa en clasificar las cualidades esenciales de indagación e investigarlas con la finalidad de contestar a las diferentes controversias propuestas en la indagación. El análisis de datos es el procedimiento a través del cual se logra descubrir un alcance más extenso de la indagación práctica²⁴.

Para la obtención de información fue mediante una percepción directa además de procesamiento de datos obtenidos en campo y laboratorios, debido a que fue

una indagación de carácter cualitativo permitiéndonos visualizar cada ensayo realizado, y a la vez de tomar notas respectivas para posterior a ello conseguir los resultados y contrastarlos con la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Como estudiante proveniente de la carrera de ingeniería civil, esta investigación se elaboró de una manera honesta, siguiendo honradez durante el proceso de datos en general, el respeto por los aportes de los autores tanto en libros como tesis, de igual manera toda información obtenida fue citada correctamente y referenciada bibliográficamente por sus respectivos autores conforme lo denota la norma ISO-690-2010.

IV. RESULTADOS

Tema proyectado

Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021

Ubicación:

Departamento : Tumbes

Provincia : Tumbes

Distrito : Corrales

Ubicación : Jr. Junín, Tablazo - Corrales



Figura N°3: Mapa del Perú

Fuente: Google Search

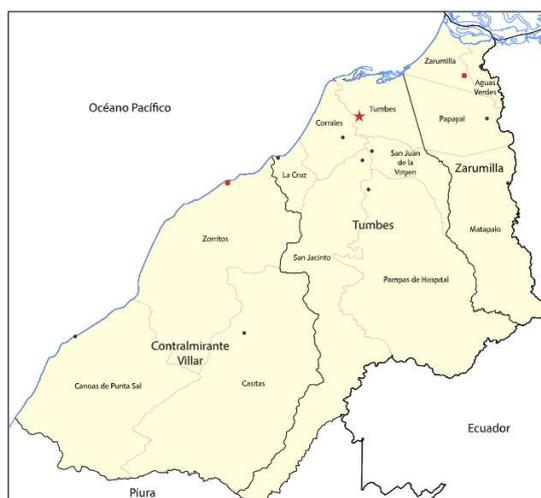


Figura N°4: Mapa de la provincia de Tumbes

Fuente: Google Search

Localización:



Figura N°5: Localización del jirón junin

Fuente: Google Earth

El estudio se ejecutó en el jr. Junín, en la zona se realizaron 2 calicatas de 1.50 m de profundidad.

Descripción: Calicata – 1:

Progresiva: 0+283

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.10 x 1.10 m

Lado de vía: Derecha



Figura N°6: Calicata C-1

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Calicata – 2:

Progresiva: 0+419

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.10 x 1.10

Lado de vía: Izquierda



Figura N°7: Calicata C-2

Fuente: Elaboración propia

Trabajos de laboratorio

Para este estudio se realizó 2 calicatas en el jr Junín, así mismo estas muestras se llevaron al laboratorio especializado en mecánica de suelos, posterior a ello se efectuaron los análisis granulométricos, su límite de consistencias, ensayo Proctor Modificado y su respectivo ensayo de CBR. Se realizó el ensayo de análisis granulométrico para identificar al suelo que comprendía mayor contenido de finos y se agregó los porcentajes de 7%, 14% y 21% de cca para desarrollar los ensayos posteriores.

Análisis Granulométrico MTC E 107 ASTM D 422

El ensayo de análisis granulometría por tamizado nos permitió conocer los tamaños de las partículas de la muestra del suelo pasadas por mallas estandarizadas por el ASTM D422, posterior a ello se realizó el cuarteo de la

muestra de cada calicata asimismo se determinó el porcentaje de material que es retenido en cada malla.

Tabla 2: Tamizado de la muestra de la calicata (C-1)

MALLAS				
N°	Abertura (mm)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.56	0.56	99.44
N°4	4.750	0.85	1.41	98.59
N°6	3.360	1.87	3.28	96.72
N°8	2.360	1.68	4.96	95.04
N°10	2.000	2.36	7.32	92.68
N°16	1.180	2.84	10.16	89.84
N°20	0.850	2.16	12.32	87.68
N°30	0.600	2.61	14.93	85.07
N°40	0.425	2.81	17.74	82.26
N°50	0.300	3.88	21.62	78.38
N°80	0.180	4.03	25.65	74.35
N°100	0.150	3.33	28.98	71.02
N°200	0.075	4.94	33.92	66.08
-200	ASTM D 1140-00	66.08	100	0.00

Fuente: Elaboración propia

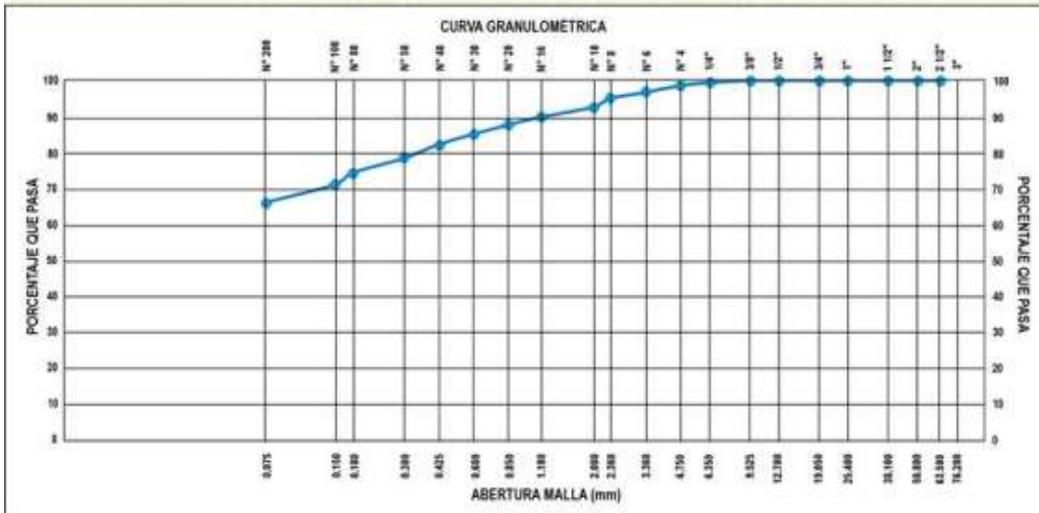
Tabla 3: Tamizado de la muestra de la calicata (C-2)

MALLAS				
N°	Abertura (mm)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.22	0.22	99.78
3/4"	19.050	0.28	0.50	99.50
1/2"	12.700	0.37	0.87	99.13
3/8"	9.525	0.28	1.15	98.85
1/4"	6.350	0.82	1.97	98.03
N°4	4.750	1.58	3.55	96.45
N°6	3.360	1.15	4.70	95.30
N°8	2.360	0.95	5.65	94.35
N°10	2.000	1.76	7.41	92.59
N°16	1.180	1.21	8.62	91.38
N°20	0.850	2.22	10.84	89.16
N°30	0.600	2.52	13.36	86.64
N°40	0.425	8.56	21.92	78.08
N°50	0.300	18.56	40.48	59.52
N°80	0.180	11.58	52.06	47.94
N°100	0.150	12.85	64.91	35.09
N°200	0.075	12.51	77.42	22.58
-200	ASTM D 1140-00	22.58	100	0.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 y 3 se muestra el análisis granulométrico realizado a la calicata C-1 se observa que el 66% de partículas pasaron por el tamiz N°200 y en la calicata C-2 el material que pasa por el tamiz N° 200 es de 23%, esto nos señala que el

material que pasa en la calicata C-1 es mayor al 50 % por ello se caracteriza como suelo arcilloso.



Interpretación. –De acuerdo a la figura 9, el ensayo granulométrico demostró que el material obtenido de la calicata C-2, el contenido de finos es el 23%, el contenido de arena es el 73% y por último el 4% de grava.

Según la muestra extraída de la calicata C-2 del jirón Junín se analizó de acuerdo a la clasificación SUCS que la muestra fue un suelo arenoso mal graduado con mezcla de arena y arcilla (SP - SC) y respecto a la clasificación AASHTO es un suelo A-1-a.

Tabla 4: *Contenido de finos*

CALICATAS	% DE FINOS
C-1	66
C-2	23

Fuente: Elaboración propia

En resumen, según la tabla 4 el análisis granulométrico de la calicata C-1 obtuvo el mayor porcentaje de finos con un 66%, es por ello que se realizaron los demás ensayos para determinar a la subrasante y ver la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en la muestra.

Límites de Atterberg MTC E 110 – E11 ASTM D-4318

Se desarrollaron los ensayos de límite de atterberg a las calicatas C-1 y C-2 para visualizar los valores de limite líquido, limite plástico así mismo se calculó su índice de plasticidad para poder conocer las características de la muestra. Se realizó primero el ensayo a la muestra del terreno para así verificar los resultados.

Tabla 5: *Limites de Atterberg de la calicata C-1*

CALICATA	Límites de Atterberg	
C-1	Límite líquido	48.25
	Límite plástico	17.88
	Índice de plasticidad	30.37

Fuente: Elaboración propia

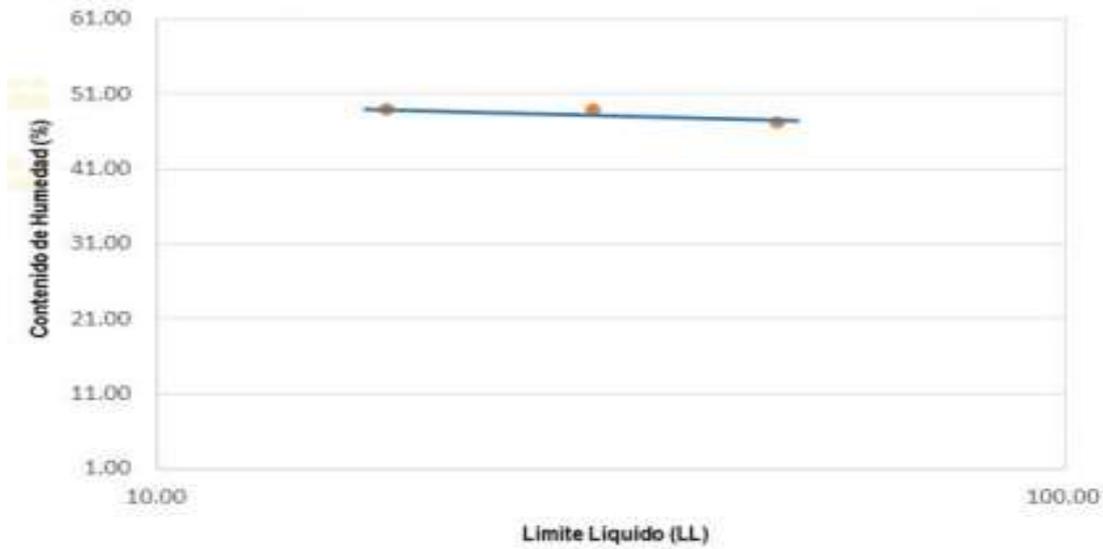


Figura N° 10: Diagrama de Fluidez C-1

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

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

Figura N° 11: Clasificación de índice de plasticidad.

Fuente: MTC

Interpretación. – En la tabla 5 se aprecia que la muestra de la calicata C-1 presenta un límite líquido de 48.25%, límite plástico 17.88% por ello la diferencia de ambos ensayos realizados dio como resultado que el índice de plasticidad es de 30.37%.

Se concluyo que la muestra es un suelo muy arcilloso de plasticidad alta de acuerdo a la norma del MTC en donde se especifica que en suelos muy arcillosos presenta un IP > 20 como se observa en la figura 11.

