

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Evaluación de la ceniza de cascara de arroz como
estabilizador en suelos arenosos referidos**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Palacios Inca de Ballico, Francis Solange

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

0000-0002-6961-7418

CHIMBOTE - PERÚ

2023

INDICE

| | |
|---|-----------|
| INDICE | i |
| PALABRAS CLAVE | 1 |
| CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD | 2 |
| TITULO DE LA INVESTIGACION | 3 |
| RESUMEN | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| INTRODUCCION | 6 |
| METODOLOGIA | 27 |
| RESULTADOS | 31 |
| ANALISIS Y DISCUSION | 52 |
| CONCLUSIONES | 84 |
| RECOMENDACIONES | 86 |
| AGRADECIMIENTO | 87 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 88 |
| ANEXO | 89 |

PALABRAS CLAVE

| | |
|-------------|--------------------------------|
| TEMA | Estabilización de suelo |
|-------------|--------------------------------|

| | |
|---------------------|---------------------------|
| ESPECIALIDAD | Mecánica de suelos |
|---------------------|---------------------------|

KEYWORDS

| | |
|--------------|--------------------|
| TOPIC | Soil Stabilization |
|--------------|--------------------|

| | |
|------------------|--------------------|
| SPECIALTY | Mechanics of soils |
|------------------|--------------------|

LINEA DE INVESTIGACION

| | |
|--|-------------------------|
| Construcción y Gestión de la construcción | |
| Area | Ingeniería y Tecnología |
| Subarea | Ingeniería Civil |
| Disciplina | Transporte |



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado **“Evaluación de la ceniza de cascara de arroz como estabilizador en suelos arenosos referidos”** del (a) estudiante: **Francis Solange Palacios de Ballico Inca**, identificado(a) con **Código N° 1110200380**, se ha verificado un porcentaje de similitud del 25%, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 4 de Noviembre de 2020

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. CARLOS URBINA SANJINES
VICERRECTOR



NOTA:

Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TITULO DE LA INVESTIGACION

Evaluación de la ceniza de cascara de arroz como estabilizador en suelos arenosos referidos

RESUMEN

En este presente trabajo de investigación se basa en la estabilización de un suelo arenoso utilizando la ceniza de cascara de arroz (CCA), esto quiere decir que debemos agregar la CCA al suelo en su estado natural, con esto se busca solucionar las bajas resistencias que se puede llegar a encontrar en un suelo arenoso.

La ceniza de cascarilla de arroz es un desecho agrícola con un alto contenido de sílice, el cual puede ser utilizado como un agente estabilizador; también tiene las siguientes propiedades:

- ❖ La ceniza de cascara de arroz disminuye la densidad y aumenta la absorción del suelo.
- ❖ La adición de ceniza de arroz aumentó la resistencia del suelo medida con el ensayo CBR.

Sabemos que la CCA al ser un desecho agrícola significa que su utilización reduce el volumen de desechos producido por la industria.

Los suelos arenosos están muchas veces no presentan propiedades adecuadas, particularmente en pavimentos se ha procurado utilizar productos residuales como estabilizantes de suelos para la construcción de subrasante; por ello centramos nuestro objetivo en evaluar el efecto de la CCA como estabilizante del suelo arenoso para el mejoramiento de sus propiedades físicas y mecánicas mediante procedimientos normados.

Finalmente, la estabilización consiste en tratar los suelos de tal manera que aumente su resistencia y durabilidad para que se puedan implementar en construcción cuando sus características iniciales no lo permitían. El alto porcentaje de material silícico presente en la ceniza de cáscara de arroz promete su uso como potencial agente estabilizador de suelos.

ABSTRACT

In this present research work is based on the stabilization of a sandy soil using the rice husk ash (CCA), this means that we must add the CCA to the soil in its natural state, with this it seeks to solve the low resistances that It could be found in sandy soil.

La ceniza de cascarilla de arroz es un desecho agrícola con un alto contenido de sílice, el cual puede ser utilizado como un agente estabilizador:

- ❖ The ash of peel of rice decreases the density and increases the absorption of the soil.
- ❖ The addition of ash of peel of rice increased the resistance of the soil measured with the assay CBR

We know that the ash of peel of rice to be an agricultural waste means that their use reduces the volume of waste produced by the industry.

Sandy soils are often do not have adequate properties, particularly in pavements, attempts have been made to use residual products as soil stabilizers for the construction of subgrade and sub-base and base layers; for this reason we focus our objective on evaluating the effect of CCA as a stabilizer of sandy soil for the improvement of its physical and mechanical properties through standard procedures.

Finally, stabilization consists of treating soils in such a way as to increase their strength and durability so that they can be implemented in construction when their initial characteristics did not allow it. The high percentage of silicic material present in riceshell ash promises its use as a potential soil stabilizing agent.

INTRODUCCION

La tesis consiste en el desarrollo de un método alternativo para la estabilización de suelos arenoso usando un residuo agrícola de gran abundancia en el país de bajo costo y mal desechado, contribuyendo a mitigar los problemas ambientales generados por este y es por eso que la ceniza de cáscara de arroz para su utilización a nivel de subrasante en suelo de baja capacidad de soporte.

La ceniza de cascarilla de arroz, se la puede definir como material puzolánico, producto de desperdicio natural, que tiene un alto contenido de sílice y que para que deje de ser un material orgánico se la calcina a temperaturas que están entre 500C a 700C. Al calcinarlo con esas temperaturas se obtiene un material amorfo de formas complejas y con una estructura porosa que genera que se demande un alto contenido de agua en la elaboración del concreto, y por ende tener resistencias bajas.

El término “puzolana” se usaba originariamente para denominar al material de origen volcánico que existía en torno a la localidad italiana de Pozzuoli, el cual, debido a su contenido de alúmina y sílica amorfa de alta superficie específica, al ponerse en contacto con hidróxido de calcio en condiciones húmedas, genera una serie de compuestos que tienen la propiedad de adquirir una notable dureza a temperaturas normales e incluso de fraguar debajo del agua (Sepulcre, 2005).

Esta investigación tiene como finalidad la evaluación del efecto de la ceniza de cascara de arroz el comportamiento mecánico de la subrasante del suelo,

es decir, busca la evaluación del efecto que tiene el uso de la ceniza de cascará de arroz en la resistencia mecánica del suelo.

Seleccionamos tres tesis de la cual se realizará un estudio comparativo de las características físicas, mecánicas y químicas obtenidos. Además, se realizaron combinaciones de suelo arcilloso, ceniza de cáscara de arroz para poder incrementar las mejoras de sus propiedades y poder conocer si las cenizas de cáscara de arroz funcionan como agente estabilizador secundario.

INTRODUCCION

Antecedentes y fundamentación científica

Antecedentes

A nivel internacional

Según (Clavería, Triana & López, 2018) en su investigación titulada: *“caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”*, en Colombia actualmente, las características geológicas de la zona norte del Tolima (Colombia), la cual se encuentra bajo el influjo del parque de los nevados (volcanes del Ruiz, Santa Isabel, Tolima, Quindío y Los Cisnes), los suelos son en su mayoría de origen volcánico, los cuales en su estado natural o mejorados con materiales granulares, son utilizados como material de soporte tipo subrasante mediante la construcción sobre esta de una estructura de pavimento, adicionalmente deberán soportar el tránsito vehicular y en vías no pavimentadas el contacto directo de la acción del tránsito. Con lo cual se obtuvo que:

- En esta investigación se plantea la utilización de este tipo de suelos con un proceso de estabilización a través de la adición de ceniza de biomasa proveniente de la calcinación de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña. Se pretende evaluar su comportamiento geotécnico, relacionado con las características físicas, mecánicas, susceptibilidad a la humedad, características de plasticidad, resistencia y trabajabilidad entre otras.

Por lo cual se desarrolló un proyecto de investigación cuyo principal objetivo fue evaluar el efecto de la ceniza proveniente de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña en las propiedades de suelos de origen volcánico, estabilizado con este tipo de ceniza de biomasa, evaluar el desempeño y cumplimiento de las especificaciones técnicas vigentes (INVIAS).

Monroy & Barbosa, (2019) en su investigación titulada: “Evaluación de la resistencia al corte no drenado de un suelo fino mejorado con ceniza de cascarilla de arroz”, menciona que La presente investigación busca determinar la resistencia al corte no drenado de un suelo fino obtenido en las inmediaciones de la ciudad de Ibagué, con la adicción de diferentes porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz.

- Inicialmente se realizaron los ensayos de laboratorio para su clasificación e identificación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales obtenidos. Seguidamente, se procedió a realizar la mezcla del suelo con la ceniza de cascarilla de arroz con los siguientes porcentajes: 4%, 6%, 10%, 15%, 20%, 25%, y 30%.
- Como fase final se realizaron las probetas correspondientes para realizar el ensayo de compresión inconfiada, así mismo conocer los datos y poder analizar el comportamiento mecánico de cada dosificación.
- Los resultados obtenidos muestran una mejora en las propiedades mecánicas del suelo mediante la adicción de ceniza de cascarilla de arroz, logrando identificar que las combinaciones con mejor comportamiento son del intervalo del 4% al 10%, presentando un incremento en la resistencia a la compresión inconfiada con un promedio de 120 a 247% con respecto a la resistencia natural del suelo.

Finalmente concluye que con esta investigación se concluye que el uso de la ceniza de cascarilla de arroz con las dosificaciones adecuadas, generan un gran aporte a la mejora de las propiedades mecánicas de un suelo fino, también brinda una alternativa económica y con buenos resultados.

Según (Barragán & Cuervo, 2018) en su investigación titulada: “*análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso*”, en Colombia actualmente, Esta investigación experimental se planteó analizar los factores físico-mecánicos asociados a la resistencia de un suelo areno arcilloso al adicionarse el 1% de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) con respecto al mismo suelo en su estado natural, con el fin de buscar una alternativa de estabilización para solucionar las bajas resistencias que se pueden llegar a encontrar en los suelos blandos que se emplean como soporte de la estructura de un pavimento. Para ello se tuvo en cuenta la cascarilla de arroz ya que es un desecho agroindustrial de gran abundancia en el país de bajo costo y mal desechado, contribuyendo a mitigar los problemas ambientales generados por este. Con lo cual se obtuvo que:

- El actual estudio se llevó a cabo por método aplicado y experimental cargado con un enfoque cuantitativo, teniendo en cuenta las normas INVIAS-13 para el desarrollo de los laboratorios; los ensayos que se realizaron son los siguientes:
 - Granulometría del suelo natural por medio de tamizado.
 - límites de consistencia o límites de Atterberg.
 - Ensayo de compactación modificado.
 - La capacidad de soporte (CBR).

Se logró evidenciar un efecto positivo en la resistencia del suelo areno arcilloso con la adición de CCA al 1% logrando aumentar su capacidad de soporte en un 19% con respecto a la condición inicial del mismo.

Sin embargo, no se tuvo el impacto esperado en cuanto al cambio volumétrico del suelo puesto que aumento su expansión en un promedio de 0.09% respecto a la muestra natural al ser modificado con la ceniza de cascara de arroz.

A nivel nacional

Así mismo (Mory, 2020) en su trabajo de investigación titulada: “*Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*”, menciona que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal:

- El suelo corresponde con un suelo arenoso, de calidad excelente para ser usada como una subrasante. La adición de ceniza disminuye la máxima densidad seca y aumenta el contenido óptimo de humedad requerido para su adecuada compactación. Al adicionarle un 5% de ceniza el suelo adquiere una gran resistencia, 109% más que el suelo natural. Esto se debe a que el pequeño tamaño de las partículas de la ceniza logra rellenar los espacios vacíos del suelo, haciendo que la mezcla sea más densa y, por tanto, más resistente. Al adicionar un 10% y 15% de ceniza, la capacidad de soporte disminuye respecto al suelo con el 5% de ceniza, pero sigue siendo mayor a la del suelo natural. La metodología de esta investigación consistió en caracterizar el suelo natural, su plasticidad, expansión y capacidad portante (CBR); así como el suelo combinado con ceniza de cascarrilla de arroz en los porcentajes de 4%, 7% y 10%.

Se concluye que la ceniza de cáscara de arroz, sin molienda previa y sin ningún otro tipo de tratamiento, puede ser incorporado hasta en un 15% en subrasantes arenosas, siempre que se use con una dosis pequeña de cemento. Al parecer, solo actúa como un suelo fino no plástico, disminuyendo la granulometría y la máxima densidad seca, y aumentando el contenido óptimo de humedad.

A su vez (Alvarado & Morillo,2018) en su investigación titulada: *“Influencia de la adición de ceniza de cáscara de arroz activada alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo-sedimento en la provincia de Virú”*, mencionan que en esta investigación se estudió la estabilización de suelos de los caminos de acceso a áreas agrícolas incorporadas por el proyecto Chavimochic mediante la adición de sedimentos de clarificación de aguas de riego que optimicen y aumenten su gradiente granulométrico y cohesión respectivamente, asimismo se adicionaron ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y residuo calcáreo de conchas de abanico (RCCA) para mejorar su capacidad de soporte.

- El objetivo fue determinar influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz activada alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo sedimento para su uso en vías no pavimentadas en la provincia de Virú.
- El suelo y el sedimento fueron recolectadas en el distrito de Chao, departamento de La Libertad. Se determinaron las propiedades físicas, composición química y análisis de fases del suelo, sedimento, CCA y RCCA según normas ASTM. Los resultados de límites de Attemberg mostraron que la mezcla 65% suelo + 35% sedimento presenta mejores propiedades de cohesión, del mismo modo las pruebas de análisis químico y de fases revelaron que el

RCCA calcinado contiene un 96.57% de CaO y la CCA posee un 94.10% de SiO₂ cuya combinación produce reacciones puzolánicas semejantes a las que se pueden observar en los materiales cementantes.

- Se determinaron la resistencia, cohesión y plasticidad que adquirió el suelo al ser mezclado con sedimento en primera instancia, y luego con CCA y RCCA. Las probetas elaboradas fueron curadas durante 7, 14 y/o 30 días y posteriormente sometidos a los siguientes ensayos geotécnicos: Proctor Modificado, CBR, Compresión No confinada y Ensayo de Compresión Triaxial UU.
- Basados en los resultados experimentales, se concluyó que la mezcla 65% suelo + 35% sedimento incrementa el valor de CBR de 5.1 (100 % suelo) a 31.0 y este se mejora aún más hasta 144.7 cuando a la mezcla anterior se le adiciona 8% CCA y 2% RCCA.
- Asimismo, se verificó en estos 2 casos un aumento en la cohesión y el ángulo de fricción interna, calculados a partir de las rectas de resistencia intrínseca, definidas como la envolvente de los círculos de Mohr en distintos estados tensionales utilizando la ecuación de Terzagui.

Finalmente, utilizando el método NAASRA se calculó un espesor de capa de rodadura de 20 cm. Esta propuesta representa una alternativa ecológica que aprovecha los sedimentos y residuos industriales de la región para habilitar nuevas vías de acceso de una manera económica y sostenible.

A nivel local

En cuanto a (Saavedra & Velásquez, 2019) en su trabajo de investigación titulada: *“Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie*

de rodadura en la Via Santa clemencia - Chachapoyas”, La presente tesis propone una investigación experimental basada en la utilización de cal y cenizas de cáscara de arroz como un método alternativo para la estabilización de suelos que tienen baja capacidad de soporte, de tal manera que posean una capacidad de soporte adecuada para sostener estructuras como el pavimento y las cargas que se transmiten debido al tránsito vehicular en el sector comprendido entre Santa Clemencia a Chachapoyas.

- Se realizaron 07 calicatas a lo largo de 6.6 km., de las cuales se extrajeron 07 muestras de suelo, siendo la Calicata N°01 la que no presentó características favorables.
- Se estabilizó el tramo de la Calicata N° 01, mezclándose dicho suelo con cal en porcentajes de 2%, 4% y 6% y cenizas de cáscara de arroz en porcentajes de 5%, 10% y 20%, produciéndose así nueve tipos de mezclas distintas, las cuales se sometieron a ensayos de laboratorio.
- La combinación S93-C2-CCA5 obtuvo el mayor valor de CBR al 95% de la MDS siendo este valor 24%, aumentando respecto al CBR del suelo natural 2.6 veces.

Finalmente se procedió a realizar un tramo de prueba de 3 x 6 x 0.15 m. haciendo uso de esta combinación.

Justificación de la investigación

Mediante la presente investigación se busca ampliar la información que tenemos con respecto a la estabilización del suelo, en la actualidad ya se están considerando algunos elementos que pertenecen al sector agrícola; lo que quizás para ellos era desechable se consideró trabajar con la cascara de arroz

que al activar sus precursores y elementos puzolánico mejoran el comportamiento de los conglomerantes al ser agregados.

En el Perú se está reutilizando algunos desechos del sector agrícola, es decir se está logrando estabilizar el suelo; eso nos lleva a darle mayor interés a una tecnología que en países desarrollados la usan varias décadas atrás. Sabemos que nuestro país tiene una gran variedad de molinos de arroz he ahí donde se encuentra una interesante opción para la construcción, debido a que la técnica constructiva será sumamente mayor a un costo menor.

Desde el punto de vista científico, deseo demostrar que porcentaje de óxido de silicio (ceniza de cascara de arroz) es el más adecuado para agregarle a un suelo arenoso; obteniendo así un tipo de suelo que podrá satisfacer a las necesidades constructivas.

Desde el punto de vista social, tratamos de contribuir con avances tecnológicos por obtener una estabilización de suelo arenoso, puesto que en futuras construcciones se debe garantizar una mejor calidad de vida para todos los pobladores que se serán beneficiados con dichas obras civiles, además esta investigación será de gran ayuda a futuros ingenieros.

Problema

La estabilización es el procedimiento mediante la cual el suelo es sometido a manipulaciones o tratamientos de manera que se aproveche sus cualidades o características y así obtener un suelo con mejores características de soporte a condiciones como de clima o tránsito.

Un método alternativo para la estabilización de suelos arenosos es usando un residuo agrícola como la ceniza de cáscara de arroz, muchos trabajos se han venido realizando y tienen como objetivo utilizar este residuo en diversos sectores industriales y de manera especial en la industria de la construcción

civil en la cual hace referencia las ventajas de incorporar adiciones como la CCA en los cuales involucran aspectos importantes como el ahorro de energía no renovable, la protección y conservación del medio ambiente y la mejora de las propiedades del suelo.

En la actualidad, uno de los países que no tiene buen suelo es el Perú, en su estado natural no son adecuados para su uso en la construcción porque su plasticidad, granulometría o capacidad portante no cumplen con las condiciones que se espera para una buena construcción.

Existe una variedad de suelos entre arenosos y arcillosos que en su estado natural no son adecuados; para este problema que existe en nuestro país algunos optan por incorporar estabilizadores para que este tenga una mejor resistencia, según la norma peruana se pueden usar varias técnicas para mejorar el suelo, ya sea utilizando productos químicos no tóxicos o diferentes materiales como cal, cemento, etc., con el propósito de dar un mejor comportamiento al suelo.

Realidad problemática

En nuestra región de Ancash después del desastre de 1970, la situación de vulnerabilidad de las ciudades se debe a los suelos inestables; pues cuya configuración fue cambiada en la reconstrucción después del desastre, con el trazo de calles más anchas y alejadas de los cauces, se han ido perdiendo su fisionomía debido al crecimiento desordenado.

Sabemos que se encuentra ubicada en un área geográfica donde las condiciones geológicas adversas, hace que las estructuras de las obras civiles que se encuentran expuestas presentan un deterioro por su causa. Además, se desconoce si los suelos de la región Ancash pueden ser utilizarlos como subrasante para carreteras.

Es ahí donde se tiene como importancia de realizar el estudio comparativo sobre la estabilización de suelos mediante dosificaciones de agentes estabilizantes para lograr una mayor durabilidad y resistencia es necesario tener un suelo estabilizado, por lo que se recurre al uso de la ceniza de cascara de arroz, que puedan mejorar la resistencia inicial.

Formulación del problema

¿A través de la caracterización de la ceniza de cascará de arroz se logrará comparar la función como estabilizador en suelos arenoso referidos?

Conceptuación y operacionalización de las variables

En el siguiente cuadro: (elaboración propia)

| Variable | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores |
|--|--|---|---|---|
| (variable 1) Estabilización de un suelo arenoso | Mejorar las propiedades de un determinado suelo, por medio de un agente estabilizador. | Consiste en realizar un estudio comparativo sobre los porcentajes que se tomaron en cuenta en dichas tesis, tendremos en cuenta la medición de las propiedades del suelo, como: la densidad máxima seca y el índice de CBR del suelo. | Propiedades del suelo | <p>Análisis</p> <input type="checkbox"/> Granulometría <p>Contenido de</p> <input type="checkbox"/> Humedad <p>Gravedad específica</p> <input type="checkbox"/> Límite Líquido <input type="checkbox"/> Límite Plástico <input type="checkbox"/> Proctor Modificado <input type="checkbox"/> Ensayo de CBR |
| (variable 2) Ceniza de cascara de arroz | Cantidad de ceniza de cáscara de Arroz, con lo cual se aplicará como estabilizante en un suelo, buscando mejorar su CBR y poder ser utilizado para futuros proyectos de pavimentación. | Se realizará una comparación de los porcentajes que consideraron en las 3 tesis antes mencionadas y así llegar a una conclusión sobre este agente estabilizador. | <p>Se tendrá en cuenta para el estudio comparativo de las 3 tesis seleccionadas lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis térmico diferencial. • Cantidad de ceniza de cascara de arroz que se utilizó en dichas muestras. • Propiedades químicas. | <p>Temperatura de activación (C°)</p> <p>El porcentaje que cada uno de las 2 tesis decidió agregarle a para estabilizar su muestra.</p> <p>Porcentaje de las composiciones químicas de la ceniza de cascara de arroz.</p> |

Descripción de los Indicadores:

□ **Análisis granulométrico:** Con el cual se evalúa la distribución de las partículas del suelo según su diámetro. La finalidad de este ensayo es obtener la distribución por tamaño de las partículas del suelo y de esta manera también su clasificación SUCS y AASHTO.

➤ **Materiales de trabajo**

- Juego de tamices de malla cuadrada (N° 2", N° 1 ½", N° ¾", N° ½", N° 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 100, N° 200, fondo y tapa) □
Máquina tamizadora.

- balanza eléctrica con aprox. 1gr.
- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr.
- Recipientes de aluminio.
- 01 cucharón metálico
- 01 cepillo
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de 110 ± 5° C (230 ± 9° F).

➤ **Procedimiento**

- Se extrae suelo para obtener una muestra representativa de aproximadamente 1 kg.
- Se sacó la muestra al aire para determinar su contenido de finos.

- Se pesó la muestra seca.
- Se pasó la muestra por el juego de tamices seleccionados y colocamos en la máquina tamizadora (por un tiempo de 10min).
- Terminado el tamizado procedieron a pesar el material retenido en cada tamiz en la balanza eléctrica.

□ **Contenido de Humedad:** Ensayo para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

➤ Materiales de trabajo

- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).
- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
- Recipientes de aluminio (taras)
- 01 espátula

➤ Procedimiento

- Se pesaron y anotaron los pesos de las taras a utilizar.
- Se pesaron las taras con las muestras húmedas y se colocaron en el horno eléctrico (aproximadamente 24h).
- Se pesaron las muestras secas sacadas del horno y se procedió a anotar dichos pesos, para luego calcular el contenido de humedad.

□ **Gravedad específica:** Es la relación de la masa de una unidad de volumen de un material.

➤ Materiales de trabajo

- Picnómetros de 250 cm³ de capacidad.
- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr.
- Estufa eléctrica.
- Agua destilada.
- Recipientes de aluminio.
- 01 cucharón metálico.
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).
- Pipeta, embudo y espátulas.

➤ Procedimiento

- Se extrae del material una muestra representativa de 100gr.
- Se secó el suelo en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$. Se retiró al día siguiente y se dejó enfriar antes del ensayo.
- Se pesó la muestra que se va a ensayar.
- Se llenó el picnómetro con agua destilada hasta la marca y se registró su peso.
- Se retiró el agua hasta las $\frac{3}{4}$ de su capacidad, para luego verter la muestra de suelo pesada.
- Con la estufa se calentó de manera indirecta girando constantemente el picnómetro por un periodo de 10 minutos, con la finalidad de eliminar el aire atrapado que sale por calentamiento de la muestra.

- Luego de eliminar el aire, se completó el volumen de agua destilada hasta la marca del picnómetro. Luego de dejar el picnómetro por el tiempo de 24 horas se volvió a enrasar con agua destilada y se anotó su peso.

□ **Limite líquido:** El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado líquido y el estado plástico. Para los fines de esta especificación, cualquier valor observado o calculado deberá aproximarse al centésimo.

➤ **Materiales de trabajo**

- Tamiz N° 40
- Copa de Casagrande y acanalador
- 01 espátula
- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
- Capsula de porcelana
- Recipientes de aluminio (taras)
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$). □ Agua destilada

➤ **Procedimiento**

- Se secó la muestra de suelo y se pasó por el tamiz N° 40.
- Se colocó en la capsula de porcelana, 200gr de muestra y se le agregó de 15 a 20ml de agua destilada, hasta formar una pasta de textura uniforme.

- Se colocó una porción de la pasta de suelo en la cazuela de la copa de Casagrande, con la ayuda de la espátula, hasta conseguir un espesor de 1cm.
- En el centro de la cazuela se realizó una ranura con el acanalador, quedando la muestra dividida en dos partes.
- Se giró la manivela de la Copa de Casagrande, elevando y dejando caer la cazuela.
- Se contó el número de golpes requeridos para cerrar la ranura, anotándose los datos obtenidos.
- Con la ayuda de la espátula se retiró una tajada de suelo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Se repitió todo el procedimiento anterior agregando agua destilada si el número de golpes ha sido alto o agregando suelo si el número de golpes ha sido bajo, de tal manera que se asegure que haya dos determinaciones sobre los 25 golpes, y otros dos por debajo.

□ **Límite plástico:** El objeto de este ensayo es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo, y el cálculo del índice de plasticidad si se conoce el límite líquido del mismo suelo. Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que pueden formarse cilindros de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa, sin que dichos cilindros se desmoronen.

➤ **Materiales de trabajo**

- Tamiz N° 40
- 01 espátula

- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
- Vidrio grueso esmerilado
- Capsula de porcelana
- Taras
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$). □ Agua destilada

➤ Procedimiento

- Se pasó por el tamiz N° 40 la muestra de suelo.
- Se amasó con agua destilada hasta que se formó una esfera con la masa de suelo.
- Tomándose una pequeña porción de dicha esfera para el ensayo.
- Se enrolló con la mano extendida sobre el vidrio grueso esmerilado, con presión suficiente para moldearlo en forma de cilindro o hilo uniforme de diámetro de 3mm.
- Una vez que se presentó agrietamientos, se determinó su contenido de humedad.
- Se continúa con el mismo procedimiento hasta obtener unos 6gr de suelo. El promedio de estos contenidos de humedad viene a ser el límite plástico.
- El índice de plasticidad se define como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico de una muestra de suelo.

□ **Proctor Modificado:** La compactación de suelos se realizó a través del Proctor Modificado, se ubicó la capa de suelo sobre el molde de cimiento uniforme y rígido, luego se apisono con el martillo para tener una masa totalmente compactada, lo cual va a permitir obtener el punto máximo de la curva Proctor donde indica la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la masa de estudio. Permite determinar el óptimo contenido de humedad en el cual se obtiene la máxima densidad del suelo.

➤ **Materiales de trabajo**

- Equipo Proctor de 4" de diámetro (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión).
- 01 pisón manual.
- 01 balanza eléctrica con aprox. 1gr
- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
- Probeta de 1000ml
- 01 regla metálica
- Taras
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$). □ Herramientas de mezcla (bandejas, cucharas, espátulas)

➤ **Procedimiento**

- Se seleccionó el método a utilizar (Método A). Para determinar un punto de la curva Proctor se empleó 2.5.kg de muestra seca.

- Se preparó la muestra de suelo adicionando agua. Se mezcló toda la muestra hasta que se encuentre homogéneamente húmeda.
 - Se ensambló el molde cilíndrico con la placa de base, para luego determinar el peso.
 - Se colocó el collar de extensión para colocar la muestra suelta y húmeda dentro y compactar en tres capas, apisonando con el martillo en una secuencia de 25 golpes por capa.
 - Al terminar de compactar, se retiró el collar de extensión y se enrasó con la espátula el espécimen compactado.
 - Se anotó el peso del espécimen y molde.
 - Se determinó su contenido de humedad por cada espécimen, para lo cual se tomó dos muestras representativas del suelo húmedo compactado, de la parte superior e inferior del molde.
 - Se repitió todo el procedimiento mencionado agregando agua en intervalos de 2%, de tal manera que al formar la curva Proctor se aseguren dos puntos en la rama ascendente y determinar el punto máximo de la curva que nos indicará la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo.
- **CBR:** Sirve para medir la capacidad portante de la masa de suelo, arrojando el porcentaje de soporte que exhibe la muestra de suelo realizada respecto a la muestra estudiada, para lo cual se determinó ensayo de granulometría, humedad y plasticidad,

logrando medir la resistencia del material al corte; es decir evalúa la resistencia o capacidad de carga del suelo.

➤ **Materiales de trabajo**

- Equipo CBR (3 moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 placas de expansión, 3 discos espaciadores, 3 sobrecargas cada una de 4.5kg de peso y 3 trípodes).
- Prensa hidráulica para ensayo CBR
- 01 Pisón proctor modificado
- Papel filtro
- 01 balanza eléctrica con aprox. 1gr
- 01 balanza eléctrica con aprox. 0.01gr
- Probeta de 1000ml
- 01 regla metálica
- Taras
- Tina
- Diales de expansión
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ} \text{F}$).
- Herramientas de mezcla (bandejas, cucharas, espátulas)

➤ **Procedimiento**

- Se preparó la muestra de suelo con el contenido óptimo de humedad obtenido en el ensayo de compactación proctor modificado.

- Se ensambló el molde cilíndrico con la placa de base, para luego determinar el peso.
- Se colocó para cada molde el papel filtro y las placas de expansión.
- Se colocó el collar de extensión para colocar la muestra suelta y húmeda dentro y compactar en cinco capas en cada uno de los 3 moldes CBR, apisonando primero con 12 golpes, segundo con 26 golpes y por ultimo con 55 golpes por capa.
- Al terminar de compactar, se retiró el collar de extensión y se enrasó con la espátula el espécimen compactado.
- Se invirtieron las muestras de tal manera que el área libre quede en la parte superior cuando se ensambla nuevamente los moldes a su placa de base.
- Se anotó el peso del espécimen y molde.
- Se colocó la sobrecarga, para luego colocar los tres moldes debidamente equipados en una tina de agua durante cuatro días (96 horas).
- Pasado el tiempo establecido se retiraron los moldes de la tina de agua y se retiró de la misma manera el día, el trípode, la sobrecarga y la placa de expansión. Se dejó drenar por 15 minutos.
- Se colocó la sobrecarga en cada molde antes de llevar a la prensa hidráulica y se procedió a realizar el ensayo de penetración. Se registró las lecturas de carga de los 03 moldes.

❖ **Temperatura de activación (C°)** : El análisis térmico es una rama de la ciencia de los materiales donde se estudian las propiedades de los materiales a medida que cambian con la temperatura. Así podemos activar sus precursores y sus elementos puzolánico.

❖ **El porcentaje de ceniza de cascara de arroz (%)**: Esto se base en la cantidad que se agregara del agente estabilizador; puesto que depende de esta cantidad (%) para que el resultado de estabilización sea la adecuada.

❖ **Porcentajes de composición químicas de la ceniza de cascara de arroz (%)**: con el análisis de FRx nos brinda la composición química del agente estabilizador que en este caso es la ceniza de cascara de arroz, esto nos ayuda para a la variedad de óxidos.

Hipótesis:

- Evaluación de la ceniza de cascara de arroz como estabilizador en los suelos arenosos referidos.

Objetivo General:

- Determinar la evaluación de la ceniza de cascara de arroz como estabilizador en los suelos arenosos referidos.