Tabla 6: Límites de Atterberg adicionando el 7% de CCA

CALICATA	Límites de Atterberg adicionando el 7% de CCA	
C-1	Límite líquido	43.66
	Límite plástico	17.38
	Índice de plasticidad	26.28

Fuente: Elaboración propia

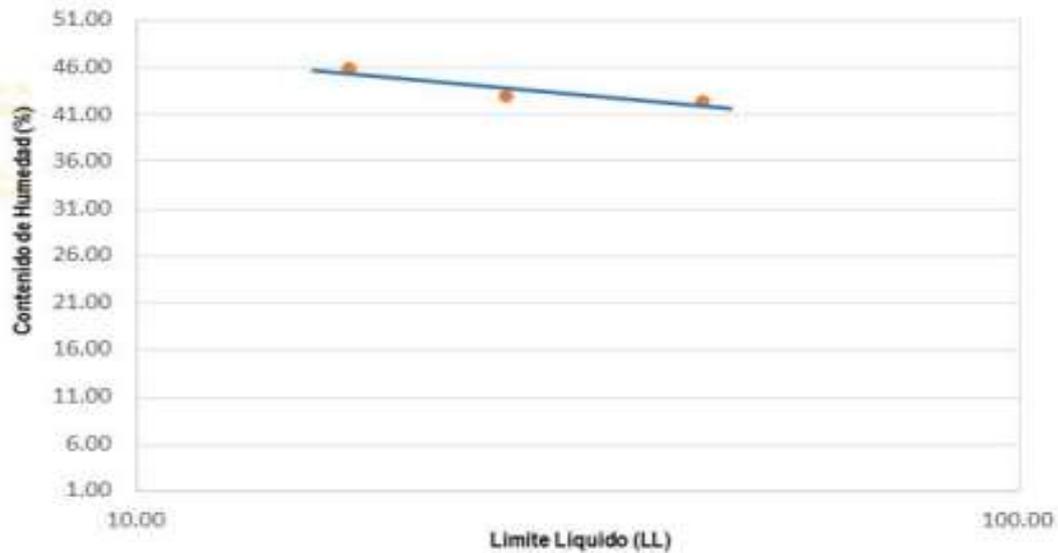


Figura N° 12 Diagrama de Fluidez con 7% de CCA

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 6 se aprecia que la muestra de la calicata C-1 con 7% de ceniza de cáscara de arroz presenta un límite líquido de 43.66%, límite plástico es de 17.38% y como resultado el índice de plasticidad es de 26.28%. Se concluye que la muestra es un suelo arcilloso de plasticidad alta de acuerdo a la norma MTC en donde se especifica que un suelo arcilloso presenta un IP > 20.

Tabla 7: Límites de Atterberg adicionando el 14% de CCA

CALICATA	Límites de Atterberg adicionando el 14% de CCA	
C-1	Límite líquido	40.11
	Límite plástico	15.66
	Índice de plasticidad	24.45

Fuente: Elaboración propia.

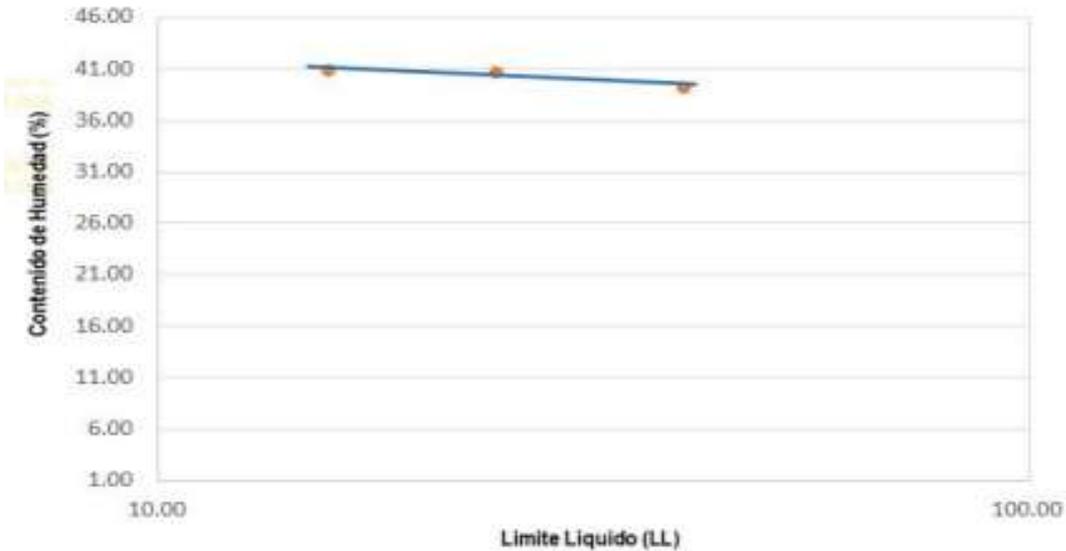


Figura N°13: Diagrama de fluidez con 14% de CCA

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 7 se aprecia que la muestra de la calicata C-1 con 14% de ceniza de cáscara de arroz presenta un límite líquido de 40.11%, límite plástico es de 15.66% y como resultado el índice de plasticidad es de 24.45%. Se concluye que la muestra es un suelo arcilloso de plasticidad alta de acuerdo a la norma MTC en donde se especifica que un suelo arcilloso presenta un $IP > 20$.

Tabla 8: Límites de Atterberg adicionando el 21% de CCA

CALICATA	Límites de Atterberg adicionando el 21% de CCA	
C-1	Límite líquido	37.80
	Límite plástico	13.65
	Índice de plasticidad	24.15

Fuente: Elaboración propia

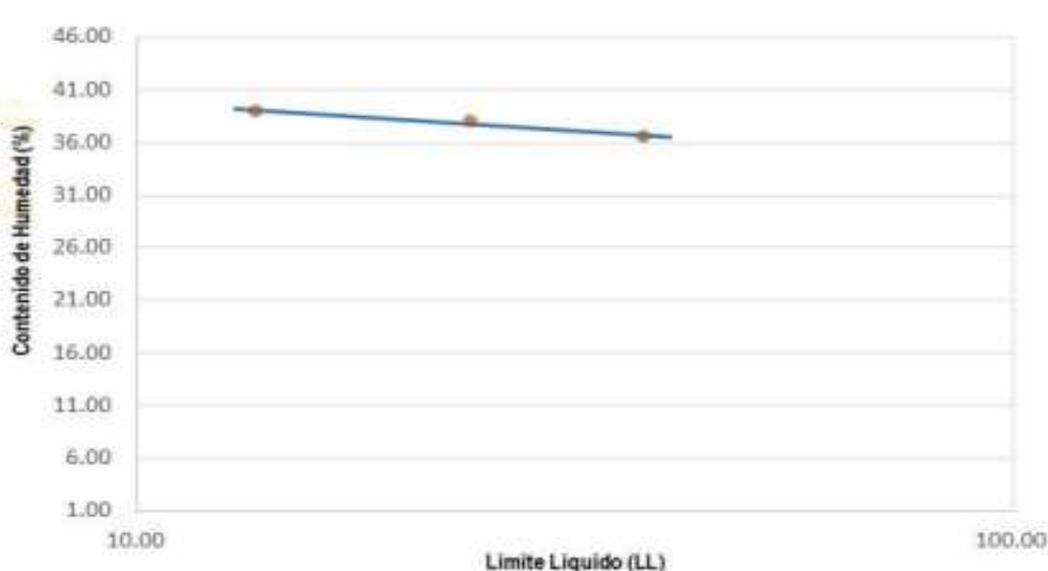


Figura N°14: Diagrama de Fluidez con 21% de CCA

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 8 se aprecia que la muestra de la calicata C-1 con 21% de ceniza de cáscara de arroz presenta un límite líquido de 37.80%, límite plástico es de 13.65% y como resultado el índice de plasticidad es de 24.15%. Se concluye que la muestra es un suelo arcilloso de plasticidad alta de acuerdo a la norma MTC en donde se especifica que un suelo arcilloso presenta un $IP > 20$.

Proctor Modificado MTC E 115 ASTM D 1557

El ensayo de Proctor Modificado se realizó por el método A, mediante el cual se determinó el contenido de humedad con relación a su densidad seca para determinar la curva de compactación de las calicatas C-1 en estado natural.

Tabla 9: Proctor Modificado de la calicata C-1

CALICATA C-1		Proctor Modificado			
Densidad seca	gr/cm ³	1.52	1.44	1.43	1.54
Contenido de humedad	%	30.60	29.90	33.80	32.40
Densidad máxima seca (gr/cm ³)					1.56
Humedad optima (%)					31.62

Fuente: Elaboración propia

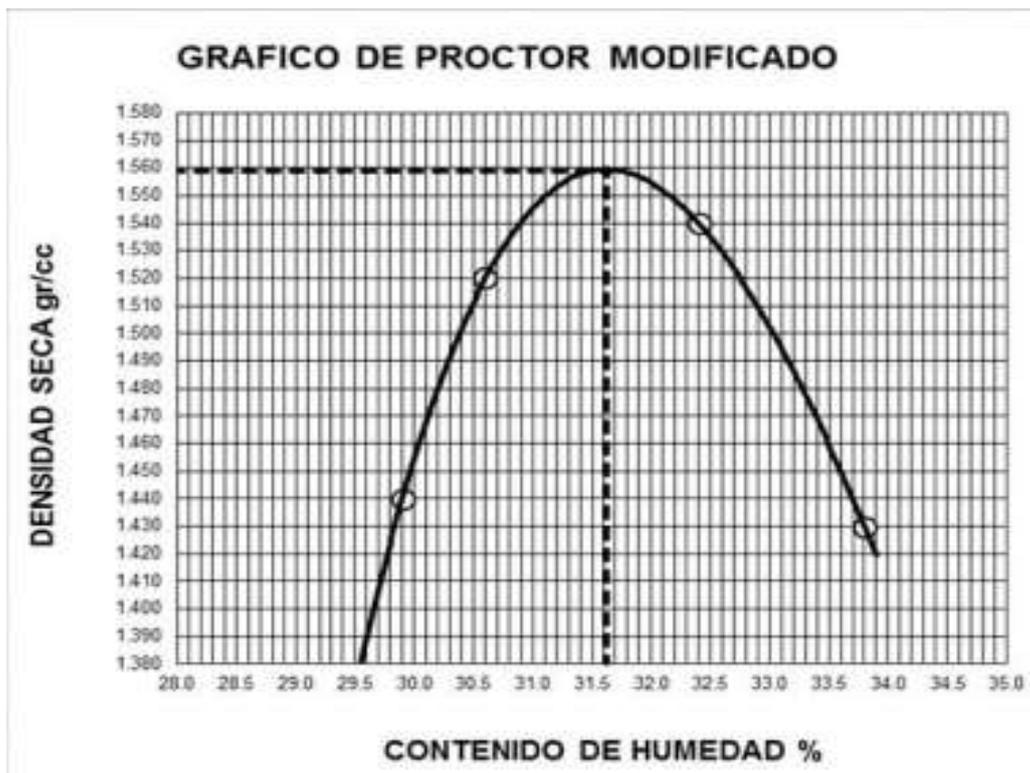


Figura N°15: Proctor Modificado de la calicata C-1

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 9 se pueden apreciar los resultados del Proctor Modificado realizado a la muestra en su estado natural con respecto a la calicata C-1, el cual nos brinda un óptimo contenido de humedad de 31.62% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.56 gr/cm³.

Tabla 10: Proctor Modificado de la calicata C-1+7% de ceniza de cáscara de arroz

C-1+7% CCA		Proctor Modificado			
Densidad seca	gr/cm ³	1.48	1.39	1.43	1.47
Contenido de humedad	%	32.60	37.90	23.70	26.50
Densidad máxima seca (gr/cm ³)					1.49
Humedad optima (%)					30.11

Fuente: Elaboración propia

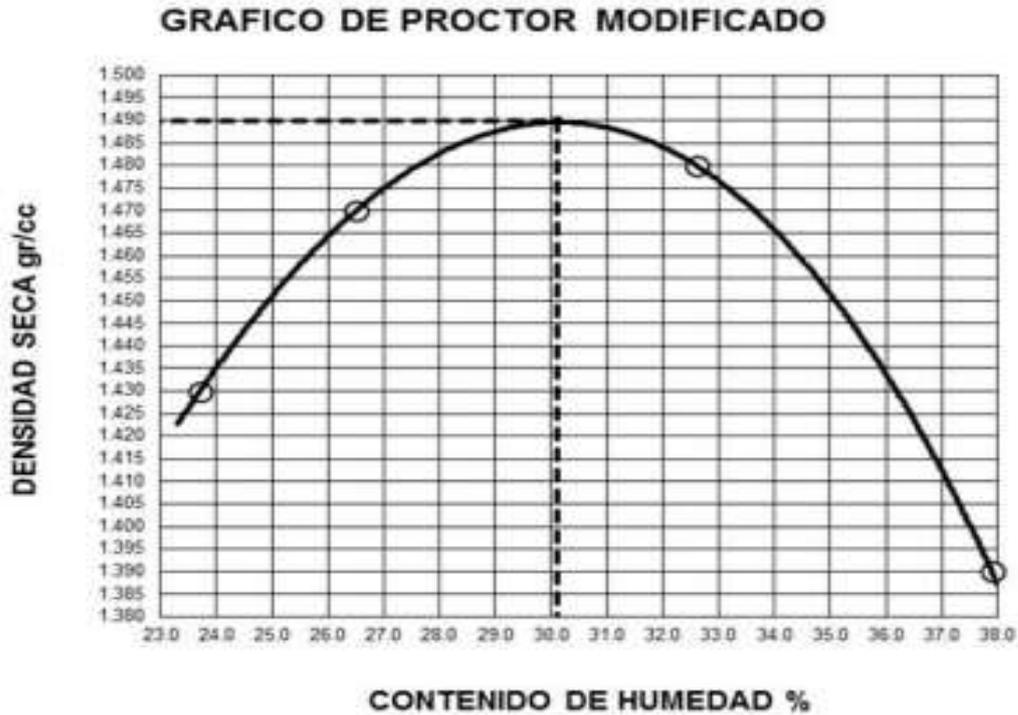


Figura N°16: Proctor Modificado de la calicata C-1+7% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 10 se pueden apreciar los resultados del Proctor Modificado realizado a la muestra en su estado natural con respecto a la calicata C-1 adicionando el 7% de ceniza de cáscara de arroz, el cual nos brinda un óptimo contenido de humedad de 30.11% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.49 gr/cm³.