Objetivos específicos:

- Determinar la ubicación de los lugares donde se sustrajeron las muestras referidas.
- Determinar los ensayos referidos de ATD, FRx y el +Barrido de las muestras.
- Verificar los componentes de cada muestra referida.
- Determinar e interpretar los resultados.

METODOLOGIA

Diseño de investigación

En el presente trabajo se efectuará una comparación entre dos tesis escogidas; de esta manera, se tendrá un panorama general de los porcentajes que se agregaron a una muestra de suelo arenoso y tener un mejor criterio de los resultados obtenidos de los cuales nos ayudara en el estudio que estoy realizando. Posteriormente, se estudiará los resultados obtenidos en la cual se reflejará en gráficos, cuadros y fichas técnicas la cual se extrajo los datos de todos los materiales que utilizaron. Finalmente, efectuaremos una comparación entre todos los resultados que obtuvieron las tesis de los cuales deben cumplir desacuerdo a norma, así nos permitirá evidenciar cuanto es de eficiente este agente estabilizador.

Tipos de estudios

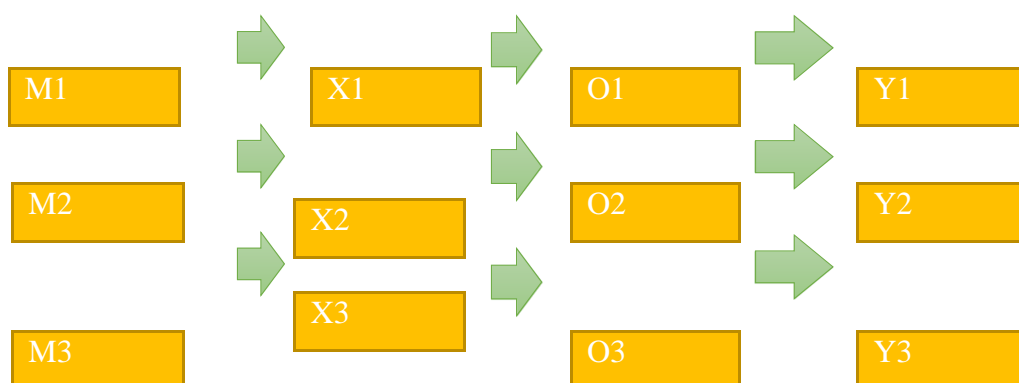
Está presente tesis es de tipo descriptivo – comparativo. Esto se evidencia mediante la manipulación de una variable no comprobada (medida del incremento o disminución de la ceniza de cascara de arroz); produciéndose, la estabilización de un suelo arenoso.

Lo referente a lo que conoceremos en el transcurso del desarrollo de la investigación los resultados se reportaran y expresados en cuadros, grafica. Seguidamente se procederá al análisis correspondiente, contrastándose y explicándolos mediante los objetivos y de la prueba de la hipótesis de trabajo.

Diseño

El diseño es DESCRIPTIVO - COMPARATIVO, teniendo como objetivo evaluar 3 realidades en este caso.

Esquema:



Donde:

M1: Suelo en el sector (CALLE 16) de San Luis – Nvo. Chimbote – Santa – Ancash.

M2: Suelo de la rodadura en la Vía Clemencia – Chachapoyas - Ancash.

M3: Suelo de Zona casco Urbano de Piura – Piura.

X1: ceniza de cascara de arroz (3.0%)

X2: ceniza de cascara de arroz (5%, 10%, 20%)

X3: ceniza de cascara de arroz (5%,10%,15%)

O1: resultados los cuales serán evaluados.

O2: resultados los cuales serán evaluados.

O3: resultados los cuales serán evaluados.

Y1: estabilización del suelo serán evaluados.

Y2: estabilización del suelo serán evaluados.

Y3: estabilización del suelo serán evaluados

Población y muestra

Población: El suelo arenoso de Santa Clemencia, San Luis y Piura.

Muestra: tramo de suelo arenoso.

Recopilación de datos:

Para la presente investigación se optó por el uso de los datos de las tres tesis que se seleccionó y son las siguientes:

- **“Estabilización de un suelo en el sector de San Luis (calle 16) con la sustitución del 8% (5% de cemento y 3% ceniza de cascara de arroz)”**

- **“Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la Vía Santa Clemencia - Chachapoyas”**

- **Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes are**

RESULTADOS

TESIS 1:

“Estabilización de un suelo en el sector de San Luis (calle 16) con la sustitución del 8% (5% de cemento y 3% ceniza de cascara de arroz)”

FICHA TECNICA DE LA CASCARA DE ARROZ

| CARACTERISTICAS GENERALES | | | |
|--|-------------------------------|---|--|
| 1 | 1.1 Nombre Cientifico | : Oryza sativa | |
| | 1.2 Derivado | : Arroz | |
| | 1.3 Lugar donde fue extraido | : Molino Diaz SAC - Cambio Puente - Santa | |
| | 1.4 Recepcion | : sacos de 49 Kg | |
| | 1.5 Descripcion General | : La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por Celulosa y Sílice, elementos que ayudan a su buen rendimiento como combustible. | |
| TIPO DE TRATAMIENTO QUE SE REALIZO | | | |
| 2 | 2.1 LIMPIEZA | : se utilizó Colador , maya organza | |
| | 2.2 Pre - Secado | : se utilizo una olla de barro. | |
| | 2.3 Trituración | : se utilizo un batan | |
| | 2.4 Calcinacion al aire libre | : se utilizo una briqueta, olla de barro. | |
| ENSAYOS QUE SE REALIZARON | | | |
| 3 | 3.1 Ensayo de ADT | | |
| | 3.1.1 Lugar | : Universidad Nacional Trujillo | |
| | 3.1.2 Muestra | : 1gr | |
| | 3.1.3 Temperatura | : 800 °C | |
| | 3.1.4 Tiempo de enfriamiento | : 48 horas | |
| | 3.2 Ensayo de FRx | | |
| | 3.2.1 Lugar | : Universidad Nacional de Ingenieria | |
| | 3.2.2 Muestra | : 30 gr | |
| | 3.2.3 Temperatura | : 400 °C | |
| | 3.2.4 Tiempo | : 1 hora | |
| | 3.2.5 Tiempo de enfriamiento | : 48 horas | |
| | RESULTADOS DE LABORATORIO | | |
| | 4.1 | Ensayo de ADT | |
| 4.1.1 Analisis Termo Gravimétrico | | | |
| Muestra ensayada | | : 26.8 mg | |
| Temperatura final | | : 800 °C | |
| Perdidad de Masa | | : 43% | |
| 4.1.2 Analisis Calorimetrico | | | |
| Pico endotérmica | | : 100 °C aprox. | |
| Región endotérmica | | : entre 190 y 250 °C | |
| Transición térmica no muy bien | | : 420 °C | |

4.2 Ensayo de FRx

4.2.1 Condiciones Ambientales

Temperatura :21.5 °C

Humedad Relativa : 65%

4.2.2 Composicion Química Expresada como Oxidos

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) |
|--|---------------|
| Dióxido de Silicio (SiO ₂) | 73.736 |
| Óxido de Potasio (K ₂ O) | 18.589 |
| Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) | 3.057 |
| Pentóxido de Fósforo | 1.933 |
| Óxido de Calcio (CaO) | 1.249 |
| Óxido de Manganeso (MnO) | 0.957 |
| Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃) | 0.324 |
| Trióxido de Azufre (SO ₃) | 0.128 |
| Oxido de Zinc (ZnO) | 0.016 |
| Oxido de Rubidio (Rb ₂ O) | 0.012 |

4.2.3 Composicion Química Expresada como Elementos

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) |
|---------------------|---------------|
| Silicio, Si | 81.394 |
| Potasio, K | 9.473 |
| Calcio, Ca | 2.601 |
| Fósforo, P | 1.875 |
| Azufre, S | 1.569 |
| Aluminio, Al | 1.486 |
| Manganeso, Mn | 1.181 |
| Hierro, Fe | 0.342 |
| Zinc, Zn | 0.047 |
| Rubidio, Rb | 0.032 |

FICHA TECNICA DEL SUELO ARENOSO

| 1 CARACTERISTICAS GENERALES | | |
|------------------------------------|--|---|
| 1 | 1.1 Nombre Cientifico | : Granos finos |
| | 1.2 Derivado | : Denudación de las rocas |
| | 1.3 Lugar donde fue extraido | : Calle 16 , Sector San Luis - Nvo. Chimbote |
| | 1.4 N° calicastas | : 2 |
| | 1.5 Recepcion | : sacos de 50 Kg |
| | 1.6 Descripción General | : La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituracion |
| 2 PROPIEDADES MECANICAS | | |
| 2 | 2.1 Humedad Natural | Norma ASTM D - 2216, MTC E108 |
| | 2.2 Análisis Granumétrico (tamizado) | Norma ASTM D - 422, MTC E107 |
| | 2.3 Proctor Modificado | Norma ASTM D - 1557, MTC E115 |
| | 2.4 Resistencia al corte (CBR) | Norma ASTM D - 1883, MTC E132 |
| 3 ENSAYOS QUE SE REALIZARON | | |
| 3.1 | Contenido de Humedad | |
| | CALICATA 01 | CALICATA 02 |
| | Peso de tara + MH | 718 |
| | Peso de tara + MS | 688.3 |
| | Peso de tara | 213 |
| | Peso del agua | 30.3 |
| | Peso de muestra seca | 475.3 |
| | contenido de humedad (%) | 6.37 |
| 3.2 | Análisis Granulométrico (tamizado) | |
| | Calicata 01 | |
| | Tamizado | |
| | Peso Seco Inicial | 495.3 gr |
| | Peso Seco Lavado | 482.4 gr |
| | Peso perdido por Lavado | 12.9 gr |
| | Pasa tamiz N° 4 (%) | : 99.10 |
| | Pasa tamiz N° 200 (%) | : 2.7 |
| | D60 (mm) | : 0.24 |
| | D30 (mm) | : 0.164 |
| | D10 (mm) | : 0.111 |
| | Cu | : 2.3 |
| | Cc | : 0.996 |
| | Clasificación AAHSTO | |
| | Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3 Arena fina | |
| | Clasificación S.U.C.S | |
| | Clasificación S.U.C.S Suelo de partículas gruesas suelo limpio SP | |
| | Calicata 02 | |
| | Tamizado | |
| | Peso Seco Inicial | 495.3 gr |
| | Peso Seco Lavado | 482.4 gr |
| | Peso perdido por Lavado | 12.9 gr |
| | Pasa tamiz N° 4 (%) | : 99.9 |
| | Pasa tamiz N° 200 (%) | : 4 |
| | D60 (mm) | : 0.23 |
| | D30 (mm) | : 0.154 |
| | D10 (mm) | : 0.102 |
| | Cu | : 2.3 |
| | Cc | : 1.02 |

| | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|--|--|--|------------------|--|
| Clasificación AAHSTO | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Clasificación AAHSTO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Material granular excelente a bueno como subgrado</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">A - 3 Arena fina</td> </tr> </table> | | Clasificación AAHSTO | | Material granular excelente a bueno como subgrado | | A - 3 Arena fina | |
| Clasificación AAHSTO | | | | | | | |
| Material granular excelente a bueno como subgrado | | | | | | | |
| A - 3 Arena fina | | | | | | | |
| Clasificación S.U.C.S | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Clasificación S.U.C.S</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Suelo de partículas gruesas suelo limpio</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">SP</td> </tr> </table> | | Clasificación S.U.C.S | | Suelo de partículas gruesas suelo limpio | | SP | |
| Clasificación S.U.C.S | | | | | | | |
| Suelo de partículas gruesas suelo limpio | | | | | | | |
| SP | | | | | | | |
| 3.3 | Proctor Modificado | | | | | | |
| | calicata 1-2 | | | | | | |
| | Nos muestra en el grafico (densidad seca vs Contenido de Humedad) lo siguiente: | | | | | | |
| | Contenido de Humedad : 7.0% | | | | | | |
| | Densidad seca Máxima : 1.708 g/cm ³ | | | | | | |
| 3.4 | Relacion de Soporte (CBR) | | | | | | |
| | calicata 1-2 | | | | | | |
| | Metodo de compactación | A | | | | | |
| | Maxima Densidad Seca (Gr/cm ³) | 1.708 | | | | | |
| | Optimo contenido de Humedad(%) | 7 | | | | | |
| | CBR al 100% de M.D.S. (%) | 27 | | | | | |
| | CBR al 95% de M.D.S. (%) | 18 | | | | | |
| | N° 4 | 100% | | | | | |
| | N° 200 | 24% | | | | | |
| | Absorción | 19.50% | | | | | |
| Humedad de Penetración | 26.50% | | | | | | |

(FUENTE: Elaboración propia

FICHA TECNICA DEL CEMENTO

| CARACTERISTICAS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|--|---|--------------------|-------------------|-------|-----------------|---------------|-----------------|-----------|-------------------|----------|-----------------|--|-----|---|
| 1 | 1.1 Nombre | : Cemento portland | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 Derivado | : Pulverización del Clinker | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.3 Categoría | : Tipo 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.4 Unidad de medida | : Bolsa (42.50 kg) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 Descripción General | : El cemento portland tipo 1, es un cemento hidráulico en el cual la puzolana constituyente está presente hasta un 40 % en masa del cemento adicionado. | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPONENTES QUÍMICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2.1 | Silicato tricalcico | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.2 | Silicato dicalcico | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.3 | Aluminato tricalcico | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.4 | Aluminio - ferrito tetracalcico | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.5 | componentes menores : oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">%</th> <th style="width: 60%;">COMPONENTE QUIMICO</th> <th style="width: 30%;">PROCEDENCIA USUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">95 %<</td> <td style="text-align: center;">Oxido de calcio</td> <td style="text-align: center;">Rocas Calizas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Oxido de Silice</td> <td style="text-align: center;">Areniscas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Oxido de Aluminio</td> <td style="text-align: center;">Arcillas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Oxido de Fierro</td> <td style="text-align: center;">Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">5%<</td> <td style="text-align: center;">Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Magnesio.</td> <td style="text-align: center;">Minerales Varios</td> </tr> </tbody> </table> | | | % | COMPONENTE QUIMICO | PROCEDENCIA USUAL | 95 %< | Oxido de calcio | Rocas Calizas | Oxido de Silice | Areniscas | Oxido de Aluminio | Arcillas | Oxido de Fierro | Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita | 5%< | Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Magnesio. |
| % | COMPONENTE QUIMICO | PROCEDENCIA USUAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 %< | Oxido de calcio | Rocas Calizas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Oxido de Silice | Areniscas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Oxido de Aluminio | Arcillas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Oxido de Fierro | Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5%< | Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Magnesio. | Minerales Varios | | | | | | | | | | | | | | | |
| CEMENTO TIPO PORTLAND TIPO 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3

| Componentes | Cemento Pacasmayo Tipo I |
|------------------------|--------------------------|
| Cal Combinada (CaO) | 62.50% |
| Silice | 21% |
| Alumina | 6.50% |
| Hierro | 2.50% |
| Oxido de Azufre | 2.00% |
| Cal Libre: CaO | 0.00% |
| Magnesio: MgO | 2.00% |
| Perdida al Fuego: P.F | 2.00% |
| Residuo Insoluble: R.I | 1.00% |
| Alcalis | 0.50% |

TESIS 2:

“Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la Via Santa Clemencia - Chachapoyas”

FICHA TECNICA DE LA CASCARA DE ARROZ

| CARACTERISTICAS GENERALES | | |
|---|------------------------------|---|
| 1 | 1.1 Nombre Cientifico | : Oryza sativa |
| | 1.2 Derivado | : Arroz |
| | 1.3 Lugar donde fue extraido | : Molindustrias El Chimbote SAC - Tambo Real Viejo - Santa |
| | 1.4 Recepcion | : sacos de 50 Kg |
| | 1.5 Descripcion General | : La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por Celulosa y Sílice, elementos que ayudan a su buen rendimiento como combustible. |
| TIPO DE TRATAMIENTO QUE SE REALIZO | | |
| 2 | 2.1 Calcination | : Se realizo horno industrial (Molindustrias). |
| | 2.2 Cantidad | : Se recolecto 60 kg |
| | 2.3 Color | : Negro |
| | 2.4 Limpieza | : Se tamizo #200 y se guardadó en baldes con tapas. |
| ENSAYOS QUE SE REALIZARON | | |
| 3 | 3.1 | Ensayo DE BARRIDO |
| | 3.1.1 Lugar | : Laboratorio de Analisis Quimicos ORMELI |
| | 3.1.2 Muestra | : 10 gr |
| RESULTADOS DEL LABORATORIO | | |
| 4 | 4.2 | Ensayo DE BARRIDO |
| | | 4.2.2 Composicion Quimica |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