Tabla 11: Proctor Modificado de la calicata C-1+14% de ceniza de cáscara de arroz

C-1+ 14%CCA		Proctor Modificado			
Densidad seca	gr/cm ³	1.52	1.44	1.43	1.54
Contenido de humedad	%	30.60	29.90	33.80	32.40
Densidad máxima seca (gr/cm ³)					1.56
Humedad optima (%)					31.58

Fuente: Elaboración propia

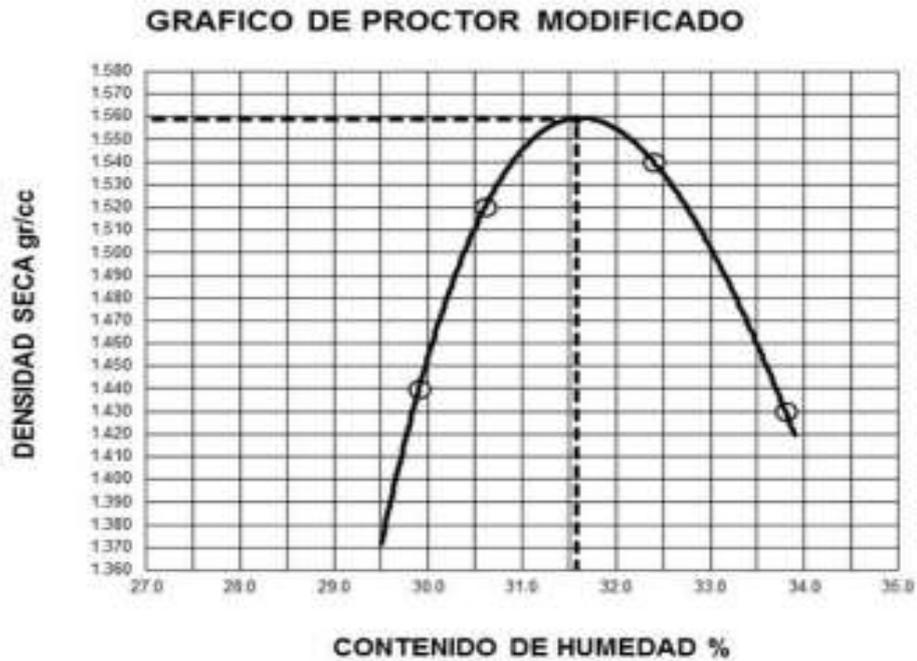


Figura N°17: Proctor Modificado de la calicata C-1+14% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 11 se pueden apreciar los resultados del Proctor Modificado realizado a la muestra en su estado natural con respecto a la calicata C-1 adicionando el 14% de ceniza de cáscara de arroz, el cual nos brinda un óptimo contenido de humedad de 31.58% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.56 gr/cm³.

Tabla 12: Proctor Modificado de la calicata C-1+21% de ceniza de cáscara de arroz

C-1+ 21%CCA		Proctor Modificado			
Densidad seca	gr/cm ³	1.55	1.58	1.53	1.44
Contenido de humedad	%	21.40	26.20	29.00	19.00
Densidad máxima seca (gr/cm ³)					1.59
Humedad optima (%)					24.42

Fuente: Elaboración propia

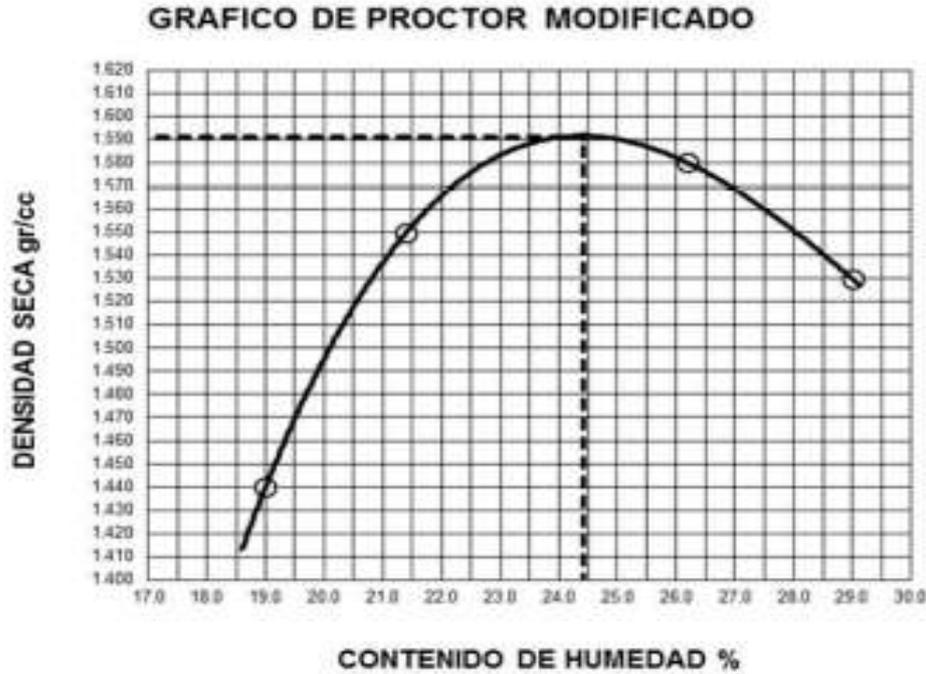


Figura N° 18: Proctor Modificado de la calicata C-1+21% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 12 se pueden apreciar los resultados del Proctor Modificado realizado a la muestra en su estado natural con respecto a la calicata C-1 adicionando el 21% de ceniza de cáscara de arroz, el cual nos brinda un óptimo contenido de humedad de 24,42% en relación a su densidad máxima seca que es de 1.59 gr/cm³.

California Bearing Ratio (C.B.R.) MTC E 132 ASTM D 1883

Se realizó el ensayo de CBR a la muestra de la calicata C-1 en estado natural para determinar su capacidad portante inicial.

Tabla 13: C.B.R. de la calicata C-1 en su estado natural

N° Molde	Penetración (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pulg ²)	Presion patron (Lb/pulg ²)	CBR %
1	0.1	210	1000	21
2	0.1	180	1000	18
3	0.1	300	1000	30
CBR para el 100% de la M.D.S.				15.42%
CBR para el 95% de la M.D.S.				13.21%

Fuente: Elaboración propia

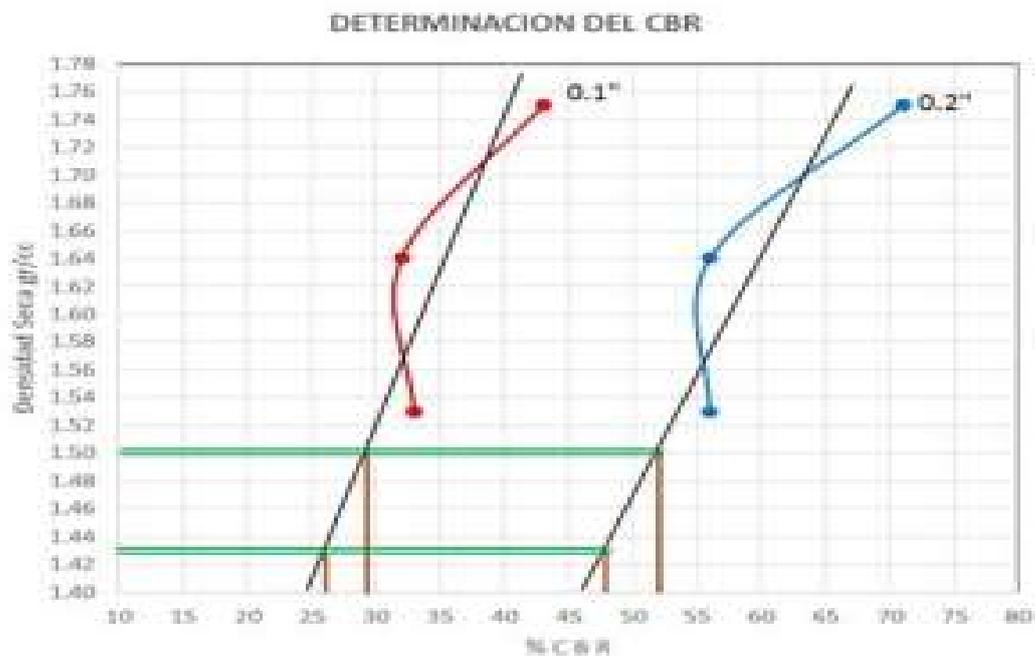


Figura N°19: C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 en su estado natural
Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 13 se puede estimar el ensayo C.B.R. de la calicata C-1, el C.B.R. al 100% de la MDS a 0.1' de penetración es de 15.42% y en el C.B.R al 95% de la MDS a 0.1' de penetración es de 13.21%.

Tabla 14: C.B.R. de la calicata C-1 con el 7% de ceniza de cáscara de arroz

N° Molde	Penetración (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pulg ²)	Presion patron (Lb/pulg ²)	CBR %
1	0.1	260	1000	26
2	0.1	240	1000	24
3	0.1	330	1000	33
CBR para el 100% de la M.D.S.				22.18%
CBR para el 95% de la M.D.S.				20.75%

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 20: C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 adicionando el 7% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 14 se puede estimar el ensayo C.B.R. de la calicata C-1 adicionando el 7% de ceniza de cáscara de arroz, el C.B.R. al 100% de la MDS a 0.1' de penetración es de 22.18% y en el C.B.R al 95% de la MDS a 0.1' de penetración es de 20.75%.

Tabla 15: C.B.R. de la calicata C-1 con el 14% de ceniza de cáscara de arroz

N° Molde	Penetración (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pulg ²)	Presion patron (Lb/pulg ²)	CBR %
1	0.1	290	1000	29
2	0.1	250	1000	25
3	0.1	330	1000	33
CBR para el 100% de la M.D.S.				25.42%
CBR para el 95% de la M.D.S.				24.11%

Fuente: Elaboración propia

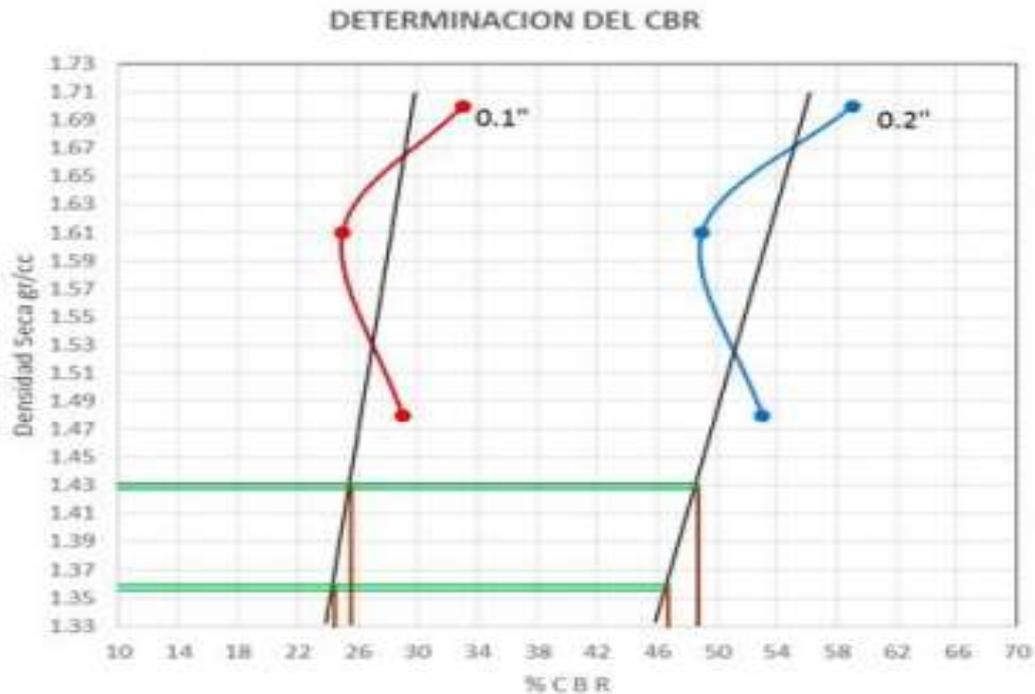


Figura N°21: C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 adicionando el 14% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 15 se puede estimar el ensayo C.B.R. de la calicata C-1 adicionando el 14% de ceniza de cáscara de arroz, el C.B.R. al 100% de la MDS a 0.1' de penetración es de 25.42% y en el C.B.R al 95% de la MDS a 0.1' de penetración es de 24.11%.

Tabla 16: C.B.R. de la calicata C-1 con el 21% de ceniza de cáscara de arroz

Nº Molde	Penetración (pulg)	Presion Aplicada (Lb/pulg ²)	Presion patron (Lb/pulg ²)	CBR %
1	0.1	330	1000	33
2	0.1	320	1000	32
3	0.1	430	1000	43
CBR para el 100% de la M.D.S.				28.54%
CBR para el 95% de la M.D.S.				25.75%

Fuente: Elaboración propia

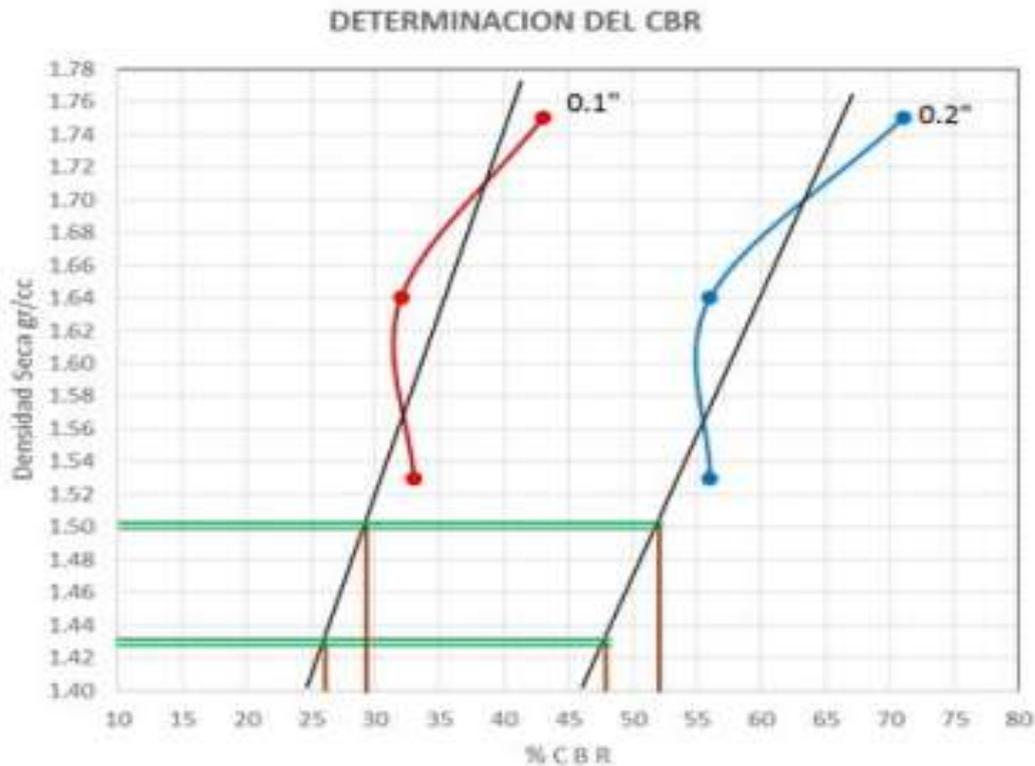


Figura N° 22: C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 adicionando el 14% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

Interpretación. – En la tabla 16 se puede estimar el ensayo C.B.R. de la calicata C-1 adicionando el 21% de ceniza de cáscara de arroz, el C.B.R. al 100% de la MDS a 0.1' de penetración es de 28.54% y en el C.B.R al 95% de la MDS a 0.1' de penetración es de 25.75%.

Objetivo 1:

Determinar la capacidad portante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021

Ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R.) MTC E 132 ASTM D 1883

Se realizaron los ensayos de CBR el cual nos dio a conocer la medida de resistencia al esfuerzo cortante del suelo para así evaluar su calidad adicionando los porcentajes de CCA. a) SN, b) SN + 7% CCA, c) SN + 14% CCA y d) SN + 21% CCA.

Evidencias Fotográficas



Figura N° 23: Ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia



Figura N°24: Herramientas utilizadas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de CCA.

California Bearing Ratio		
MUESTRA	CBR al 100% de la M.D.S.	CBR al 95% de la M.D.S.
SN	15.42%	13.21%
SN+7% CCA	22.18%	20.75%
SN+14% CCA	25.42%	24.11%
SN+21% CCA	28.54%	25.75%

Fuente: Elaboración propia

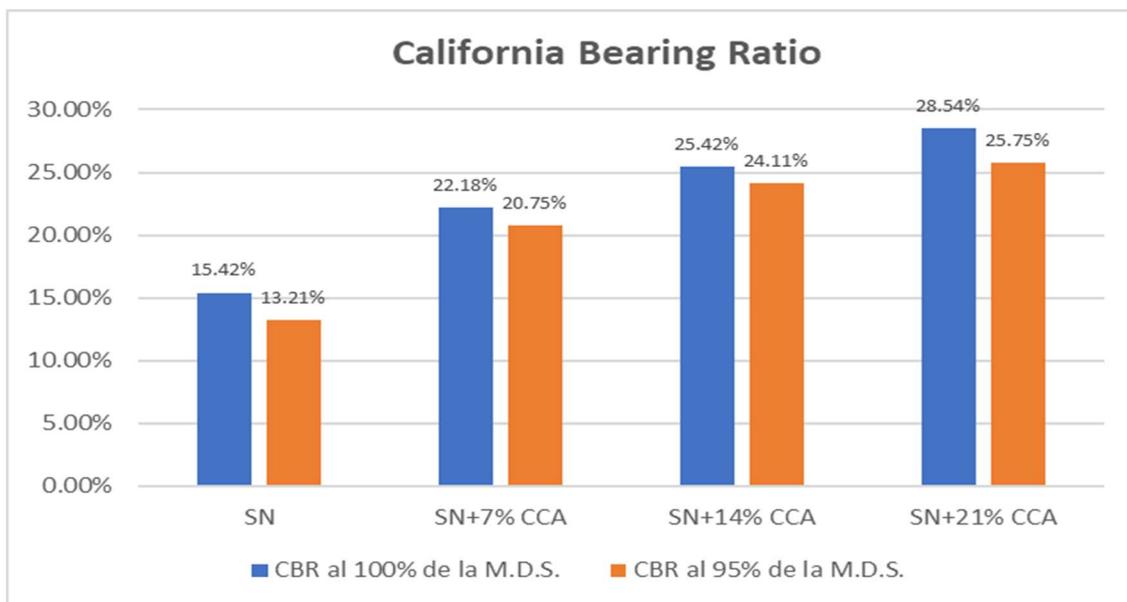


Figura N° 25: Grafico del ensayo CBR comparativo del suelo natural y los porcentajes de CCA.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - En la figura 25 se puede apreciar los ensayos de CBR donde podemos observar el cambio desde su estado natural y al adicionar la ceniza de cascara de arroz (CCA), dando a conocer que mientras más se adicione el porcentaje de ceniza de cascara de arroz más aumentara el valor de CBR. Mostrando que el suelo inicialmente tuvo valores de 15.42% al 100% y 13.21 al 95%, que luego de haber adicionado el 21% de Ceniza de cascara de arroz se incrementó en 28.54% al 100% y 25.75 al 95%. Demostrando así su determinación a partir del aumento de la ceniza de cascara de arroz con este resultado se obtuvo una subrasante muy buena de acuerdo al MTC porque el CBR supero el 20%

Objetivo 2:

Establecer la consistencia del suelo mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021.

Reseña del ensayo de Limites de Atterberg MTC E 110 – 111 ASTM D 4318

Se desarrollaron los ensayos de Limites de Atterberg el cual nos permitió relacionar el Limite líquido, Limite plástico y el Índice de plasticidad de la muestra

que comprendía mayor proporción de material de finos así mismo en porcentajes se le adiciono la ceniza de cáscara de arroz a) SN, b) SN + 7% CCA, c) SN + 14% CCA y d) SN + 21% CCA.

Evidencias fotográficas



Figura N°26: Ensayo de Análisis Granulometrico

Fuente: Elaboración propia



Figura N°27: Ensayo de Límites de Atterberg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Ensayo de Limite de Atterberg adicionando el 7%,14%21% de ceniza de cáscara de arroz

Limites de Atterberg	SN	SN+7% CCA	SN+14% CCA	SN+21% CCA
LL	48.25	43.66	40.11	37.8
LP	17.88	17.38	15.66	13.65
IP	30.37	26.28	24.45	24.15

Fuente: Elaboración propia

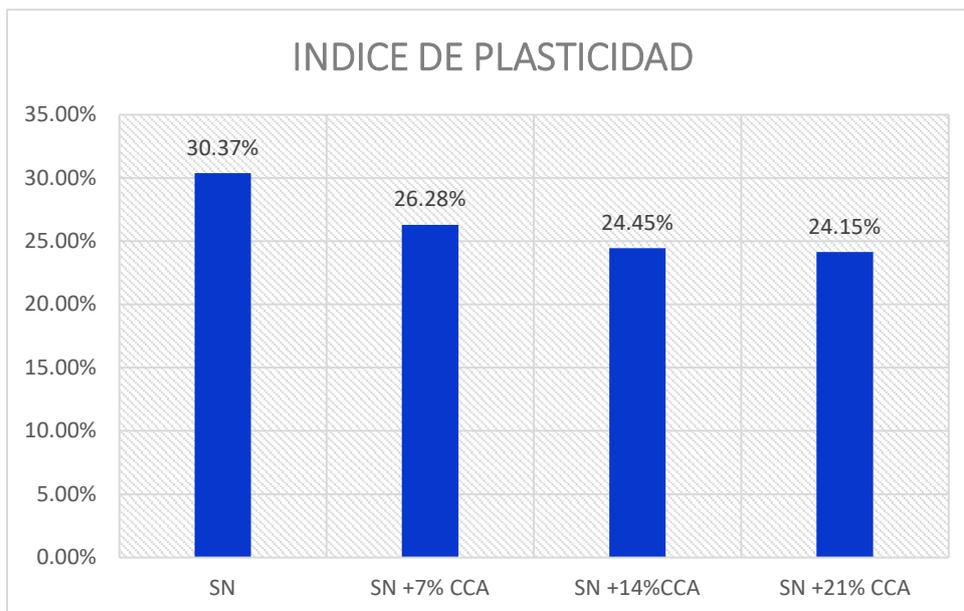


Figura N°28: Resultados del ensayo de Limite de Atterberg adicionando 7%,14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. - En la figura 28 se puede observar que la muestra del terreno natural presenta un $IP=30.37\%$, Así mismo al hacer la incorporación en proporciones de ceniza de cáscara de arroz se mostraron notables resultados ya que disminuyo el índice de plasticidad con respecto a la muestra inicial.

Objetivo 3:

Precisar el óptimo contenido de humedad mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021.

Proctor modificado MTC E 115 ASTM D 1557

Se ejecutaron los ensayos de Proctor modificado por medio del método “A” el cual nos permitió conocer la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca de la muestra adicionando la ceniza de cáscara de arroz, para los casos a) SN, b) SN + 7% CCA, c) SN + 14% CCA y d) SN + 21% CCA.