FICHA TECNICA DEL SUELO ARENOSO

| CARACTERISTICAS GENERALES | | |
|------------------------------|---|-------------------------------|
| 1.1 Nombre Cientifico | : Granos finos | |
| 1.2 Derivado | : Denudación de las rocas | |
| 1.3 Lugar donde fue extraido | : Vía Santa Clemencia - Chachapoyas | |
| 1.4 N° calicastas | : 7 | |
| 1.5 Recepcion | : sacos de 50 Kg | |
| 1.6 Descripcion General | : La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituracion artificial. | |
| PROPIEDADES MECANICAS | | |
| 2 | 2.1 Humedad Natural | Norma ASTM D - 2216, MTC E108 |
| | 2.2 Análisis Granumétrico (tamizado) | Norma ASTM D - 422, MTC E107 |
| | 2.3 Proctor Modificado | Norma ASTM D - 1557, MTC E115 |
| | 2.4 Resistencia al corte (CBR) | Norma ASTM D - 1883, MTC E132 |

| 3 ENSAYOS QUE SEREALIZARON | | | | | | |
|--|---------|---------|------------|------|-----|--|
| 3.1 Analisis Granulométrico (tamizado) | | | | | | |
| Calicatas | Grava | Arena | Fino s | Cu | Cc | |
| C - 1 | 1.17% | 16.91% | 16.9 1% | 0 | 0 | |
| C - 2 | 40.985% | 49.160% | 9.85 4% | 62.5 | 0.1 | |
| C - 3 | 0.897% | 93.161% | 5.94 2% | 3.4 | 1 | |
| C - 4 | 0.448% | 93.841% | 5.71 1% | 3.3 | 1 | |

| | | | | | |
|-------|--------|---------|-------------|-----|-----|
| C - 5 | 0.487% | 92.580% | 6.93 3% | 2.6 | 1.4 |
| C - 6 | 0.000% | 84.865% | 15.1 35% | 0 | 0 |
| C - 7 | 0.907% | 87.206% | 11.8 87% | 0 | 0 |

3.2 Gravedad Específica

| <i>Calicatas</i> | <i>Gravedad Específica Promedio</i> |
|------------------|-------------------------------------|
| C - 1 | 2.832 |
| C - 2 | 2.763 |
| C - 3 | 2.821 |
| C - 4 | 2.821 |
| C - 5 | 2.68 |
| C - 6 | 2.751 |
| C - 7 | 2.734 |

3.3 Contenido de Humedad

| <i>Calicatas</i> | <i>Contenido de Humedad</i> |
|------------------|-----------------------------|
| C - 1 | 4.463 |
| C - 2 | 3.777 |
| C - 3 | 1.457 |
| C - 4 | 1.213 |
| C - 5 | 4.853 |
| C - 6 | 4.233 |
| C - 7 | 3.077 |

3.4 Límites de Consistencia

| <i>Calicatas</i> | <i>Límite Líquido %</i> | <i>Límite Plástico %</i> | <i>Índice de Plasticidad</i> |
|------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| C - 1 | 27.28 | 19.16 | 8.12 |
| C - 2 | N.P. | N.P. | N.P. |
| C - 3 | N.P. | N.P. | N.P. |

| | | | |
|-------|------|------|------|
| C - 4 | N.P. | N.P. | N.P. |
| C - 5 | N.P. | N.P. | N.P. |
| C - 6 | N.P. | N.P. | N.P. |
| C - 7 | N.P. | N.P. | N.P. |

3.5 Clasificación de Suelos

| Calicatas | Clasificación S.U.C.S | | Clasificación AASHTO | |
|-----------|-----------------------|-----------------|----------------------|--|
| | Grupo | Descripción | Grupo | Descripción |
| C - 1 | CL | Arcilla limosas | A-4 | suelos limosos: Pobre a malo |
| C - 2 | SP - SM | arena sin finos | A-1-b | Fragmentos de roca, grava y arena: Excelente a bueno |
| C - 3 | SP - SM | arena sin finos | A - 3 | Arena Fina: Excelente a bueno |
| C - 4 | SP - SM | arena sin finos | A - 3 | Arena Fina: Excelente a bueno |
| C - 5 | SP - SM | arena sin finos | A - 3 | Arena Fina: Excelente a bueno |
| C - 6 | SP - SM | arena sin finos | A - 3 | Arena Fina: Excelente a bueno |
| C - 7 | SP - SM | arena sin finos | A - 3 | Arena Fina: Excelente a bueno |

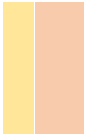
3.3 Proctor Modificado

| calicatas | Contenido de Humedad | Densidad seca Máxima |
|-----------|----------------------|-------------------------|
| C - 1 | 7.538 | 1.66 |
| C - 2 | 5.54 | 2.049 |
| C - 3 | 7.9 | 1.809 |
| C - 4 | 8.31 | 1.812 |
| C - 5 | 6.45 | 1.689 |
| C - 6 | 9.6 | 1.725 |
| C - 7 | 6.85 | 1.778 |

3.4 Relación de Soporte (CBR)

| calicatas | CBR 0.1 " (Kg / cm ²) | |
|-----------|-----------------------------------|-------------------|
| | 95 (%) de la MDS | 100 (%) de la MDS |
| C - 1 | 10 | 14 |
| C - 2 | 18.5 | 28 |

| | | | |
|--|-------|------|------|
| | C - 3 | 11.7 | 22.3 |
| | C - 4 | 12 | 20.4 |
| | C - 5 | 14 | 21.5 |
| | C - 6 | 12.3 | 21.5 |
| | C - 7 | 12.6 | 22.9 |



FICHA TECNICA DE LA CAL

| CARACTERISTICAS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|---|---|---|----------------------|-----------------|-------------------------|--|--------------------------|--------|------------------------|-------|------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------------|------|---|--|
| 1 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">1.1 Nombre Cientifico</td> <td>: Cal</td> </tr> <tr> <td>1.2 Derivado</td> <td>: Rocas calizas o rocas calizas dolomíticas</td> </tr> <tr> <td>1.3 Lugar donde fue extraido</td> <td>: Tienda comercial</td> </tr> <tr> <td>1.4 unidad de medida</td> <td>: bolsa (20 kg)</td> </tr> <tr> <td>1.5 Descripcion General</td> <td>: La cal es un aglomerante, resultado de la calcinación de las rocas calizas o de las rocas calizas dolomíticas, como consecuencia de las variaciones de composición de la roca.</td> </tr> </table> | 1.1 Nombre Cientifico | : Cal | 1.2 Derivado | : Rocas calizas o rocas calizas dolomíticas | 1.3 Lugar donde fue extraido | : Tienda comercial | 1.4 unidad de medida | : bolsa (20 kg) | 1.5 Descripcion General | : La cal es un aglomerante, resultado de la calcinación de las rocas calizas o de las rocas calizas dolomíticas, como consecuencia de las variaciones de composición de la roca. | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 Nombre Cientifico | : Cal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 Derivado | : Rocas calizas o rocas calizas dolomíticas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 Lugar donde fue extraido | : Tienda comercial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 unidad de medida | : bolsa (20 kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 Descripcion General | : La cal es un aglomerante, resultado de la calcinación de las rocas calizas o de las rocas calizas dolomíticas, como consecuencia de las variaciones de composición de la roca. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">2.1 Forma</td> <td>: Polvo granulado</td> </tr> <tr> <td>2.2 Color</td> <td>: varia entre blanco humo a grisáceo</td> </tr> <tr> <td>2.3 Compuesto</td> <td>: Carbonato de calcio , hoidróxido de calcio y rocas disgregadas.</td> </tr> </table> | 2.1 Forma | : Polvo granulado | 2.2 Color | : varia entre blanco humo a grisáceo | 2.3 Compuesto | : Carbonato de calcio , hoidróxido de calcio y rocas disgregadas. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Forma | : Polvo granulado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 Color | : varia entre blanco humo a grisáceo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 Compuesto | : Carbonato de calcio , hoidróxido de calcio y rocas disgregadas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYOS QUE SE REALIZARON | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #FFDAB9;"> <td style="width: 30%;">3.1</td> <td>Ensayo DE BARRIDO</td> </tr> <tr> <td>3.1.1 Lugar</td> <td>: Laboratorio de Analisis Quimicos ORMELI</td> </tr> <tr> <td>3.1.2 Muestra</td> <td>: 10 gr</td> </tr> </table> | 3.1 | Ensayo DE BARRIDO | 3.1.1 Lugar | : Laboratorio de Analisis Quimicos ORMELI | 3.1.2 Muestra | : 10 gr | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Ensayo DE BARRIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1.1 Lugar | : Laboratorio de Analisis Quimicos ORMELI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1.2 Muestra | : 10 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #FFDAB9;"> <td style="width: 30%;">4.2</td> <td>Ensayo DE BARRIDO</td> </tr> <tr style="background-color: #C8E6C9;"> <td colspan="2">4.2.2 Composicion Quimica</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Análisis</th> <th style="width: 50%;">RESULTADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Materia Orgánica</td> <td style="text-align: center;">4.8</td> </tr> <tr> <td>elementos livianos (')</td> <td style="text-align: center;">37.276</td> </tr> <tr> <td>Oxido de Calcio, CaO</td> <td style="text-align: center;">52.45</td> </tr> <tr> <td>Oxido de Silicio, SiO2</td> <td style="text-align: center;">3.355</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Aluminio, Al2O3</td> <td style="text-align: center;">1.779</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Hierro, Fe2O3</td> <td style="text-align: center;">0.34</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding-top: 10px;"> (') Elementos livianos (del hidrógeno al sodio </td> </tr> </table> | 4.2 | Ensayo DE BARRIDO | 4.2.2 Composicion Quimica | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Análisis</th> <th style="width: 50%;">RESULTADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Materia Orgánica</td> <td style="text-align: center;">4.8</td> </tr> <tr> <td>elementos livianos (')</td> <td style="text-align: center;">37.276</td> </tr> <tr> <td>Oxido de Calcio, CaO</td> <td style="text-align: center;">52.45</td> </tr> <tr> <td>Oxido de Silicio, SiO2</td> <td style="text-align: center;">3.355</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Aluminio, Al2O3</td> <td style="text-align: center;">1.779</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Hierro, Fe2O3</td> <td style="text-align: center;">0.34</td> </tr> </tbody> </table> | | Análisis | RESULTADO (%) | Materia Orgánica | 4.8 | elementos livianos (') | 37.276 | Oxido de Calcio, CaO | 52.45 | Oxido de Silicio, SiO2 | 3.355 | Óxido de Aluminio, Al2O3 | 1.779 | Óxido de Hierro, Fe2O3 | 0.34 | (') Elementos livianos (del hidrógeno al sodio | |
| 4.2 | Ensayo DE BARRIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2.2 Composicion Quimica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Análisis</th> <th style="width: 50%;">RESULTADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Materia Orgánica</td> <td style="text-align: center;">4.8</td> </tr> <tr> <td>elementos livianos (')</td> <td style="text-align: center;">37.276</td> </tr> <tr> <td>Oxido de Calcio, CaO</td> <td style="text-align: center;">52.45</td> </tr> <tr> <td>Oxido de Silicio, SiO2</td> <td style="text-align: center;">3.355</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Aluminio, Al2O3</td> <td style="text-align: center;">1.779</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Hierro, Fe2O3</td> <td style="text-align: center;">0.34</td> </tr> </tbody> </table> | | Análisis | RESULTADO (%) | Materia Orgánica | 4.8 | elementos livianos (') | 37.276 | Oxido de Calcio, CaO | 52.45 | Oxido de Silicio, SiO2 | 3.355 | Óxido de Aluminio, Al2O3 | 1.779 | Óxido de Hierro, Fe2O3 | 0.34 | | | | | | | | |
| Análisis | RESULTADO (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materia Orgánica | 4.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| elementos livianos (') | 37.276 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxido de Calcio, CaO | 52.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxido de Silicio, SiO2 | 3.355 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Óxido de Aluminio, Al2O3 | 1.779 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Óxido de Hierro, Fe2O3 | 0.34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (') Elementos livianos (del hidrógeno al sodio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(FUENTE: Elaboración propia)

TESIS 3:

**“Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en
subrasantes arenosas”**

FICHA TECNICA DE LA CASCARA DE ARROZ

| 1 | CARACTERISTICAS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------|---------------|------------------|-------|------------------|-----|-------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| | 1.1 Nombre Cientifico | : Oryza sativa | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 Derivado | : Arroz | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.3 Lugar donde fue extraido | : Costeño Alimentos S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.4 Recepcion | : sacos de 49 Kg | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 Descripcion General | : La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por Celulosa y Sílice, elementos que ayudan a su buen rendimiento como combustible. | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | TIPO DE TRATAMIENTO QUE SE REALIZO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 CALCINACION | : Horno tipo Kepler Werber a 350°C | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 LIMPIEZA | : Se realizó un tamizado con N°100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.2 RESIDUOS | : Se encontraron Cristales de silice | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | ENSAYOS QUE SE REALIZARON | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.1 | <i>Ensayo de FRx</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.1.1 Lugar | : Laboratorio de CIA Minera Agregados Calcáreos S.A. (COMACSA) | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.1.4 Masa medida | : 5794.32 mg | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | RESULTADOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.1 | Ensayo de FRx | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.1.1 Condiciones | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Diametro medido | : 29 mm | | | | | | | | | | | | | | |
| | Area medida | : 660.52 mm ² | | | | | | | | | | | | | | |
| | Masa medida | : 5794.32 mg | | | | | | | | | | | | | | |
| | Altura muestra | : 3 mm | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dilución | : 11.064 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.2.2 Composicion Quimica Expresada como Oxidos | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPOSICIÓN QUÍMICA</th> <th>RESULTADO (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂</td> <td>92.19</td> </tr> <tr> <td>K₂O</td> <td>4.2</td> </tr> <tr> <td>P₂O₅</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>0.66</td> </tr> <tr> <td>MnO</td> <td>0.19</td> </tr> </tbody> </table> | | COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) | SiO ₂ | 92.19 | K ₂ O | 4.2 | P ₂ O ₅ | 0.95 | CaO | 0.72 | MgO | 0.66 | MnO | 0.19 |
| | COMPOSICIÓN QUÍMICA | RESULTADO (%) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SiO ₂ | 92.19 | | | | | | | | | | | | | | |
| K ₂ O | 4.2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| P ₂ O ₅ | 0.95 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CaO | 0.72 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MgO | 0.66 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MnO | 0.19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Indica materia organica</div> | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------------------------|------|
| BaO | 0.06 |
| Y ₂ O ₃ | 0.06 |
| ZrO ₂ | 0.05 |
| SrO | 0.05 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.03 |
| La ₂ O ₃ | 0.03 |
| LOI | 1.42 |
| | |

4.2 Gravedad específica

| | | | |
|---------------------|--|--------------------------|-------------|
| Gravedad específica | | : 2.19 g/cm ³ | NTP 339.131 |
|---------------------|--|--------------------------|-------------|

4.3 Sedimentación

se muestra la distribución del tamaño de la ceniza por el método de granulometría por hidrometro, se puede apreciar la distribución de tamaño de partículas es continua y buena gradación de partículas.