Evidencias fotográficas:



Figura N°29: Ensayo de Proctor Modificada

Fuente: Elaboración propia



Figura N°30: Muestra colocada en la compactadora mecánica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Proctor Modificado con 7%, 14%, y 21% de ceniza de cáscara de arroz

Proctor Modificado	SN	SN +7% CCA	SN +14% CCA	SN +21% CCA
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.56	1.49	1.56	1.59
Humedad óptima (%)	31.62	30.11	31.58	24.42

Fuente: Elaboración propia

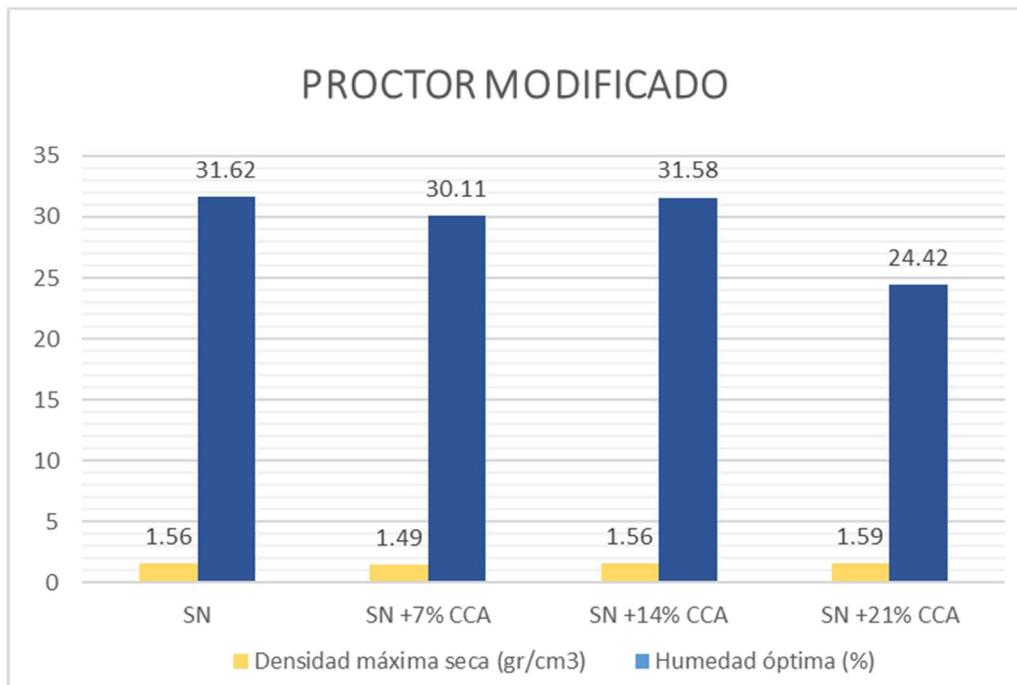


Figura N°31: Resultados del Proctor Modificado adicionando 7%, 14% y 21% de ceniza de cáscara de arroz

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. – En la figura 31 se muestra los resultados del ensayo Proctor modificado realizado a la calicata C-1 en su estado natural, donde se apreció que su contenido de humedad fue de 31.62% y su densidad máxima seca de 1.56 gr/cm³. Así mismo al agregarle 7% de ceniza de cáscara de arroz su contenido de humedad fue de 30.11% y densidad máxima seca de 1.49 gr/cm³, al agregarle 14% de ceniza de cáscara de arroz su contenido de humedad fue de 31.58% y la densidad máxima seca de 1.56 gr/cm³ y al agregar el 21% de ceniza de cáscara de arroz su contenido de humedad fue de 24.42% y la densidad máxima seca de 1.59 gr/cm³. En resumen, al agregar el 21% de ceniza de cáscara de arroz a la muestra mostro resultados reduciendo el contenido de humedad en 24.42% y su densidad máxima seca de 1.59 gr/cm³.

V.DISCUSIÓN

Objetivo 1:

Determinar la capacidad portante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021

Antecedente: Vilchez (2019) en su investigación adiciono en porcentajes de 3%, 5% y 10% de ceniza de cáscara de arroz a la subrasante logrando elegir una proporción recomendada de 10%, así mismo se consiguió incrementar el CBR al 95% de 3.2% a 7.2% y un CBR al 100% de 3.8% a 12.4% elevando así la capacidad portante del suelo.

Resultados: En la presente investigación se tuvo como resultado que la muestra de suelo extraída se clasifica según SUCS como un suelo CL es decir es un suelo arcilloso de baja plasticidad y según AASHTO es un suelo A-6 es decir es un suelo que contiene partículas arcillosas. La muestra natural inicialmente arrojó un CBR al 95% de 13.21% y un CBR al 100% de 15.42%, conforme se le fue adicionando en proporciones la ceniza de cáscara de arroz con un 7% se obtuvo un CBR al 95% de 20.75% y un CBR al 100% de 22.18%, al adicionarle el 14% se obtuvo un CBR al 95% de 24.11% y un CBR al 100% de 25.42% y por último al adicionarle el 21% se obtuvo un CBR al 95% de 25.75% y un CBR al 100% de 28.54%, siendo la mejor dosificación el 21% de ceniza de cáscara de arroz porque se obtuvo el mayor CBR pasando de ser una subrasante buena a una subrasante muy buena ya que el CBR es mayor al 20%

Comparación: Según los antecedentes usando la ceniza de cáscara de arroz en diferentes dosificaciones se obtuvieron resultados favorables logrando incrementar la capacidad portante de la subrasante puesto que al adicionar el material se elevó el CBR de la muestra en estado natural. De igual forma se demostró en la presente investigación, adicionando los porcentajes de ceniza de cáscara de arroz se logró conseguir un aumento de CBR al 95% y al 100%, siendo los resultados similares al antecedente.

Objetivo 2:

Indicar la consistencia del suelo mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021.

Antecedente: Caamaño (2016) en su investigación adiciono en porcentajes de ceniza de cáscara de arroz recomendando el 6% ya que se obtuvo la reducción del índice de plasticidad de un 27.3% a un 14.3% lo cual es apropiado porque al reducir la plasticidad del terreno se evitan las deformaciones del suelo y así mismo se eleva la capacidad portante de la subrasante siendo esto beneficioso.

Resultado: Al realizar los ensayos se tuvo como resultado que la muestra del suelo extraída se clasifica según SUCS como un suelo CL es decir es un suelo arcilloso de baja plasticidad y según AASHTO es un suelo A-6 es decir es un suelo que contiene partículas arcillosas. La muestra realizada a la calicata 1 presento un límite líquido de 48.25%, un límite plástico de 17.88% y un índice de plasticidad de 30.37%, adicionando las dosificaciones de ceniza de cáscara de arroz con un 7% se obtuvo un límite líquido de 43.66%, un límite plástico de 17.88% y un índice de plasticidad de 26.28%, con un 14% se obtuvo un límite líquido de 40.11%, límite plástico de 15.66% y un índice de plasticidad de 24.45%, por último se adiciono el 21% donde se obtuvo un límite líquido de 37.8%, límite plástico de 24.15% y un índice de plasticidad de 24.15%, Consiguiendo la mejor dosificación el 21% de ceniza de cáscara de arroz porque se obtuvo el menor índice de plasticidad con un 24.15% siendo una plasticidad alta.

Comparación: De acuerdo a los antecedentes la ceniza de cáscara de arroz al ser adicionado en un suelo natural ayudo disminuyendo el índice de plasticidad, lo cual se justifica en esta investigación con los ensayos de límite de Atterberg ya que al agregarle la ceniza de cascara de arroz a la muestra se redujo significativamente la plasticidad del suelo, obteniendo resultados semejantes al antecedente mencionado.

Objetivo 3:

Precisar el óptimo contenido de humedad mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021.

Antecedente: Diaz (2018) en su investigación adiciono la ceniza de cáscara de arroz a la subrasante en una proporción recomendada de 20%, logrando disminuir de esta forma el óptimo contenido de humedad el cual redujo de 11.2% a 8.1%, por lo tanto, se consiguió atenuar el contenido de humedad en la subrasante.

Resultado: Al realizar los ensayos se tuvo como resultado que la muestra del suelo extraída se clasifica según SUCS como un suelo CL es decir es un suelo arcilloso de baja plasticidad y según AASHTO es un suelo A-6 es decir es un suelo que contiene partículas arcillosas. El óptimo contenido de humedad de la muestra inicial fue de 31.62% con una densidad seca de 1.56 gr/cm³, adicionando el 7% se obtuvo un 30.11% y una densidad seca de 1.49 gr/cm³, agregándole el 14% se obtuvo un 31.58 y una densidad seca de 1.56 gr/cm³ y por último con un 21% se obtuvo un 24.42% y una densidad seca de 1.59 gr/cm³, Así mismo la mejor dosificación fue el 21% de ceniza de cáscara de arroz porque se obtuvo el menor porcentaje de humedad y la densidad máxima seca de 1.59 gr/cm³.

Comparación: De acuerdo a los antecedentes analizados se determinó que la ceniza de cáscara de arroz disminuyo el contenido de humedad de la subrasante. En esta investigación por medio de la realización del ensayo del proctor modificado, se evidencio que al adicionarle la ceniza de cáscara de arroz a la muestra se logró reducir el óptimo contenido de humedad, obteniendo resultados semejantes al antecedente relacionado.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General, Se analizó que la estabilización de la subrasante con cenizas de cáscara de arroz aportó mejoras en las características del terreno natural ubicada en el jirón Junín Distrito de Corrales, analizando así sus características del suelo de fundación: al incrementar la capacidad portante del suelo, al reducir la consistencia del suelo a través de los Límites de Atterberg y disminuyendo el contenido de humedad del suelo.

Objetivo Especifico 1, Se demostró que la relación del porcentaje de ceniza de cáscara de arroz en la capacidad portante del suelo, dado que al hacer uso de este insumo se visualizó un aumento de 13.12% del CBR del terreno natural, excediendo de 15.42% a 28.54% mediante la integración del 21% de ceniza de cáscara de arroz. De manera que, la influencia de este insumo logro mostrar una mejora vinculada con los porcentajes manifestados en cuanto a la capacidad portante del suelo, el cual quedo constatado.

Objetivo Especifico 2, Se demostró que la relación del porcentaje de ceniza de cáscara de arroz en los ensayos de límite de atterberg, puesto que se reflejó una disminución en 6.22% del índice de plasticidad de la muestra natural, siendo de 30.37% a 24.15% al utilizar el 21% de ceniza de cáscara de arroz. Por consiguiente, contribuyo en la mejora vinculada con los porcentajes manifestados en cuanto a la consistencia del suelo, el cual quedo constatado.

Objetivo Especifico 3, Se demostró que la relación del porcentaje de ceniza de cáscara de arroz en el optimo contenido de humedad, puesto que al hacer uso de este insumo se evidencio una disminución de 7.2% del OCH de muestra natural, pasando de 31.62% a 24.42% mediante la incorporación del 21% de ceniza de cáscara de arroz. Por lo tanto, influencio en la mejora vinculada con los porcentajes manifestados en cuanto al optimo contenido de humedad, el cual quedo constatado.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Especifico 1, En la presente investigación al adicionar dosificaciones de ceniza de cáscara de arroz que iba de un 7% hasta un 21%, en todas las muestras realizadas se logró aumentar la capacidad portante, para futuras investigaciones se recomienda incrementar los porcentajes de ceniza de cáscara de arroz mayores a 21%.

Objetivo Especifico 2, En la presente investigación al usar los porcentajes de ceniza de cáscara de arroz que iba de un 7% hasta un 21% en todas las muestras realizadas se logró disminuir el índice de plasticidad ofreciendo mejoras en la consistencia del suelo, por ello se recomienda en futuras investigaciones utilizar porcentajes de ceniza de cáscara de arroz iguales o mayores al 21% para así seguir evaluando la influencia del material en los suelos naturales.