FICHA TECNICA DEL SUELO ARENOSO

| 1 | CARACTERISTICAS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|-------------|------------|-----------|---------------------|------|---|---|------|-----------------------|------|-----|-----|------|------------------------|------|-----|-----|------|------------------------|------|-----|-----|------|--|
| | 1.1 Nombre Científico | : Granos finos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 Derivado | : Denudación de las rocas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.3 Lugar donde fue extraído | : Latitud 5°10'33.2" y Longitud 80°38'00.7" campus de la Universidad de Piura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.4 N° calicatas | : 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 Recepcion | : sacos de 50 Kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 Descripción General | : La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | TRATAMIENTO ANTES DE LOS ENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 Se tamizado N° 4, se encontro materia organica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 Se seco el suelo al aire libre por 24 horas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | PROPIEDADES MECANICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 Humedad Natural | Norma ASTM D - 2216, MTC E108 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.2 Análisis Granométrico (tamizado) | Norma ASTM D - 422, MTC E107 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.3 Proctor Modificado | Norma ASTM D - 1557, MTC E115 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.4 Resistencia al corte (CBR) | Norma ASTM D - 1883, MTC E132 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | ENSAYOS QUE SE REALIZARON | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.1 Analisis Granulométrico (tamizado) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Diametro de la arena | : 0.093 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Arena finos no plasticos | : 7% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calicata 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tamizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Peso Inicial | : 369.3 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Peso perdido | : 0.30 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Arena Fina | : 93 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | tamiz N° 40 | : 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | tamiz N° 200 | : 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cu | : 2.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cc | : 1.5 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | TRATAMIENTO ANTES DE LOS ENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3.2.1 Lavado de arena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2.2 Secado en horno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2.3 Tamizar la arena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"> Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina </td> </tr> </table> | | Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación S.U.C.S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"> Clasificación S.U.C.S suelo pobremente graduado con limo SP - SM </td> </tr> </table> | | Clasificación S.U.C.S suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación S.U.C.S suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 5.1 Combinaciones (Suelo + Cemento + Ceniza de Cascara de arroz) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | * Se uso un 4 % de cemento tipo V como aglomerante, el cual se mantuvo constante en todas las mezclas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Suelo Natural (g)</th> <th>Cemento (g)</th> <th>Ceniza (g)</th> <th>Total (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SN - 100% + 0% + 0%</td> <td>5000</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>SCZ 1 - 91% + 4% + 5%</td> <td>4550</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>SCZ 2 - 86% + 4% + 10%</td> <td>4300</td> <td>200</td> <td>500</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>SCZ 3 - 81% + 4% + 15%</td> <td>4050</td> <td>200</td> <td>750</td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table> | Muestra | Suelo Natural (g) | Cemento (g) | Ceniza (g) | Total (g) | SN - 100% + 0% + 0% | 5000 | 0 | 0 | 5000 | SCZ 1 - 91% + 4% + 5% | 4550 | 200 | 250 | 5000 | SCZ 2 - 86% + 4% + 10% | 4300 | 200 | 500 | 5000 | SCZ 3 - 81% + 4% + 15% | 4050 | 200 | 750 | 5000 | SN = Suelo natural SCZ = Suelo con cemento y ceniza |
| | Muestra | Suelo Natural (g) | Cemento (g) | Ceniza (g) | Total (g) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SN - 100% + 0% + 0% | 5000 | 0 | 0 | 5000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SCZ 1 - 91% + 4% + 5% | 4550 | 200 | 250 | 5000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SCZ 2 - 86% + 4% + 10% | 4300 | 200 | 500 | 5000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SCZ 3 - 81% + 4% + 15% | 4050 | 200 | 750 | 5000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.2 Proctor Modificado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.2.1 Muestra 95% de arena + 5% de ceniza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamizado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Inicial | : 494.00 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso perdido | : 0.20 gr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arena Fina | : 94 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tamiz N° 10 | : 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tamiz N° 200 | : 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | : 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cc | : 1.0 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arena finos no plasticos : 6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO y S.U.C.S. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"> Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina </td> </tr> </table> | Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"> Clasificación S.U.C.S suelo pobremente graduado con limo SP - SM </td> </tr> </table> | Clasificación S.U.C.S suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación S.U.C.S suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 5.2.2 Muestra 90% de arena + 10% de ceniza | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---|--|-----------------------|---|-----------------------|------|-----|------------------------|------|-----|------------------------|------|----|---|--|
| Tamizado | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Inicial | : | 487.70 gr | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso perdido | : | 0.10 gr | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arena Fina | : | 94 % | | | | | | | | | | | | | | | |
| tamiz N° 10 | : | 100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| tamiz N° 200 | : | 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | : | 2.1 % | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cc | : | 1.0 % | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Arena finos no plasticos : 6% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO y S.U.C.S. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th>Clasificación AAHSTO</th> </tr> <tr> <td>Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina</td> </tr> </table> | | Clasificación AAHSTO | Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | <table border="1"> <tr> <th>Clasificación S.U.C.S</th> </tr> <tr> <td>suelo pobremente graduado con limo SP - SM</td> </tr> </table> | Clasificación S.U.C.S | suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación S.U.C.S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2.3 Muestra 85 % de arena + 15% de ceniza | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamizado | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Inicial | : | 494.00 gr | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso perdido | : | 0.30 gr | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arena Fina | : | 94 % | | | | | | | | | | | | | | | |
| tamiz N° 10 | : | 100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| tamiz N° 200 | : | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | : | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cc | : | 1.0 % | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Arena finos no plasticos : 6% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO y S.U.C.S. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <th>Clasificación AAHSTO</th> </tr> <tr> <td>Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina</td> </tr> </table> | | Clasificación AAHSTO | Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | <table border="1"> <tr> <th>Clasificación S.U.C.S</th> </tr> <tr> <td>suelo pobremente graduado con limo SP - SM</td> </tr> </table> | Clasificación S.U.C.S | suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | |
| Clasificación AAHSTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material granular excelente a bueno como subgrado A - 3(0) Arena Fina | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación S.U.C.S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| suelo pobremente graduado con limo SP - SM | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.3 Relación humedad vs Densidad | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Estos valores corresponden tanto al suelo natural como las combinaciones de ceniza de cascara de arroz. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra (TM - PS + PC + PCZ)</th> <th>Maxima densidad seca (g/cm3)</th> <th>Humedad óptima (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SN - 100% + 0% + 0%</td> <td>1.64</td> <td>10.5</td> </tr> <tr> <td>SCZ 1 - 91% + 4% + 5%</td> <td>1.61</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>SCZ 2 - 86% + 4% + 10%</td> <td>1.51</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>SCZ 3 - 81% + 4% + 15%</td> <td>1.44</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table> | Muestra (TM - PS + PC + PCZ) | Maxima densidad seca (g/cm3) | Humedad óptima (%) | SN - 100% + 0% + 0% | 1.64 | 10.5 | SCZ 1 - 91% + 4% + 5% | 1.61 | 16 | SCZ 2 - 86% + 4% + 10% | 1.51 | 17 | SCZ 3 - 81% + 4% + 15% | 1.44 | 23 | TM = Tipo de muestra PS = Porcentaje del suelo PC = Porcentaje del cemento PCZ = Porcentaje de Ceniza de cascara de arroz. | |
| Muestra (TM - PS + PC + PCZ) | Maxima densidad seca (g/cm3) | Humedad óptima (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
| SN - 100% + 0% + 0% | 1.64 | 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCZ 1 - 91% + 4% + 5% | 1.61 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCZ 2 - 86% + 4% + 10% | 1.51 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCZ 3 - 81% + 4% + 15% | 1.44 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.4 CBR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * Estos valores corresponden tanto al suelo natural como las combinaciones de ceniza de cascara de arroz. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra (TM - PS + PC + PCZ)</th> <th>CBR sumergido (%)</th> <th>CBR no sumergido (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SN - 100% + 0% + 0%</td> <td>39</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>SCZ 1 - 91% + 4% + 5%</td> <td>148</td> <td>213</td> </tr> <tr> <td>SCZ 2 - 86% + 4% + 10%</td> <td>120</td> <td>133</td> </tr> <tr> <td>SCZ 3 - 81% + 4% + 15%</td> <td>62</td> <td>69</td> </tr> </tbody> </table> | Muestra (TM - PS + PC + PCZ) | CBR sumergido (%) | CBR no sumergido (%) | SN - 100% + 0% + 0% | 39 | 45 | SCZ 1 - 91% + 4% + 5% | 148 | 213 | SCZ 2 - 86% + 4% + 10% | 120 | 133 | SCZ 3 - 81% + 4% + 15% | 62 | 69 | TM = Tipo de muestra PS = Porcentaje del suelo PC = Porcentaje del cemento PCZ = Porcentaje de Ceniza de cascara de arroz. | |
| Muestra (TM - PS + PC + PCZ) | CBR sumergido (%) | CBR no sumergido (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
| SN - 100% + 0% + 0% | 39 | 45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCZ 1 - 91% + 4% + 5% | 148 | 213 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCZ 2 - 86% + 4% + 10% | 120 | 133 | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCZ 3 - 81% + 4% + 15% | 62 | 69 | | | | | | | | | | | | | | | |

FICHA TECNICA DEL CEMENTO

| CARACTERISTICAS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------------------------|------------------|------------------|-----------|-------------------|-----|-------------|-----|-----------------------|--------------------------|-------------|-----|------------------------|------|-------------|-----|-------------------|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-------------|------|-------------|------|
| 1 | 1.1 Nombre : Cemento portland | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 Derivado : Pulverización del Clinker | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.3 Categoría : Tipo 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.4 Unidad de medida : Bolsa (42.50 kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5 Descripción General : El cemento portland tipo 5, es ideal para obras en contacto excesivo con sulfatos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPONENTES QUÍMICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO</th> <th>VALOR (%)</th> <th>NORMAS DE ENSAYO</th> <th>RESULTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MgO</td> <td>6.0</td> <td>NTP 334.086</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>SO3</td> <td>2.3</td> <td>NTP 334.086</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>Perdida por ignición</td> <td>3.5</td> <td>NTP 334.086</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>Residuo insoluble</td> <td>1.5</td> <td>NTP 334.086</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>C3A</td> <td>5.0</td> <td>NTP 334.009</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>2C3A + C4AF</td> <td>25.0</td> <td>NTP 334.009</td> <td>20.6</td> </tr> </tbody> </table> | ENSAYO | VALOR (%) | NORMAS DE ENSAYO | RESULTADO | MgO | 6.0 | NTP 334.086 | 2.2 | SO3 | 2.3 | NTP 334.086 | 2.0 | Perdida por ignición | 3.5 | NTP 334.086 | 3.3 | Residuo insoluble | 1.5 | NTP 334.086 | 0.8 | C3A | 5.0 | NTP 334.009 | 4.0 | 2C3A + C4AF | 25.0 | NTP 334.009 | 20.6 |
| | ENSAYO | VALOR (%) | NORMAS DE ENSAYO | RESULTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MgO | 6.0 | NTP 334.086 | 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SO3 | 2.3 | NTP 334.086 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Perdida por ignición | 3.5 | NTP 334.086 | 3.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Residuo insoluble | 1.5 | NTP 334.086 | 0.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C3A | 5.0 | NTP 334.009 | 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2C3A + C4AF | 25.0 | NTP 334.009 | 20.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPONENTES FISICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO</th> <th>VALOR</th> <th>NORMAS DE ENSAYO</th> <th>RESULTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de aire</td> <td>12%</td> <td>NTP 334.086</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>Superficie específica</td> <td>2,600 cm²/g</td> <td>NTP 334.086</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>Expansión en autoclave</td> <td>0.8%</td> <td>NTP 334.086</td> <td>3.3</td> </tr> </tbody> </table> | ENSAYO | VALOR | NORMAS DE ENSAYO | RESULTADO | Contenido de aire | 12% | NTP 334.086 | 2.2 | Superficie específica | 2,600 cm ² /g | NTP 334.086 | 2.0 | Expansión en autoclave | 0.8% | NTP 334.086 | 3.3 | | | | | | | | | | | | |
| | ENSAYO | VALOR | NORMAS DE ENSAYO | RESULTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Contenido de aire | 12% | NTP 334.086 | 2.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Superficie específica | 2,600 cm ² /g | NTP 334.086 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Expansión en autoclave | 0.8% | NTP 334.086 | 3.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ATRIBUTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Alta resistencia a los sulfatos Desarrolla resistencias mecánicas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANALISIS Y DISCUCION

UBICACIÓN

- Se consideró que la colocar la ubicación donde se realizaron la estabilización, que son las siguientes:

TESIS 1: Sector de San Luis (calle N°16) Chimbot
Fuente: Elaboración propia del trazo. Imagen obtenida de Google Earth (2020).



TESIS 2: Vía Santa Clemencia Chachapoyas
Fuente: Elaboración propia del trazo. Imagen obtenida de Google Earth (2020).



TESIS 2: Casco Urbano de Piura – Piura

Latitud: 5°10'33.2"S y Longitud: 80°38'00.7"W



Fuente: *Elaboración propia del trazo. Imagen obtenida de Google Earth (2020).*

- Se consideró realizar fichas técnicas para sustraer los resultados de cada uno de ellas de acuerdo a los materiales utilizados, que obtuvieron las tres tesis que fueron seleccionadas para realizar esta investigación, cabe resaltar que es de elaboración propia y fue revisada por un ingeniero.
- También se consideró realizar una Guía de preguntas, donde podremos discutir los resultados que obtuvieron las tesis eso podrán encontrar en anexos.

1.0 CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

De acuerdo al Art. 12 del Reglamento del cultivo de arroz, es obligatoria la eliminación o quema de rastrojos o malezas de los campos y el plazo será establecido en coordinación con la SENASA; la quema de rastrojos y malezas se deberá llevar cabo dentro de los 30 días naturales, después de la cosecha.

Como se mencionó anteriormente la CCA puede ser obtenida mediante tres (03) métodos de calcinación:

Calcinación a campo abierto: La cáscara es reducida a ceniza de forma sencilla, realizándose en recintos circulares de ladrilla con un diámetro aproximado de 16 m y una altura promedio de 2.5m por pila. La cáscara incinerada es separada cada cierto tiempo, visualizándose una ceniza de color negro.

Mediante este método la temperatura no es controlada.

Calcinación en hornos (circulares o cuadrados): Los hornos empleados por esta técnica presentan ladrillos los que se disponen alternadamente, para que de esta forma permita el ingreso del aire hacia el interior; su chimenea se prolonga hasta la base horno y está fabricada con una malla fina de alambre que posibilita que el aire fluya y evita el ingreso de la ceniza.

Calcinación en lecho fluido: Esta técnica consiste en un horno que incluye una cámara de combustión de acero inoxidable y un lecho fluido (partículas no combustibles) donde el aire es abastecido a través de un plato perforado que se ubica en la base de la cámara.