Objetivo Especifico 3, En la presente investigación al elegirse porcentajes de la ceniza de cascara de arroz, que iban del 7% y 21% logrando disminuir el contenido de humedad original, pero al adicionar un 14% el contenido de humedad aumento hasta aproximadamente un valor similar al del diseño original; por lo que, no se recomienda emplear valores del 7% al 14%, sino se sugiere desde un 17% en adelante que es óptimo calculado matemáticamente y que producirá un contenido de humedad de 29.56%

REFERENCIAS

1. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos* [en línea].2013. Perú: Viceministerio de transporte.p.23. [fecha de consulta 10 octubre 2020]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
2. LÓPEZ, V. *Nuevos conglomerantes basados en ceniza de cáscara de arroz*. España, 2013. [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia. [Consultado 10 octubre 2020]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/44663/TESINA%20%20Victor%20M%20Lopez%20Toledo%20%20NUEVOS%20CONGLOMERANTES%20BASADOS%20EN%20CENIZA%20DE%20C%C3%81SCARA%20DE%20ARROZ.pdf?sequence=1>
3. ORTIZ, R. *Influencia del nivel freático en la determinación de capacidad portante de suelos, en cimentaciones superficiales, Distrito de Pilcomayo en 2017*. [en línea]. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. [Consultado 10 de octubre 2020]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_0c8ed8a5c22438ca08fc4fb80cfd8d59/Details
4. RATHINASAMY, A. y BAKIYATHU, B. *Fundamentals of soil science*. [en línea] India: Scientific Publishers,2014. [fecha de consulta: 10 octubre 2020]. ISBN: 978-81-7233-879-4. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Tss4DwAAQBAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=978-81-7233-879-4&source=bl&ots=s0tqccLZAC&sig=ACfU3U3S_yrwXqJPRinuwjFG0T_jdTAtkg&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjoyfram9_xAhVWRTABHSHkCCEQ6AEwBnoECB0QAw#v=onepage&q=978-81-7233-879-4&f=false
5. RATHINASAMY, A. Y BAKIYATHU, B. *Fundamentals of soil science*. [en línea] India: Scientific Publishers,2014. [fecha de consulta: 10 octubre 2020]. ISBN: 978-81-7233-879-4. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Tss4DwAAQBAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=978-81-7233-879%204&source=bl&ots=s0tqccLZAC&sig=ACfU3U3S_yrwXqJPRinuwjFG0T_jdTAtkg&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjoyfram9_xAhVWRTABHSHkCCEQ6AEwBnoECB0QAw#v=onepage&q=978-81-7233-879-4&f=false

6. JANSEN, R. *Advanced dam engineering for design, construction, and rehabilitation*. [en línea]. Nueva York: Van Nostrand Reinhold, 1968. [fecha de consulta: 10 octubre 2020]. ISBN: 978-0-442-24397-5. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=xdZ5BgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=ADVANCED+DAM+ENGINEERING+FOR+DESIGN,+CONSTRUCTION,+AND+REHABILITATION&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=ADVANCED%20DAM%20ENGINEERING%20FOR%20DESIGN%2C%20CONSTRUCTION%2C%20AND%20REHABILITATION&f=false
7. BACKUS, E. *California Bearing Ratio Test: CBR Values & Why They Matter* [en línea]. [fecha de consulta: 01 julio 2021]. Disponible en: <https://www.globalgilson.com/blog/cbr-testing>
8. BOBROWSKY, P. y MARKER, B. *Encyclopedia of Engineering Geology*. [en línea]. 1ed. Basilea, 2018 [fecha de consulta: 01 julio 2021]. doi: 10.1007/978-3-319-73568-9. Disponible en: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-73568-9_223
9. CRESPO, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. [en línea]. 5a ed. México: Limusa, 2004. [fecha de consulta 10 octubre 2020]. ISBN: 968-18-6489-1. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&printsec=frontcover&dq=Mec%C3%A1nica+de+suelos+y+cimentaciones&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Mec%C3%A1nica%20de%20suelos%20y%20cimentaciones&f=false
10. Geotechnical test method: test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index. *Geotechnical Engineering Bureau*. [en línea]. 2015, agosto. [fecha de consulta 01 julio 2021]. Disponible en: <https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/technical-services/technical-services-repository/GTM-7b.pdf>
11. ASTM D1557-07. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))1. [en línea]. ASTM International West Conshohocken, 2007. [consultado 01 julio 2021]. Disponible en: <https://ggcity.org/pdf/pw/engineering/a.s.t.m%20d1557.pdf>

12. DAVIS, B. *What is application research definition* [en línea] [fecha de consulta: 01 julio 2021]. Disponible en: <https://www.mvorganizing.org/what-is-application-research-definition/>
13. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 5ta ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 2010. 83 p [fecha de consulta 15 septiembre 2020]. ISBN:978-607-15-0291-9. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
14. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 5ta ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 2010. 4 p [fecha de consulta 15 septiembre de 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
15. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación* [en línea]. 6ta ed. México: Editorial McGRAW-HILL, 2014. 151 p [fecha de consulta 15 septiembre de 2020]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
16. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 6ta ed. México: Editorial McGRAW-HILL, 2014. 211 p [fecha de consulta 15 septiembre 2020]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
17. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 6ta ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 2014. 105 p [fecha de consulta 15 septiembre 2020]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
18. HERNÁNDEZ R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 5ta ed. México: Editorial Mc GRAW HILL, 2010. 122 p [fecha de consulta 15 septiembre 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
19. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 5ta ed. México: Editorial Mc GRAW HILL, 2010. 123 p [fecha de consulta 15 septiembre 2020]. ISBN: 978-607-15-0291-9 p. Disponible

en:<https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

20. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 6ta ed. México: Editorial Mc GRAW-HILL, 2014. 174 p [fecha de consulta 15 septiembre 2021]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en:<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

21. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. [en línea]. 6ta ed. México: Editorial Mc GRAW-HILL, 2014. 175 p [fecha de consulta 15 septiembre 2021]. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en:<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

22. TAMAYO, M. *El Proceso de la investigación científica*. [en línea]. 4ta ed. México: LIMUSA Noriega Editores, 2012. [fecha de consulta: 11 junio 2021]. ISBN: 968-18-5872-7. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=BhymmEqkkJwC&pg=PA4&dq=ISBN:+968-18-5872-7&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj7uKHxrN_xAhUhqpUCHZauBmcQ6AEwAHoECAMQAq#v=onepage&q=ISBN%3A%20968-18-5872-7&f=false

23. TAMAYO, M. *El Proceso de la investigación científica*. [en línea]. 4ta ed. México: LIMUSA Noriega Editores, 2012. [fecha de consulta: 11 junio 2021]. ISBN: 968-18-5872-7. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=BhymmEqkkJwC&pg=PA4&dq=ISBN:+968-18-5872-7&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj7uKHxrN_xAhUhqpUCHZauBmcQ6AEwAHoECAMQAq#v=onepage&q=ISBN%3A%20968-18-5872-7&f=false

24. ROJAS, R. *Guía para realizar investigaciones sociales*. [en línea]. 38va ed. México, D. F: Plaza y Váldes Editores, 2013. [fecha de consulta: 11 junio 2021]. ISBN: 968-856-262-5. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=INHY5Yet-xQC&pg=PA6&dq=ISBN:+968-856-262-5&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiLoZ2_rd_xAhUiq5UCHbDmA7wQ6AEwAHoECAGQAq#v=onepage&q=ISBN%3A%20968-856-262-5&f=false

25. VILCHEZ, A. *Aplicación de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén – Cajamarca, 2019.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2019. [Consultado 26 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48455>
26. DÍAZ, F. *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018.* [en línea]. Universidad Cesar Vallejo. Lima, 2018. [Consultado 10 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25951>
27. LLAMOGA, L. *Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2017.* [en línea]. Universidad Privada del Norte. Cajamarca, 2017. [Consultado 10 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11195>
28. MÉNDEZ, J y LOPEZ, C. *Evaluación del comportamiento físico-mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de cal y cenizas de cascarilla de arroz.* [en línea]. Universidad Piloto de Colombia. Girardot, 2020. [Consultado 14 septiembre 2020]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7447>
29. BRYAN, M y ILLIDGE, D. *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento.* [en línea]. Universidad de la Salle. Colombia, 2017. [Consultado 14 septiembre 2020]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/117/
30. CAAMAÑO, I. *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente.* [en línea]. Universidad Nueva Granada de Bogotá. Colombia, 2016. [Consultado 16 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15770>
31. EVANGELISTA, J. *Uso de cinza da casca de arroz na estabilização de solos para uso de em pavimento rodoviário.* [en línea]. Universidade de Brasília. Brasília, 2018. [Consultado 25 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32778>

32. DAHSAN, J. *Melhoria do comportamento colapsível de um solo arenoso fino com uso de cinza de casca de arroz*. [en línea]. Universidade Estadual Paulista. Brasil, 2017. [Consultado 25 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150405>
33. MOHAMMED,Z.*Soil stabilization with rice husk ash and cement*. [en línea]. University Kuala Lumpur. Malasia, 2015. [Consultado 10 octubre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303111828_Soil_Stabilization_with_Rice_Husk_Ash_and_Cement
34. MONTEJO, R., RAYMUNDO, J. y CHÁVEZ, J. Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista Tzhoecoén* [en línea]. Piura, 2020. [Fecha de consulta 25 septiembre 2020]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1251>
35. OJEDA, O., MENDOZA, J. y ZAMORA, M. Influence of sugar cane bagasse ash inclusion on compacting, CBR and unconfined compressive strength of a subgrade granular material. *Revista Alconpat* [en línea]. Mexico, 2018. [Fecha de consulta 25 septiembre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-68352018000200194&lng=es&nrm=iso
36. ANJANI, Y. y otros. Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *International Journal of Pavement Research and Technology* [en línea]. India, 2017. [fecha de consulta 25 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416301493>
37. *ScienceDirect*. [en línea] [fecha de consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/rice-husk-ash>
38. VARÓN, J. Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. *El hombre y la máquina*. [en línea]. 2005, vol.25 [fecha de consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/478/47802513.pdf>

39. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras* [en línea]. 2015. Perú: Servicios Gráficos JMD s.r.l. 12 p. [fecha de consulta 26 junio 2021]. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
40. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. [en línea]. 5ta ed. México: McGRAW-HILL, 2010. 146 p [fecha de consulta 10 junio 2021]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
41. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. [en línea]. 5ta ed. México: McGRAW-HILL, 2010. 262 p [fecha de consulta 10 junio 2021]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
42. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. [en línea]. 6ta ed. México: Editorial McGRAW-HILL, 2014. 200 p [fecha de consulta 20 junio 2021]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
43. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. [en línea]. 6ta ed. México: Editorial McGRAW-HILL, 2014. 200 p. [fecha de consulta 20 junio 2021]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
44. OLOGUNAGBA, I., DARAMOLA, A. y ALIU, A. (2015). Feasibility of using Rice Husk Ash as Partial Replacement for Concrete. *International Journal of Engineering Trends and Technology* [en línea]. 2015, Vol. 30, Num. 5. 267-269. [Fecha de consulta 15 junio 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299518231_Feasibility_of_using_Rice_Husk_Ash_as_Partial_Replacement_for_Concrete

45. OLOGUNAGBA, I., DARAMOLA, A. y ALIU, A. (2015). Feasibility of using Rice Husk Ash as Partial Replacement for Concrete. *International Journal of Engineering Trends and Technology* [en línea]. 2015, Vol. 30, Num. 5. 267-269. [Fecha de consulta 15 junio 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299518231_Feasibility_of_using_Rice_Husk_Ash_as_Partial_Replacement_for_Concrete
46. CASTRO, A. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. [Consultado 05 julio 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/qo5m76ky-estabilizacion-suelos-arcillosos-ceniza-cascara-arroz-mejoramiento-subrasante.html>
47. Geotechnical test method: test method for liquid limit, plastic limit, and plasticity index. *Geotechnical Engineering Bureau*. [en línea]. 2015, agosto. [fecha de consulta 01 julio 2021]. Disponible en: <https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/technical-services/technical-services-repository/GTM-7b.pdf>

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION					
Titulo	Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021				
Variable	Definicion Conceptual	Definicion Operacional	Dimension	Indicadores	Instrumento
VI: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	La ceniza de cáscara de arroz es un compuesto muy eficaz con un elevado contenido de sílice y es muy fácil de producir además de ser una simple materia prima.(López,2013,P.12)	Para poder aplicar esta mejora aplicaremos ceniza de cáscara de arroz en diferentes dosificaciones (7%, 14% y 21%). Para luego medir esa variación.	DOSIFICACIONES DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	Aplicación del 7% de ceniza de cáscara de arroz	Balanza calibrada del laboratorio
				Aplicación del 14% de ceniza de cáscara de arroz	Balanza calibrada del laboratorio
				Aplicación del 21% de ceniza de cáscara de arroz	Balanza calibrada del laboratorio
VD: SUBRASANTE	La subrasante es el terreno natural la cual soporta la carga de toda la estructura del pavimento, así mismo está constituida por suelos selectos que son aptos para ser compactados por capas y así puedan establecer un estado óptimo.(MTC,2013,P.23)	Para el mejoramiento de la subrasante adicionaremos la ceniza de cáscara de arroz y buscaremos medir sus variaciones a partir de la capacidad portante, consistencia del suelo y su óptimo contenido de humedad	CAPACIDAD PORTANTE	CBR	Ensayo del CBR (ASTM D 1883)
			CONSISTENCIA DEL SUELO	LIMITE LIQUIDO	Ensayo de Limites de Atterberg (ASTM D 4318)
				LIMITE PLASTICO	
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Proctor Modificado	Ensayo Proctor Modificado (ASTM D 1557)			