El lecho fluido empleado es precalentado a 500 °C, luego se inicia la alimentación de la cáscara por medio de un alimentador de tornillo, obtenida la ceniza termina el calentamiento del dispositivo eléctrico.

| NOMBRE DE TESIS | SIGLA |
|---|-------|
| “Estabilización de un suelo en el sector de San Luis (calle 16) con la sustitución del 8% (5% de cemento y 3% ceniza de cascara de arroz)” | A |
| “Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la Vía Santa Clemencia - Chachapoyas” | B |
| Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas. | C |

1.1 LUGAR DONDE FUE COSECHADO

| TESIS | LUGAR DONDE FUE COSECHADO |
|----------|--|
| A | Para los residuos de la cascará de arroz la población estará constituida por los molinos que generan este tipo de desecho cuando extraen el grano de arroz, además debemos considerar que existen molinos en Chimbote, pero escogimos el Molino Díaz que se encuentra en Cambio Puente - Chimbote – Ancash. |
| B | La cascarilla fue obtenida de “Molindustrias El Chimbotano SAC”; llegado al lugar se realizó las coordinaciones con el capataz de turno el día de la quema de la cascarilla de arroz, para poder regresar a la mañana siguiente y recoger la ceniza |
| C | En Piura, la empresa Costeño Alimentos S.A.C., produce aproximadamente 17 mil toneladas de arroz por temporada, lo que da un total de producción de 34 mil toneladas de arroz al año. Las cáscaras de arroz son el principal subproducto agroindustrial, lo que supone un promedio de 1,36 mil toneladas de ceniza al año. |

1.2 LA FORMA DE LIMPIEZA DE LA CÁSCARA DE ARROZ

| TESIS | LIMPIEZA DE CASCARA DE ARROZ |
|----------|--|
| A | La forma de limpieza que realizaron en esta tesis fue con una malla de organza, lo cual se encontró palitos, hierbas y pajillas. |
| B | La forma de limpieza que realizaron en esta tesis fue tamizar por medio de la malla N° #200, en la cual se encontró pajas y palitos. |
| C | La forma de limpieza que realizaron en esta tesis fue tamizar por medio de la malla N° # 100. |

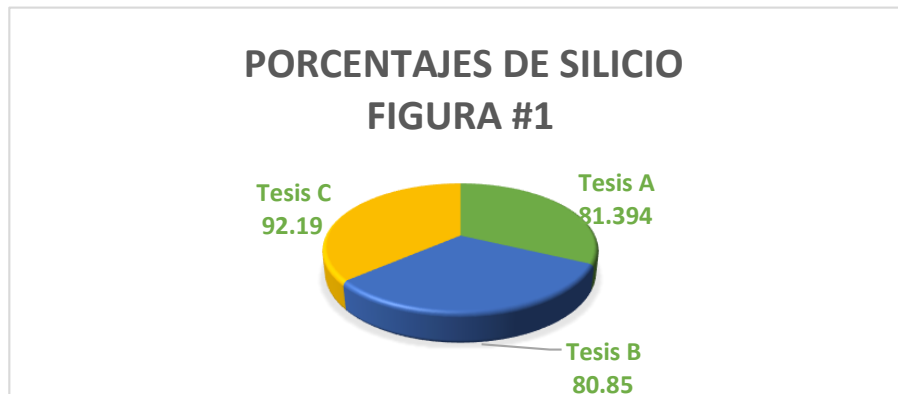
1.3 ¿CUÁL ES LA MEJOR OPCIÓN PARA LA CALCINACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ?

| TESIS | MÉTODO DE CALCINACIÓN CCA |
|-------|--|
| A | El método que utilizaron en esta tesis fue de forma artesanal donde se usaron es una briqueta, olla de barro y una cuchara de palo; todo esto se hizo al aire libre. |
| B | El método fue calcinación por horno industrial que está ubicada en el molino donde fue extraído. |
| C | El método fue calcinación por horno industrial tipo Kepler Werber que está ubicada en el molino donde fue extraído. |

- Respondiendo a la pregunta el método que utilizaron en la tesis “B y C”, son las más adecuadas puesto que dará mejor resultado al momento de realizar un ensayo de FRx y Barrido, que nos brinda los componentes químicos de la ceniza de cascará de arroz.

1.4 ¿CUÁNTO DE PORCENTAJE ENCONTRAMOS DE SILICIO?

| TESIS | PORCENTAJE DE SILICIO |
|-------|---|
| A | Se obtuvo como resultado Silicio = 81.394 |
| B | Se obtuvo como resultado Silicio = 80.85 |
| C | Se obtuvo como resultado Silicio = 92.19 |



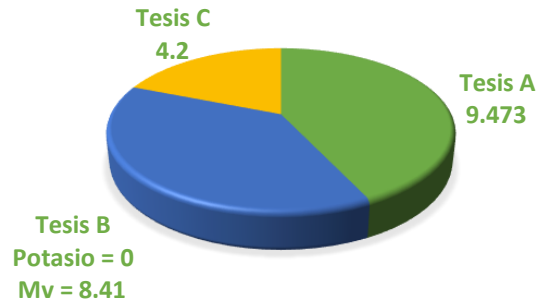
En la figura # 1 podemos observar los resultados del análisis comparativo con respecto al porcentaje de Silicio se realizaron ensayo de FRx a las tesis A y C, a diferencia de la tesis B que utilizaron el ensayo el Barrido. Con respecto a la tesis C se observa un mejor resultado esto nos lleva concluir que todo el tipo de proceso que se realizó a la cascara de arroz es el más adecuado ya sea en su forma de calcinación y cosecha, a diferencia de las tesis A y B.

1.5 ¿QUÉ CANTIDAD DE POTASIO SE ENCUENTRA EN LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ?

| TESIS | CANTIDAD DE POTASIO |
|----------|---|
| A | Se obtuvo como resultado Potasio = 9.473 |
| B | No se encontró Potasio = 0, pero si Material Volátil = 8.41 |
| C | Se obtuvo como resultado Potasio = 4.20 |

PORCENTAJE DE POTASIO

FIGURA #2



En la figura # 2 podemos observar que en las tesis C y A se encontraron restos de potasio, sabemos que el potasio no es buen por su pH es muy acido, a diferencia de la tesis B porque no se encontró potasio, pero si material volátil. Cabe mencionar que esto se encontró en los resultados de los ensayos de FRx y el Barrido en la cual nos brinda los componentes químicos de la ceniza de cascara de arroz.

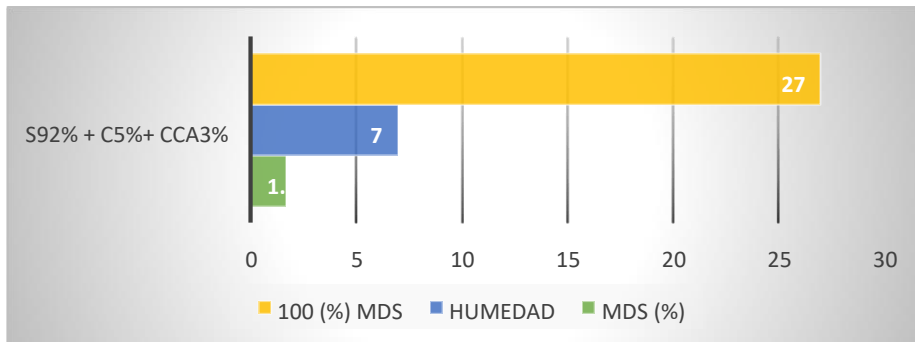
1.6 ¿CUÁL ES EL PORCENTAJE MÁS ADECUADO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ PARA REALIZAR LA ESTABILIZACIÓN?

| TESIS | PORCENTAJE MAS ADECUADO PARA LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ |
|-------|--|
| A | Se realizó la siguiente combinación S92% + C5% + CCA3% |

| | |
|----------|--|
| B | <p>Se realizó las siguientes combinaciones</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>S74% + C6% + CCA20%</p> <p>S76% + C4% + CCA20%</p> <p>S78% + C2% + CCA20%</p> <p>S84% + C6% + CCA10%</p> <p>S86% + C4% + CCA10%</p> <p>S88% + C2% + CCA10%</p> <p>S89% + C6% + CCA5%</p> <p>S91% + C4% + CCA5%</p> <p>S93% + C2% + CCA5%</p> </div> |
| C | <p>Se realizó las siguientes combinaciones</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>SN - 100% + 0% + 0%</p> <p>SCZ 1 - 91% + 4% + 5%</p> <p>SCZ 2 - 86% + 4% + 10%</p> <p>SCZ 3 - 81% + 4% + 15%</p> </div> |

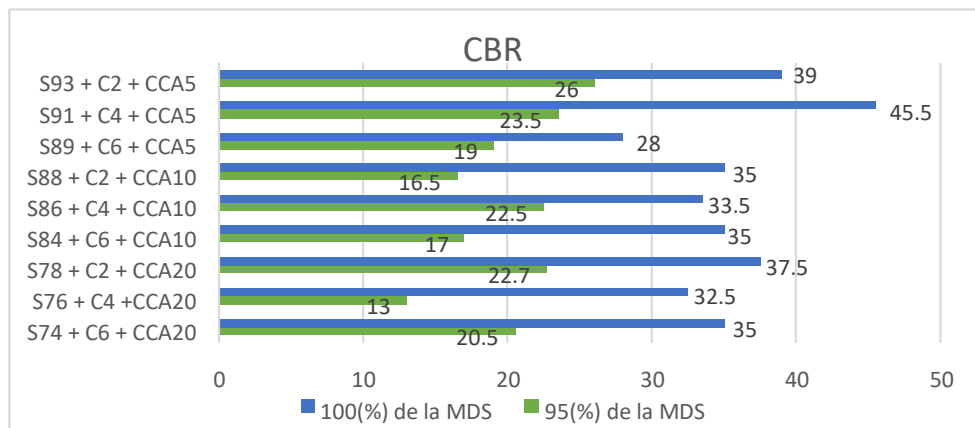
- Para la tesis A se sabe el tipo de combinación que se utilizó, a diferencia de las tesis B Y C por lo cual empezaremos a estudiarlos individualmente para así seleccionar solo una combinación para cada tesis, y así proceder a evaluar cuál es el porcentaje más adecuado de ceniza de cascara de arroz para lograr una estabilización.

➤ figura # 3 de la tesis A



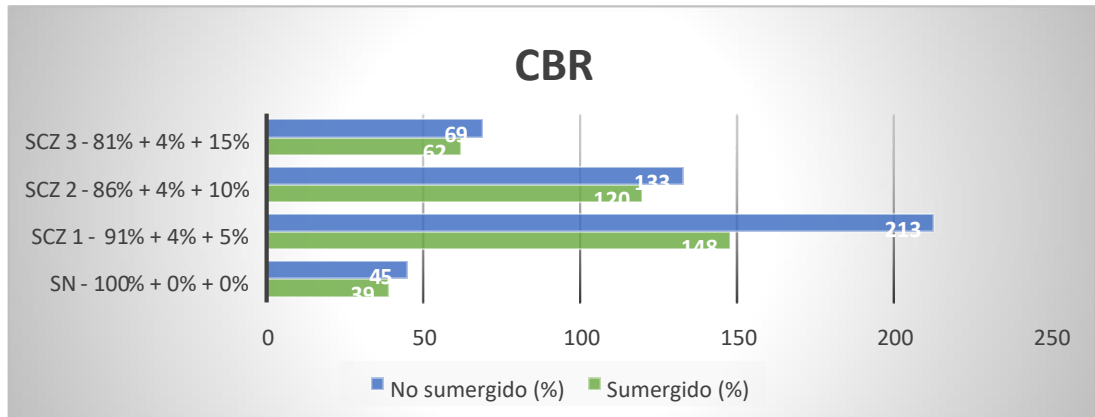
En la figura # 3 podemos observar que la máxima densidad seca del suelo arenoso fue 1.708 gr/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 7.0; la expansión de suelo arenoso sin tratar fue de 0.0%. La resistencia al corte del suelo arenoso, al 100% de la máxima densidad seca, fue 27 lb/pulg² (2.7%).

➤ figura # 4 de la tesis B



En la figura #4 se observa los CBR al 95% y 100 % de la MDS, esta grafica nos ayudara a decidir cuál de las combinaciones es la más adecuada para realizar la estabilización a nivel sub rasante. Es decir que de acuerdo a la tesis B consideró que la combinación S93 + C2 + CCA5 por que tiene el valor más alto al 95% de la MDS por ello se usara en el proceso de estabilización.

figura # 5 de la tesis C



- En la figura # 5 se observa que en el suelo natural (SN) presenta baja su capacidad de soporte. Con respecto a los valores no sumergidos son mayores a las sumergidas esto quiere decir que el contenido del cemento es insuficiente para lograr un buen adherente entre sus partículas y las partículas de del agua deja el material más suelto quitándole estabilidad. Entonces a medida que se incrementa la cantidad de ceniza de arroz el valor de CBR disminuye, este descenso se debe a la máxima densidad seca, es decir la ceniza de cascara de arroz tiene baja densidad; menor peso en relación a su volumen. Con respecto a la combinación escogida es SCZ 3 – 81% + 4% + 15% con una dosis mínima de cemento, sin que descalifique al suelo para ser usado como una sub rasante excelente.

2.0 SUELO ARENOSO

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla (*Roldan, 2009*).

La estabilización del suelo también es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su índice de plasticidad. Tipos de estabilización:

➤ Estabilización Física:

Este se utiliza para mejorar el suelo produciendo cambios físicos en el mismo. Hay varios métodos como lo son: Mezclas de Suelos.

➤ Estabilización Mecánica:

Es aquella con la que se logra mejorar considerablemente un suelo son que se produzca reacciones químicas de importancia.

➤ Estabilización Química:

Se refiere principalmente a la utilización de ciertas sustancias químicas patentizadas y que cuyo uso involucra la sustitución de iones metálicos y cambios en la construcción de suelos involucrados en el proceso.

2.1 PROCESO DE LIMPIEZA Y SECADO DEL SUELO EN SU ESTADO NATURAL

| TESIS | CALICATAS | PROCESO DE LIMPIEZA |
|-------|-------------|---|
| A | C-01 y C-02 | Se extendió una manta y se secó el suelo al aire libre. Se procedió a tamizar encontrando restos de raíces, piedras. |
| B | C-01 y C-07 | Se encontró una mezcla de materia orgánica e inorgánica. No se realizó ningún tipo de secado. |
| C | C-01 | Se tamizado N° 4, se encontró materia orgánica. Se secó el suelo al aire libre. |

- Observamos que casi siempre se usa el tamizado para limpiar la arena que se sustrae de las calicatas, y así tener una idea del tipo de terreno estamos trabajando para lograr una estabilización. A diferencia del secado puesto que algunos desean trabajar con el material tal cual lo encuentran, porque en algunos casos aparentemente no se encuentra humedad.

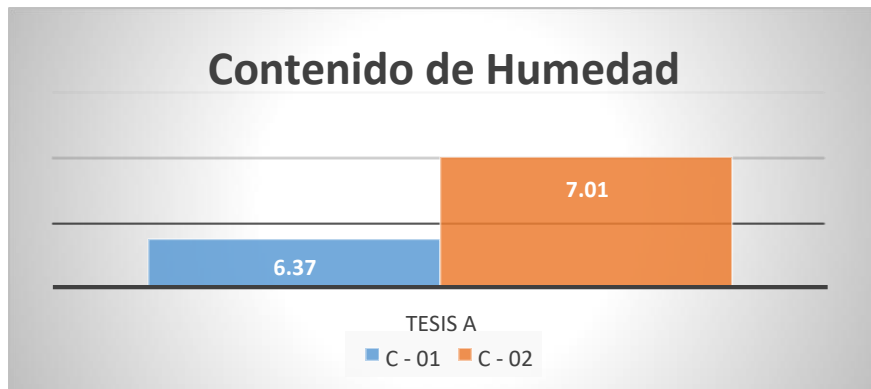
2.2 ¿EL CONTENIDO DE HUMEDAD SERÁ EL ADECUADO?

| TESIS | CALICATAS | CONTENIDO DE HUMEDAD |
|-------|-----------|----------------------|
| A | C- 01 | 6.37 |
| | C- 02 | 7.01 |
| B | C- 01 | 2.832 |
| | C- 02 | 2.763 |
| | C- 03 | 2.821 |
| | C- 04 | 2.821 |
| | C- 05 | 2.68 |

| | | |
|---|------|-------|
| | C-06 | 2.751 |
| | C-07 | 2.734 |
| C | C-01 | 2.734 |

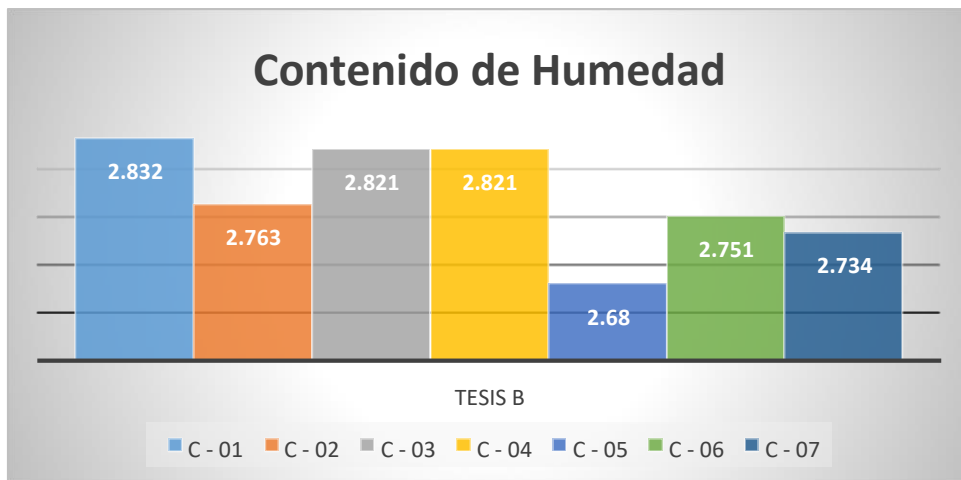
- Observamos que los resultados del Contenido de Humedad son diferentes casi en todas las calicatas. Lo que se consideró para este ensayo fue Norma ASTM D - 2216, MTC E108

figura # 6 de la Tesis A



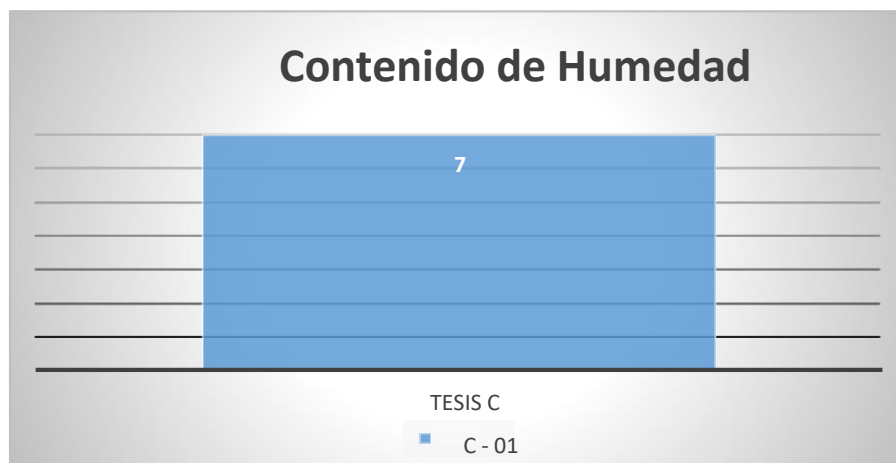
En la figura # 6 observamos el contenido de humedad de la muestra tomada de la tesis A. Con respecto a la calicata 01 nos da como resultado 6.37 es decir que su contenido es menor. A diferencia de la calicata 02 con un resultado de 7.01.

figura # 7 de la Tesis B



En la **figura # 7** podemos observar el contenido de humedad de la muestra tomada de la tesis B. Con respecto a las calicatas 01,03 y 04 nos damos cuenta que redondeando los resultados llegan a los 2.8 %. A diferencia de las calicatas 02,06 y 07 si lo redondeamos dan un resultado de 2.7%. A diferencia de la calicata 05 que tiene como resultado 2.68% es decir que su contenido es menor.

figura # 8 de la Tesis C



En la **figura # 8** podemos observar el contenido de humedad de la muestra de la tesis C. Con respecto a la calicata 01 nos da como resultado que tiene 7% diferencia de la tesis B que sus resultados no superan el resultado de 2.832%.