Anexo N° 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Título:	Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021					
Autor:	Erika Michell Dioses Nima					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE: Ceniza de cáscara de arroz			Método: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativo) Diseño: (Cuasi - experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Poblacion: Todas las calicatas obtenidas en el jr. junin, distrito de Corrales Muestra: Las 2 calicatas obtenidas en el jr. junin, distrito de Corrales Muestreo: No probabilístico Técnica: Observacion directa Instrumentos: Formatos de los ensayos que se realizaron
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿De qué manera influye en el mejoramiento de la subrasante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?	Analizar el mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021	El mejoramiento de la subrasante se optimiza mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021	DOSIFICACIONES DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ	Aplicación de 7% de ceniza de cáscara de arroz	Balanza calibrada del laboratorio	
				Aplicación de 14% de ceniza de cáscara de arroz	Balanza calibrada del laboratorio	
				Aplicación de 21% de ceniza de cáscara de arroz	Balanza calibrada del laboratorio	
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE: Subrasante			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuánto influye en la capacidad portante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?	Determinar la capacidad portante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021	El mejoramiento de la capacidad portante se incrementa mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021	Capacidad Portante	CBR	Ensayo de CBR (ASTM D 1883)	
¿Cuánto influye en la consistencia del suelo la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?	Establecer la consistencia del suelo mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021	El mejoramiento de la consistencia del suelo se disminuye mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021	Consistencia del Suelo	Limite Liquido	Ensayo de Limites de Atterberg (ASTM D 4318)	
				Limite plástico		
¿Cuánto influye en el óptimo contenido de humedad la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021?	Precisar el óptimo contenido de humedad mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes - 2021	El mejoramiento del contenido de humedad se reduce mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes 2021	Optimo Contenido de Humedad	Proctor Modificado	Ensayo Proctor Modificado (ASTM D 1557)	

Anexo N°3: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Ceniza de cáscara de arroz

“Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021”

Parte A: Datos generales

Tesista: Dioses Nima, Erika Michell

Fecha: Lima, 05 de julio del 2021

Parte B: Dosificación de Ceniza de cáscara de arroz

7%	
14%	
21%	

Tesis: LLamoga (2017) Ceniza de cáscara de arroz: **4%, 7%, 10%**

Tesis: Diaz (2018) Ceniza de cáscara de arroz: **10%, 15%, 20%, 25%**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Angulo Quiroz, Mariano Ygnacio

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Ingeniero [X] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: 225749



MARIANO YGNACIO
ANGULO QUIROZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 225749

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Ceniza de cáscara de arroz

“Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021”

Parte A: Datos generales

Tesista: Dioses Nima, Erika Michell

Fecha: Lima, 06 de julio del 2021

Parte B: Dosificación de Ceniza de cáscara de arroz

7%	
14%	
21%	

Tesis: LLamoga (2017) Ceniza de cáscara de arroz: **4%, 7%, 10%**

Tesis: Diaz (2018) Ceniza de cáscara de arroz: **10%, 15%, 20%, 25%**

Observaciones: _____

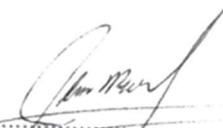
Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Leon Medina, Kelving Carlos

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Ingeniero [X] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: Ingeniero Civil

N° de Registro CIP: 70206



KELVING CARLOS LEON MEDINA
Ingeniero Civil
Reg. Colegio de Ingenieros N° 190868

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Ceniza de cáscara de arroz

“Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cáscara de arroz en el jr. Junín, Distrito de Corrales, Tumbes – 2021”

Parte A: Datos generales

Tesista: Dioses Nima, Erika Michell

Fecha: Lima, 13 de julio del 2021

Parte B: Dosificación de Ceniza de cáscara de arroz

7%	
14%	
21%	

Tesis: LLamoga (2017) Ceniza de cáscara de arroz: **4%, 7%, 10%**

Tesis: Diaz (2018) Ceniza de cáscara de arroz: **10%, 15%, 20%, 25%**

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: Moreno Sanchez, Angie Dahuana

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Ingeniero [X] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: _____

N° de Registro CIP: _____


ANGIE DAHANA
MORENO SANCHEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 157498

Firma y Sello



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la Geniza de cascara de arroz en el Jr. Junin. Distrito de Corrales, Tumbes.

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra 1 **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

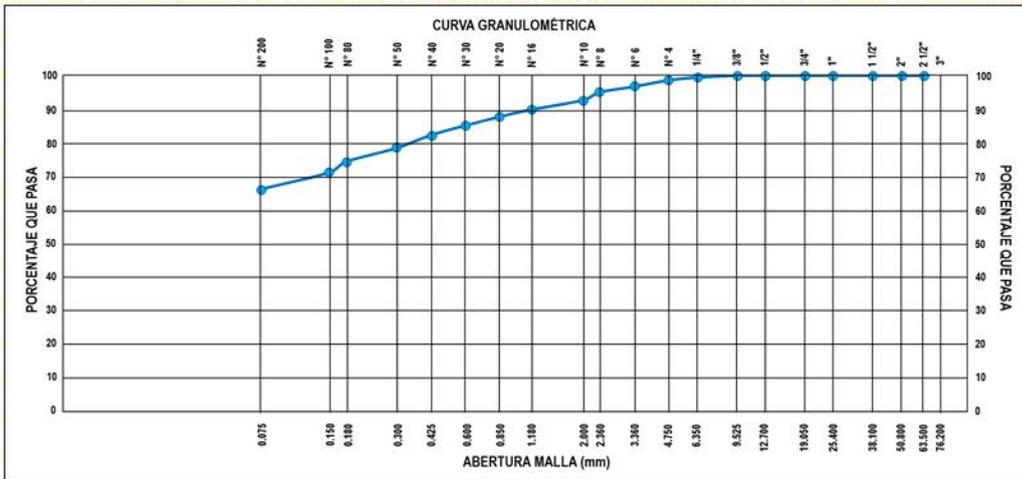
MÉTODO DE ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO POR TAMIZADO (M 1)
(ASTM D 422-63 - 2002)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELO				
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.56	0.56	99.44
N° 4	4.750	0.85	1.41	98.59
N° 6	3.360	1.87	3.28	96.72
N° 8	2.360	1.68	4.96	95.04
N° 10	2.000	2.36	7.32	92.68
N° 16	1.180	2.84	10.16	89.84
N° 20	0.850	2.16	12.32	87.68
N° 30	0.600	2.61	14.93	85.07
N° 40	0.425	2.81	17.74	82.26
N° 50	0.300	3.88	21.62	78.38
N° 80	0.180	4.03	25.65	74.35
N° 100	0.150	3.33	28.98	71.02
N° 200	0.075	4.94	33.92	66.08
-200	ASTM D 1140-00	66.08	100.00	0.00

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite liquido	(%)	ASTM D 4318-05	: 48
Limite plástico	(%)	ASTM D 4318-05	: 18
Índice plástico	(%)	ASTM D 4318-05	: 30
Clasificación SUCS		ASTM D 2487-05	: CL
Clasificación AASHTO		ASTM D 3282	: A-6
ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"			
Grava (Ret. N° 4)	:		1 %
Arena	:		33 %
Fino (Pas. N° 200)	:		66 %

Descripción de la muestra: Arcilla - Arcillas de baja a mediana compresión

OBSERVACIONES
 - Muestra tomada e identificada por personal de JBO INGENIEROS SAC.
 - Calicata M - 1
 - Ubicación: Jr. Junin. Distrito de Corrales, Tumbes
 - Cantidad: 20 Kg. Aprox.



- REFERENCIA:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
 - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
 - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
 - ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
 - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



Rev.: M.M.F.

Marcos Flores
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Fecha de emisión : Lima, 12 de mayo del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 78021-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la Ceniza de cascara de arroz en el Jr. Junin. Distrito de Corrales, Tumbes.

DIRECCIÓN : Ate. Lima

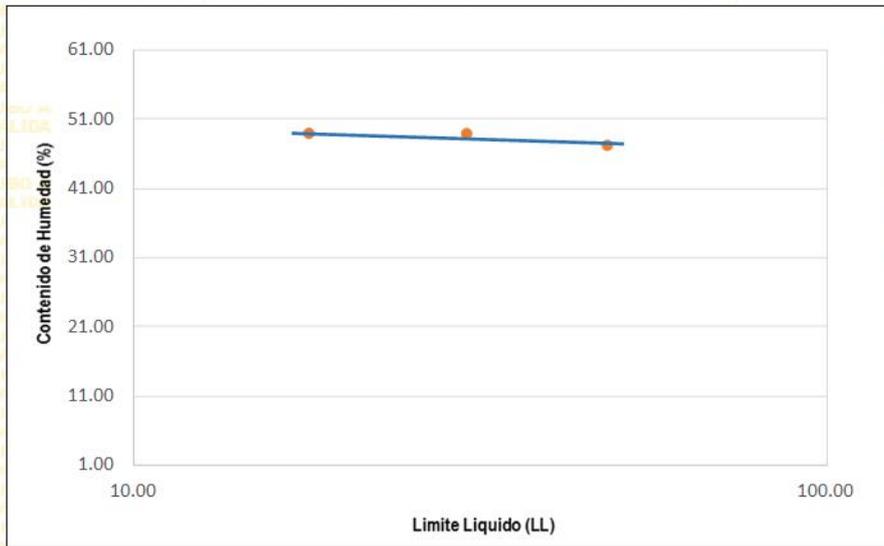
REFERENCIA : Muestra 1 **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

MÉTODO DE ENSAYO LIMITE DE CONSISTENCIA (M 1)
(ASTM D 4318 - 95)

DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
Ensayo N°		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo + Tara	(g)	66.85	71.19	74.79			60.45	60.36			
Peso del suelo seco + Tara	(g)	53.18	55.75	57.54			55.05	55.30			
Peso de Tara	(g)	24.29	24.29	22.29			25.50	26.37			
Peso de agua	(g)	13.67	15.44	17.25			5.40	5.06			
Peso del suelo seco	(g)	28.89	31.46	35.25			29.55	28.93			
Contenido de Humedad	(g)	47.32	49.08	48.94			18.27	17.49			
Número de golpes		34	24	17							

Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	SUCS
48.25	17.88	30.37	CL



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec: E.EA

Fecha de emisión : Lima, 12 de mayo del 2021

Rev: MMF.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

EXPEDIENTE N° 78021-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la Ceniza de cascara de arroz en el Jr. Junin. Distrito de Corrales, Tumbes.

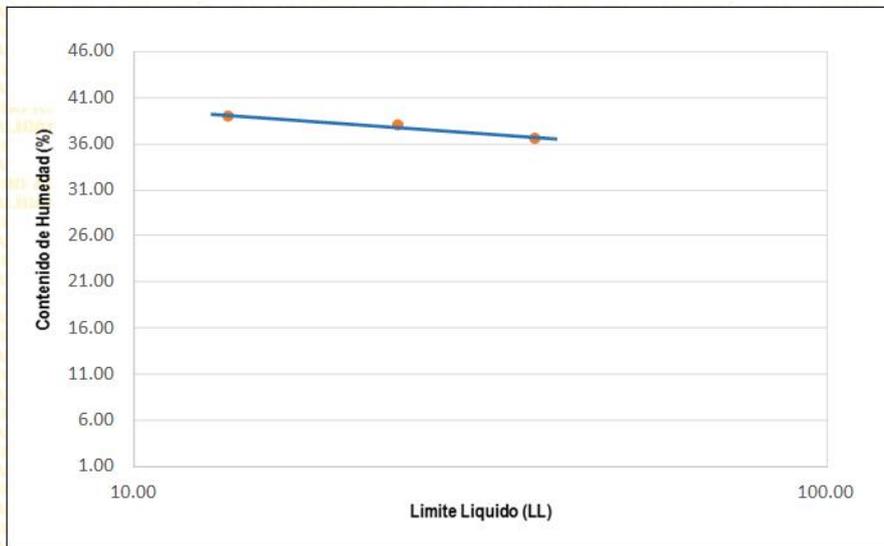
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M - 1) + 21% Ceniza de cascara de arroz **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

MÉTODO DE ENSAYO LIMITE DE CONSISTENCIA (M 1) + 21% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (ASTM D 4318 – 95)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO (LL)					LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ensayo N°										
Peso del suelo húmedo + Tara (g)	60.97	67.87	66.06			56.67	58.10			
Peso del suelo seco + Tara (g)	50.52	54.55	53.94			53.51	53.26			
Peso de Tara (g)	22.09	20.48	22.09			24.58	23.71			
Peso de agua (g)	10.45	13.32	12.12			3.16	4.84			
Peso del suelo seco (g)	28.43	34.07	31.85			28.93	29.55			
Contenido de Humedad (g)	36.76	39.10	38.05			10.92	16.38			
Número de golpes	34	24	17							
Limite Liquido (LL)	37.80					Limite Plástico (LP)				
						13.65				
						Índice de Plasticidad (IP)				
						24.15				
						SUCS				
						CL				



REFERENCIA:

- ASTM D 4315-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 78021-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cascara de arroz en el Jr. Junin. distrito de Corrales, Tumbes.