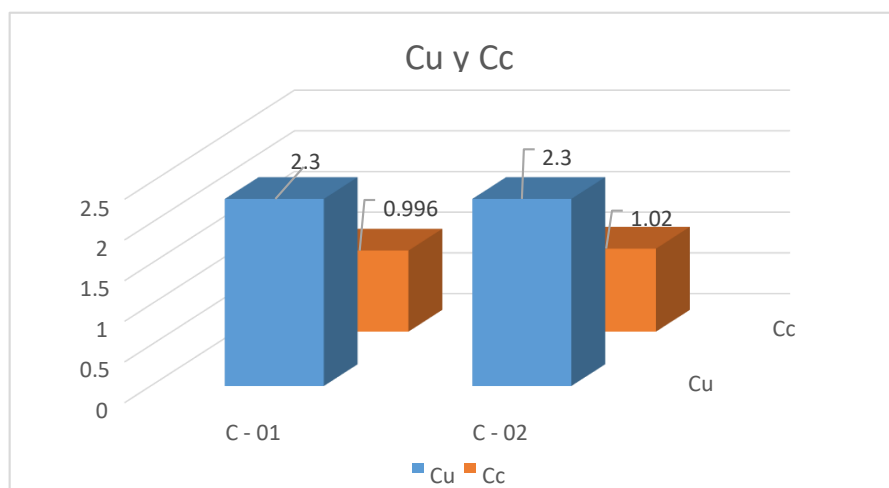
**2.3 EN EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO LOS VALORES Cu Y Cc.
REVISAR SI ESTÁN DE ACUERDO A NORMA.**

| TESIS | CALICATAS | Cu | Cc |
|-------|-----------|------|-------|
| A | C- 01 | 2.3 | 0.996 |
| | C- 02 | 2.3 | 1.02 |
| B | C- 01 | 0 | 0 |
| | C- 02 | 62.5 | 0.1 |
| | C- 03 | 3.4 | 1 |
| | C- 04 | 3.3 | 1 |
| | C- 05 | 2.6 | 1.4 |
| | C- 06 | 0 | 0 |
| | C- 07 | 0 | 0 |
| C | C- 01 | 2.3 | 1.5 |

Observamos que los resultados de Cu y Cc son diferentes casi en todas las calicatas.

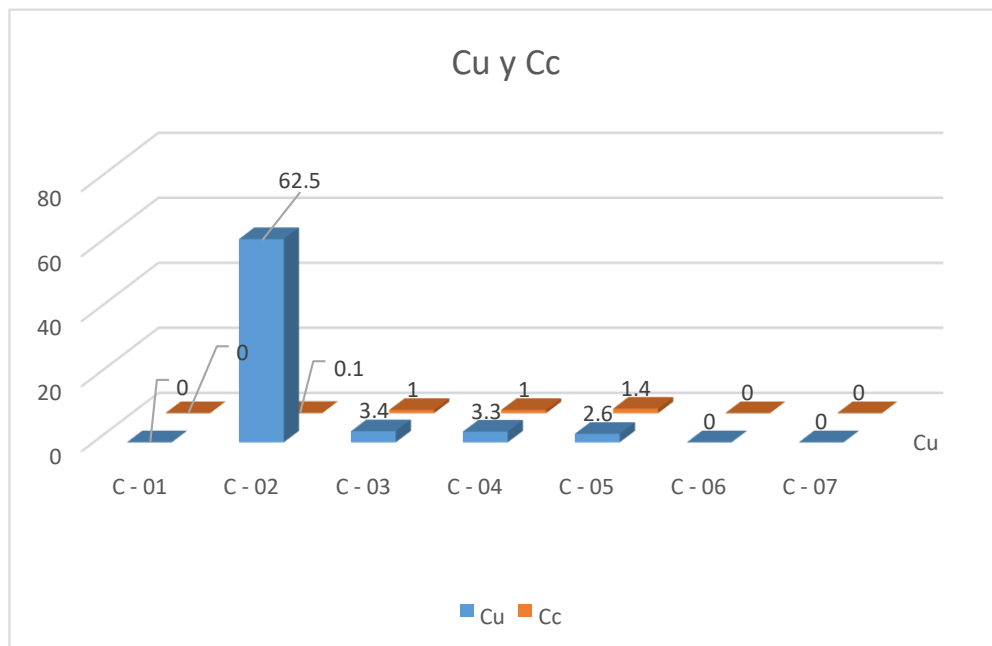
Lo que se consideró para este ensayo fue Norma ASTM D - 422, MTC E107.

figura # 9 de la Tesis A



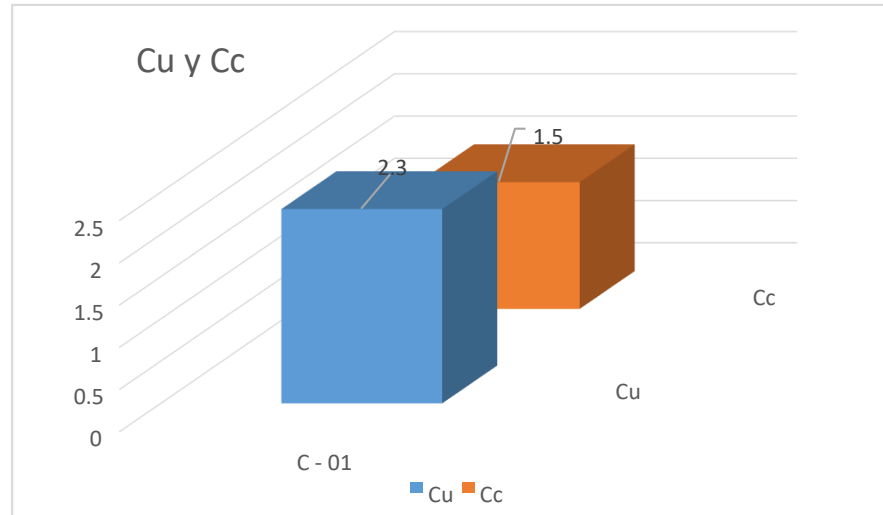
En la **figura # 9** observamos los Coeficiente de Uniformidad y Coeficiente de Curvatura. Con respecto a la calicata 01 tenemos como resultado (Cu) de 2.3 y (Cc) de 0.996. A diferencia de la calicata 02 presento como resultado (Cu) de 2.3 y (Cc) de 1.02.

figura # 10 de la Tesis B



En la **figura # 10** observamos los Coeficiente de Uniformidad y Coeficiente de Curvatura. Con respecto a la calicata 01, 06 y 07 no presento (Cu) de 0 y (Cc) de 0. A diferencia de la calicata 02 presento como resultado (Cu) de 62.5 y (Cc) de 0.1, y la calicata 03 presento como resultado (Cu) de 3.4 y (Cc) de 1, la calicata 04 presento como resultado (Cu) de 3.3 y (Cc) de 1, la calicata 05 presento como resultado (Cu) de 2.6 y (Cc) de 1.4.

figura # 11 de la Tesis C



En la figura # 11 observamos los Coeficiente de Uniformidad y Coeficiente de Curvatura. Con respecto a la calicata 01 tenemos como resultado (Cu) de 2.3 y (Cc) de 1.5.

2.4 TIPO DE SUELO DE ACUERDO AAHSTO Y S.U.C.S

- Lo que se consideró para este ensayo fue Norma ASTM D - 422, MTC E107.

| TESIS | CALICATAS | AAHSTO | S.U.C.S |
|-------|-----------|--------|---------|
| A | C- 01 | A - 3 | SP |
| | C- 02 | A - 3 | SP |

| | | | |
|---|-------|-----------|---------|
| B | C- 01 | A - 4 | CL |
| | C- 02 | A - 1 - b | SP - SM |
| | C- 03 | A - 3 | SP - SM |
| | C- 04 | A - 3 | SP - SM |
| | C- 05 | A - 3 | SP - SM |
| | C- 06 | A - 3 | SP - SM |
| | C- 07 | A - 3 | SP - SM |
| C | C- 01 | A - 3 | SP - SM |

- En el cuadro podemos observar que los resultados de AAHSTO son iguales en las tesis A y C, es decir que siguiendo con la clasificación el material granular es de excelente a bueno como arena fina. A diferencia de la tesis B que existe dos calicatas (C-01 Y C-02) que tienen diferente clasificación, pero no lo consideraremos puesto que no es el tipo de suelo que estamos estudiando.

- En el cuadro podemos observar que los resultados de S.U.C.S, con respecto a la tesis A podemos decir que su clasificación es de un suelo de partículas gruesas, pero arena limpio. A diferencia de la tesis B y C que son casi iguales en los resultados puesto que su clasificación es de arena sin finos, pero si nos damos cuenta en la tesis B (calicata 01) nos dice que su suelo es arcilla y limosa; por su tipo de clasificación no lo consideraremos para este estudio.

2.5 ¿CUÁL ES LA COMBINACIÓN QUE TUVIERON UN CONTENIDO ÓPTIMO?

| TESIS | COMBINACIONES |
|--------------|------------------------|
| A | S92% + C5% + CCA3% |
| B | S93% + C2% + CCA5% |
| C | SCZ 3 – 81% + 4% + 15% |

- En el cuadro observamos las combinaciones de las tesis A, B y C, es decir que luego de una serie de ensayos estas combinaciones resultaron satisfactorias. De acuerdo a esto sabemos los porcentajes que fueron considerados al desarrollar la estabilización.

2.6 ¿EN EL ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO QUE PODEMOS EXPRESAR DE ELLOS?

| TESIS | CALICATAS | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO |
|--------------|------------------|-----------------------|------------------------|
| A | C-01 | NP | NP |
| | C-02 | NP | NP |
| B | C-01 C-02 | 27.28 | 19.16 |
| | hasta C-07 | NP | NP |
| C | C-1 | NP | NP |

- En el cuadro podemos observar que el Límite de Líquido y Límite Plástico se realizaron de acuerdo a norma MTC E110 y E111 no se encontró mucha actividad, es decir que en la tesis A y C no presenta ningún resultado puesto que son Arena. A diferencia de la tesis B que solo presenta en la calicata 01 el resultado (LL) de 27.28 y (LP) de 19.16; pero como sabemos que esta calicata no es considerada puesto que no pertenece a lo que estamos estudiando.

2.7 ¿EN EL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO CUMPLE CON LA NORMA?

| TESIS | PROCTOR MODIFICADO | | |
|-------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | CALICATAS | Contenido de humedad (%) | Densidad máxima (g/cm ³) |
| A | (C-01) | 7.01 | 1.708 |
| | (C-02) | 6.37 | 1.681 |
| B | (C-01) | 7.538 | 1.66 |
| | (C-02) | 5.54 | 2.049 |
| | (C-03) | 7.90 | 1.809 |
| | (C-04) | 8.31 | 1.812 |
| | (C-05) | 6.45 | 1.689 |
| | (C-06) | 9.60 | 1.725 |
| | (C-07) | 6.85 | 1.778 |
| C | (C-01) | 10.5 | 1.64 |

- ❖ En el cuadro podemos observar los resultados de los ensayos de Proctor Modificado según la norma MTC E117. Los cuales arrojaron los resultados que vemos, se realizara un análisis comparativo por tesis.
- ❖ En la tesis A podemos observar que los resultados del ensayo de Proctor modificado, con respecto a su contenido de humedad las calicatas 01 y 02 se utilizara el mayor que es 7.01 y con respecto a la densidad máxima también se utilizara el mayor que es 1.708.
- ❖ En la tesis B podemos observar que los resultados del ensayo de Proctor modificado, con respecto a su contenido de humedad las calicatas 06 como la calicata 07 se utilizara el mayor y con respecto a la densidad máxima también se utilizara el mayor que se obtiene de la calicata 02.

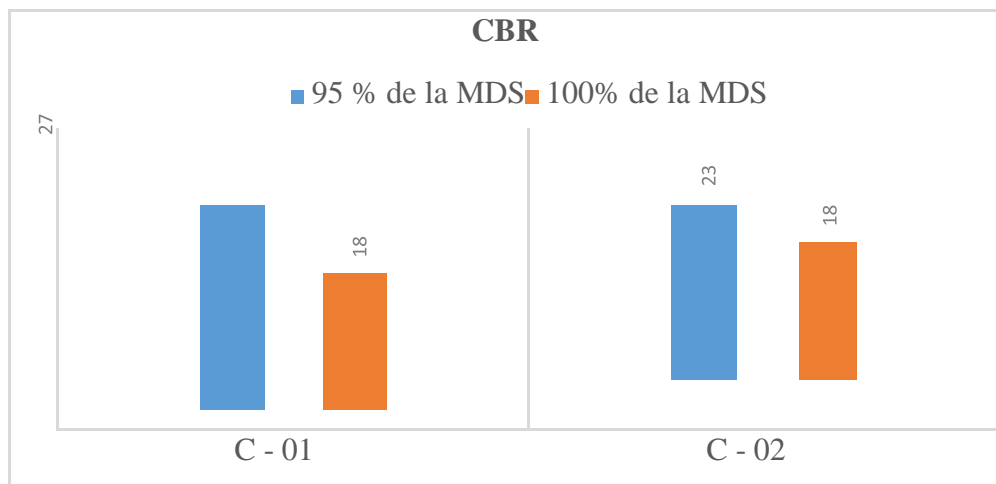
- ❖ En la tesis C podemos observar que los resultados del ensayo de Proctor modificado, con respecto a su contenido de humedad las calicatas 01 se utiliza el mayor que es 10.5 y con respecto a la densidad máxima también se utilizara el mayor que es 1.64.