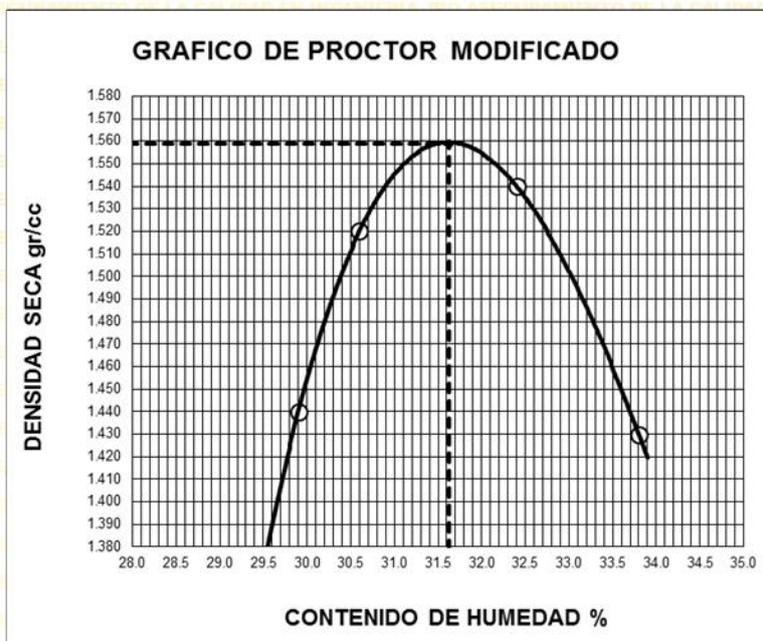
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra 1 **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO - (M 1) (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
	DETERMINACIÓN DE DENSIDAD				
PESO MOLDE+SUELO	9,958	9,850	9,873	10,037	
PESO MOLDE	5,969	6,102	6,045	5,947	
PESO SUELO COMPACTADO	3,989	3,748	3,828	4,090	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,009	2,009	2,009	2,009	
DENSIDAD HUMEDA	1.99	1.87	1.91	2.04	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	47.95	34.28	53.60	49.88	
SUELO SECO + RECIPIENTE	39.44	29.36	42.80	40.27	
PESO RECIPIENTE	11.65	12.88	10.84	10.63	
PESO DE AGUA	8.51	4.92	10.80	9.61	
PESO DE SUELO SECO	27.79	16.48	31.96	29.64	
CONTENIDO DE HUMEDAD	30.60	29.90	33.80	32.40	
DENSIDAD SECA	1.52	1.44	1.43	1.54	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.56 gr/cm³	31.62 %

REFERENCIA:

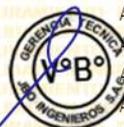
- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- STM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.

Tec: E.E.A

Fecha de emisión : Lima, 18 de mayo del 2021

Rev.: MMF.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 78021-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la ceniza de cascara de arroz en el Jr. Junin. distrito de Corrales, Tumbes.

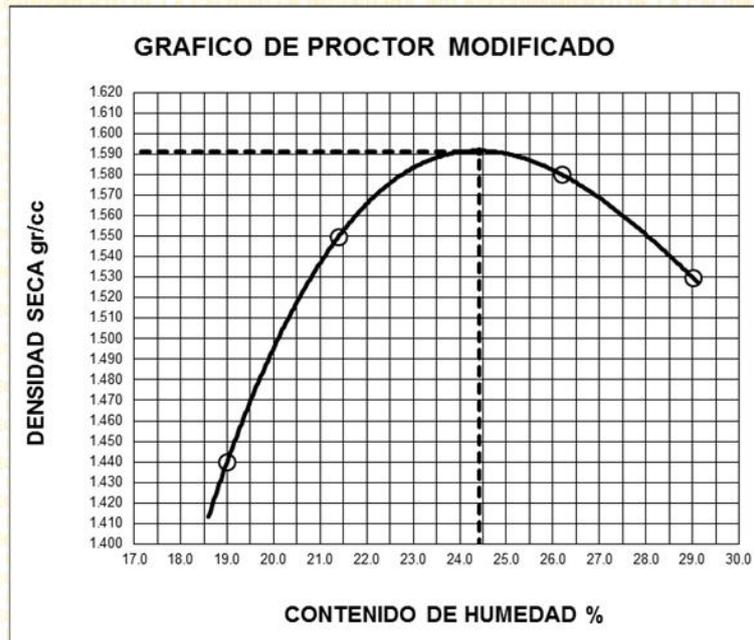
DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M-1) + 21% Ceniza de cascara de arroz **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO (M 1 + 21% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ) (ASTM D 1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,123	10,327	10,314	9,773	
PESO MOLDE	6,333	6,333	6,333	6,333	
PESO SUELO COMPACTADO	3,790	3,994	3,981	3,440	
VOLUMEN DEL MOLDE	2,012	2,012	2,012	2,012	
DENSIDAD HUMEDA	1.88	1.99	1.98	1.71	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	57.45	59.79	75.26	55.32	
SUELO SECO + RECIPIENTE	52.24	53.36	64.87	51.3	
PESO RECIPIENTE	27.87	28.8	29.04	30.1	
PESO DE AGUA	5.21	6.43	10.39	4.02	
PESO DE SUELO SECO	24.37	24.56	35.83	21.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	21.40	26.20	29.00	19.00	
DENSIDAD SECA	1.55	1.58	1.53	1.44	



Max. densidad seca	Conten. humedad óptima
1.59 gr/cm³	24.42 %

REFERENCIA:

- ASTM D1557-12e1 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- STMD 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils.
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system).
- ASTM D 2216-05 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes.



(Signature)
MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión : Lima, 18 de mayo del 2021

Rev.: M.M.F.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 78021-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

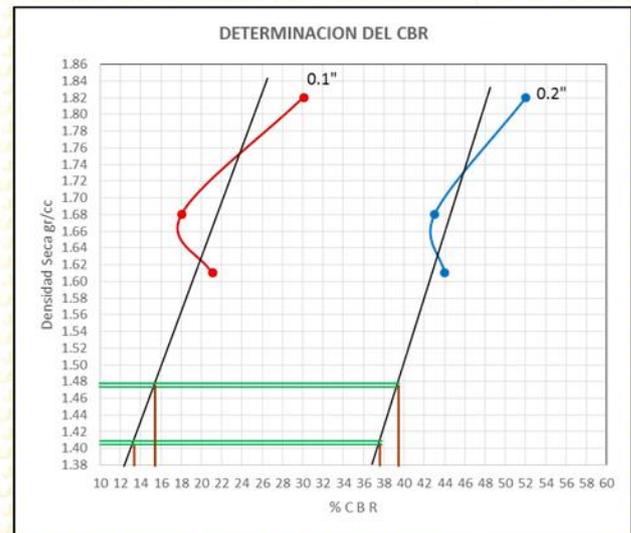
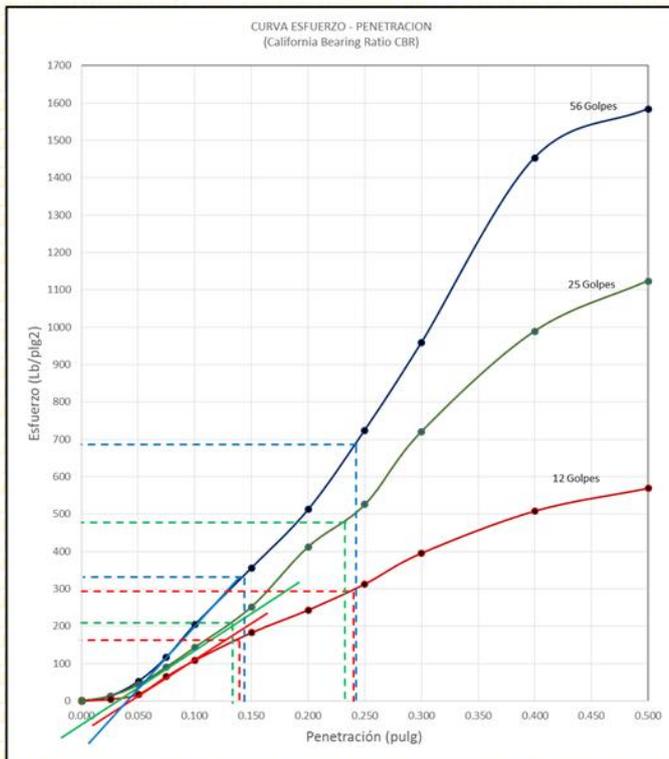
SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la
 Ceniza de cascara de arroz en el Jr. Junin.
 Distrito de Corrales, Tumbes.

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : Muestra 1 **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M 1)
 (ASTM D 1883 - 9 C)**



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.61	1.68	1.82
0.100	21	18	30
0.200	44	43	52

VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 15.42 %
CBR AL 95%	0.1"	= 13.21 %
CBR AL 100%	0.2"	= 39.43 %
CBR AL 95%	0.2"	= 37.45 %

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión : Lima, 18 de mayo del 2021

Rev.: MMF.

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 78021-2021-JBO

INFORME DE ENSAYO

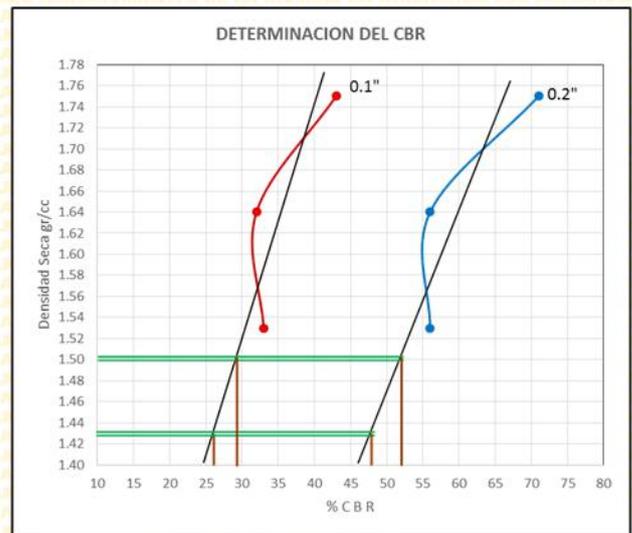
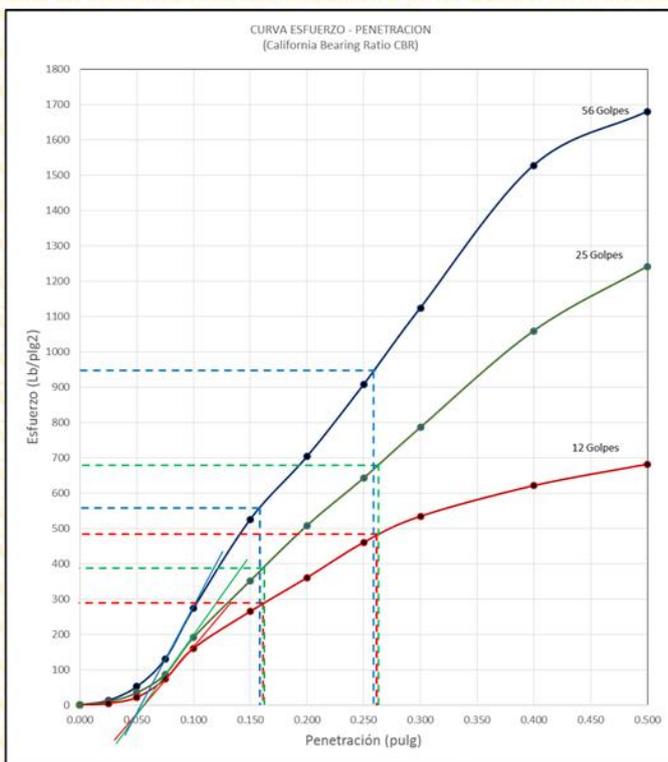
SOLICITANTE : Dioses Nima Erika Michell **PROYECTO** : Mejoramiento de la subrasante mediante la Ceniza de cascara de arroz en el Jr. Junin. Distrito de Corrales, Tumbes.

DIRECCIÓN : Ate. Lima

REFERENCIA : (M-1) +21% Ceniza de cascara de arroz **UBICACIÓN** : Distrito de Corrales, Tumbes

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de mayo del 2021 **FECHA DE INICIO** : 05 de mayo del 2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (M 1) + 21% CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (ASTM D 1883 - 9 C)



Nº GOLPES	56	25	12
g/cc	1.53	1.64	1.75
0.100	33	32	43
0.200	56	56	71

VALORES DEL CBR			
CBR AL 100%	0.1"	=	28.54 %
CBR AL 95%	0.1"	=	25.75 %
CBR AL 100%	0.2"	=	47.72 %
CBR AL 95%	0.2"	=	52.11 %

Tec.: E.E.A

Fecha de emisión : Lima, 18 de mayo del 2021



El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del usuario.