2.8 ¿EN EL ENSAYO CBR CUMPLE CON LA NORMA?

| TESIS | CBR | | |
|-------|-----------|---------------|----------------|
| | CALICATAS | 95% de la MDS | 100% de la MDS |
| A | C-01 | 27 | 18 |
| | C-02 | 23 | 14 |
| B | C-01 | 10 | 14 |
| | C-02 | 18.5 | 28 |
| | C-03 | 11.7 | 22.3 |
| | C-04 | 12 | 20.4 |
| | C-05 | 14 | 21.5 |
| | C-06 | 12.3 | 21.5 |
| | C-07 | 12.6 | 22.9 |
| C | C-01 | 39 | 45 |

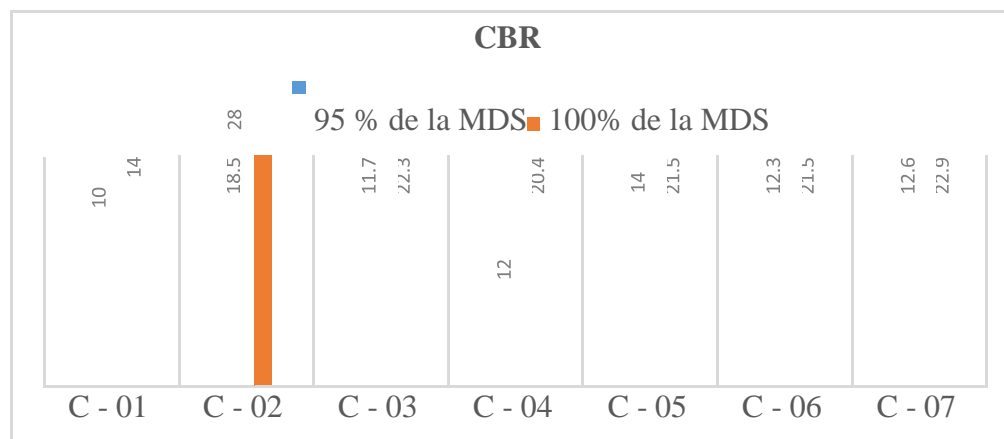
En el cuadro se puede observar los resultados del CBR de las tesis, lo que se consideró para este ensayo fue Norma ASTM D - 1883, MTC E132.

figura # 12 de la Tesis A



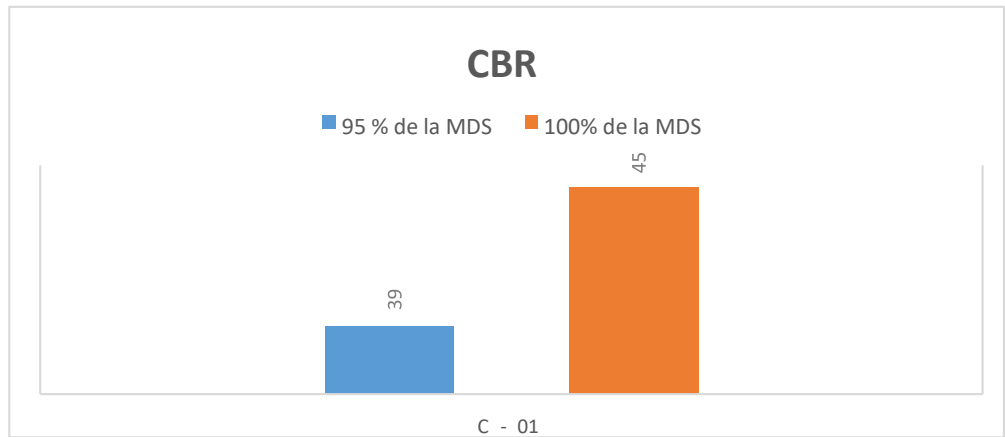
En la figura # 12 observamos los resultados obtenidos del ensayo de CBR, con respecto a la calicata 02 observamos que sus valores bajos a diferencia de la calicata 01; es decir que se procedió a realizar la estabilización en ese tramo.

figura # 13 de la Tesis B



En la figura # 13 observamos los resultados obtenidos del ensayo de CBR, con respecto a la calicata 01 observamos que sus valores bajos a diferencia de las demás; es decir que se procedió a realizar la estabilización en ese tramo.

➤ *figura # 14* de la Tesis C



En la figura # 14 observamos los resultados obtenidos del ensayo de CBR, con respecto a la calicata 01 podemos decir que se procedió a realizar la estabilización en ese tramo.

3.0 CEMENTO

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

En la estabilización de suelos con cemento, se mejora las propiedades mecánicas del suelo y es adecuado para tratar suelos finos, siempre y cuando no sean ni muy plásticos ni muy húmedos, porque requerirá un contenido tan elevado de cemento para lograr los resultados esperados, que lo volverían muy costoso y nada rentable. A esto se suma la reacción desfavorable que genera el contenido de materia orgánica por su gran avidez de captar a los iones de calcio liberados en la reacción del cemento dificultando su acción aglutinante. Asimismo, la presencia de sulfato es desfavorable por cuanto priva al cemento de agua para mejorar su comportamiento mecánico (Londoño, 2011).

Entre las principales propiedades que se logran en un suelo granular al ser estabilizado con cemento, están: la reducción de la sensibilidad al agua, un aumento considerable de su resistencia a las deformaciones y un incremento de resistencia a la tracción. Los suelos granulares adecuados para ser estabilizados con cementos son los A-1, A-2 y A-3, según la clasificación AASHTO. Estos suelos corresponden con suelos arenosos con poco o nada de finos no plásticos.

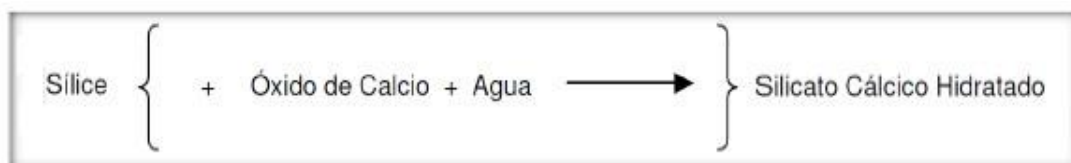
3.1 ¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE EL CEMENTO TIPO I Y TIPO V?

TIPO I: Es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifique la utilización de otro tipo (Pavimentos, entre otros). Libera más calor de hidratación que otros tipos de cemento.

TIPO V: Usado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos (Pavimentos, entre otros). La alta resistencia a los sulfatos de este cemento se atribuye al bajo contenido de aluminato tricálcico, no excediendo el 5%. El uso de baja relación materiales cementantes y baja permeabilidad son fundamentales para el buen desempeño de cualquier estructura expuesta a los sulfatos.

3.2 ¿QUÉ TIPO DE AYUDA BRINDA EL CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN?

- De acuerdo a la tesis A nos dice que la reacción puzolánico, consiste justamente en la solubilización de los compuestos de sílice y alúmina amorfos o débilmente cristalizados en un medio altamente alcalino como el creado por una solución de hidróxido de calcio, generándose aluminosilicatos dicálcicos y tricálcico similares a los obtenidos en el fraguado del cemento portland. Es decir que es un proceso natural de formación de cemento. Esta reacción es irreversible y puede escribirse esquemáticamente del siguiente modo:



- Finalmente, al comparar los valores de expansión y de resistencia al corte obtenidos mediante el ensayo de C.B.R., se observó que el suelo arenoso sin tratar presentó una expansión de 0.0%.
- De acuerdo a la tesis C nos dice que Este suelo corresponde con una arena pobremente graduada con limo (SP-SM) en el sistema de clasificación SUCS y un suelo A-3 en el sistema de clasificación AASTHO.
- En general, carece de propiedades plásticas. Esto significa que no tiene firmeza, sus partículas no tienden a juntarse ni adherirse como los suelos cohesivos y se encuentra propenso a derrumbes y asentamientos debido a que estas partículas tienden a reordenarse al experimentar una fuerza de penetración. Por su finura se espera que tenga un requisito de cemento elevado, aunque la ausencia de finos puede ser favorable.

3.3 ¿CUÁL FUE EL PORCENTAJE MÁS ADECUADO?

- En el caso de la tesis A se consideró adicionarle el 3% de cemento para ayudar al aumento en la resistencia se debe al nuevo ordenamiento de las moléculas de la arena que dejan la forma laminar para adquirir una distribución desordenada pero que permite la fricción entre las partículas y una mayor resistencia ante las cargas impuestas.
- En el caso de la tesis C se consideró adicionarle el 4% de cemento a las mezclas de suelo con ceniza de cáscara de arroz, de acuerdo con la Tabla 1, no se estaría hablando de suelo - cemento, ni de estabilización, debido a que el porcentaje de

cemento se encuentra fuera del rango de requerimiento para este tipo de suelo.

4.0 CAL

La cal tiene puede tener diversos campos de aplicación, dependiendo del objetivo. La cal es el agente estabilizador más usado por su versatilidad en el manejo y aplicación y también por su bajo costo. Un suelo tratado con cal modifica las propiedades físicas del suelo de manera permanente, busca la disminución de la plasticidad del suelo, la contracción lineal y la resistencia a la compresión. Siendo las características del suelo el que va a determinar la cantidad de cal a emplearse.

En la combinación de suelo-cal, se producen dos partes en la primera parte se producen dos reacciones rápidas: floculación e intercambio iónico. La mayor parte de cal para el tratamiento de suelo, se usa en la construcción de carreteras, obteniéndose una capa de asiento estable y durable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones del clima. Generalmente es suficiente entre 1% y 4% para secar áreas húmedas y luego proceder las actividades de construcción.

Ejecución de la Estabilización con Cal In Situ

- A. Escarificación: Para lograr estabilizar el suelo se debe escarificar a la profundidad y homogeneidad de mezclado requerido, haciendo uso de una motoniveladora.

- B. Riego del suelo: Sobre el suelo esponjado y humedecido, el óxido de calcio, según cae, se quedará adherida, esto evitará el riesgo de que las cenizas se dispersen por el viento, y comenzará a actuar de inmediato sobre el suelo.
- C. Mezclado y extendido de la cal: Se realiza la mezcla de la cal con el material a estabilizar haciendo uso de una motoniveladora, para lograr una mezcla homogénea, es decir cuando el suelo ya no tenga presencia de grumos de cal y tenga un mismo color.
- D. Compactado y acabado de la superficie de la capa: Posterior al mezclado y extendido se realizará el compactado y se dará por terminado este procedimiento cuando se alcance el grado de densidad igual o mayor al 95%.
- E. Curado: El tiempo de curado deberá ser de 3 a 7 días para permitir su endurecimiento antes de colocar la correspondiente capa de afirmado, manteniendo la superficie en condiciones húmedas mediante un regado ligero y compactando.
- F. Control de calidad: Se realizará la prueba de Densidad de Campo, a fin de lograr una densidad media mayor al 95% de la Densidad Máxima que se obtuvo en el Ensayo de Proctor.

4.1 ¿TIPO DE CAL?

- De acuerdo a la tesis C me nos da a conocer que este tipo de cal desprende calor, aumentando notablemente de volumen aparente. Esta cal es también son llamadas aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire cuando entran en contacto con el agua, mejorando las características de los

materiales en donde se hace uso, y a mayor sea el plazo se aumenta su resistencia y consistencia, mejorando la trabajabilidad de los materiales y durabilidad de los materiales.

- La cal que se utilizó en la presente tesis fue adquirida en una tienda comercial y fue de la marca MARTELL, la cual en sus especificaciones menciona que es un compuesto formado de trazas de carbonato de calcio, hidróxido de calcio o bien una mezcla de carbonato de calcio y partículas de rocas disgregadas. Es de aspecto polvo granulado y su color varía entre un blanco humo a grisáceo. Es empleada en el mejoramiento de suelos. La cantidad de cal utilizada fue aproximadamente 10kg.

4.2 ¿CUÁL FUE EL PORCENTAJE MÁS ADECUADO PARA EL PROCESO DE ESTABILIZACIÓN?

- El porcentaje más adecuado es la siguiente combinación S93 + C2 + CCA5 la cual según los ensayos que se realizaron es la que tuvo mejor porcentaje al 95% de la MDS, es decir que adicionaron el 2 % de cal para conseguir una mejor estabilización.

Características del Tramo de Prueba

| Datos Técnicos | Descripción |
|------------------------|-----------------------------|
| Vía | Santa Clemencia-Chachapoyas |
| Clasificación | Trocha Carrozable |
| Dosificación | S93-C2-CCA5 |
| Largo Del Tramo | 6 metros |
| Ancho Del Tramo | 3 metros |
| Altura Del Tramo | 0.20 metros |
| Volumen Del Tramo | 3.6 metros ³ |
| Dosificación de cal | 158.63 gr. |
| Dosificación de CCA | 396.58 gr. |
| OCH (%) | 5.50 |
| CBR Al 95% De La MDS | 35.00 |
| EQUIPO DE COMPACTACIÓN | Plancha Compactadora |

Fuente: de la tesis *“Cal y Cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la vía santa clemencia - Chachapoyas”*

➤ Cantidades a Emplearse de Cal por m³

| Material | Cantidad |
|----------|------------------|
| Suelo | 1 m ³ |
| Cal | 35.70 gr. |

➤ Cantidades a utilizarse en todo el tramo de estudio

| Material | Cantidad |
|-----------------------------|---------------------|
| Suelo | 6600 m ³ |
| Cal | 235.62 kg. |
| Cenizas de Cascara de Arroz | 589.05 kg. |

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, puede observarse que:

1. De acuerdo con el análisis de FRx, la composición química de la CCA obtenida de las TESIS A Y C nos dice las condiciones que muestra son favorables, mostraron como principal componente al SiO₂ con resultados como 81.39 % y 92.19% en masa; pero también encontramos otros componentes como K₂O con resultados como 9.47 % y 4.20%, pero sabemos que el potasio no es bueno por su pH. A diferencia de la TESIS B que considero realizar un ensayo diferente llamado el Barrido, con este ensayo pudo obtener lo siguiente SiO₂ con resultado 80.85 % de masa; cabe resaltar que no presento el componente K₂O, pero si tuvo residuos de Mv (material volátil) con resultado de 8.41%.
2. Con respecto a las muestras de suelo que se recolecto para estabilizar se clasificaron en dos sistemas diferentes: S.U.C.S y AASHTO. En el caso de la TESIS A realizaron 2 calicatas de las cuales dio como resultado la siguiente clasificación A-3 es decir arena fina y SP es suelo limpio y con partículas gruesas en ambas calicatas. De acuerdo con la TESIS B podemos decir que las calicatas 01 y 02 no se consideraron en el estudio puesto no son de tipo arena, pero las calicatas 03, 04, 05, 06 y 07 en S.U.C.S son del tipo SP-SM es decir arenas sin finos y en AASHTO son del tipo A-3(0) es decir arena fina: excelente a bueno; cabe mencionar A diferencia de la TESIS C que podemos decir que la calicata 01 en S.U.C.S son del tipo A-3(0) es decir arena fina: excelente bueno y en AASHTO son tipo SP-SM arenas sin finos.

3. Con respecto al cemento y cal se utilizaron en pequeños porcentajes. En el caso de la TESIS A considerando un 3% de ceniza de cascara de arroz en el suelo arenoso, se usa una dosis de 4% de cemento (tipo I) que permite lograr la máxima capacidad de soporte respecto al suelo natural. Siguiendo con la TESIS B considero los siguientes porcentajes: un 5% de ceniza de cascara de arroz y un 2% de cal que permite lograr la máxima capacidad de soporte al suelo natural, A diferencia de la TESIS C que usó un 15% de ceniza de cascara de arroz y el 4% de cemento (tipo V) esto nos permite lograr la máxima capacidad de soporte respecto al suelo natural.

4. La incorporación de la ceniza de cascara de arroz para realizar una estabilización de acuerdo a las TESIS A, B, C llegan a una conclusión que es un material que suponen partículas pequeñas sin cohesión ni plasticidad, incrementando la necesidad de agua para conseguir la máxima densidad al mismo esfuerzo de compactación. Sabemos que la ceniza tiene una baja gravedad específica y mayor volumen a comparación de los materiales que se usaron en cada tesis.

Una de las ventajas que presenta el usar las cenizas de cascara de arroz es aprovechar los residuos agrícolas e industriales y así ayudamos a combatir la contaminación ambiental.

En cuanto a las limitaciones que presenta el uso de cascara de arroz que no se debe usar en grandes porcentajes puesto que sería perjudicial, ya que disminuye la capacidad portante de los suelos.

RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta el estudio comparativo que se realizó se recomienda utilizar la cascara de arroz que fue procesado (calcinado) por el horno del Molinero, puesto que este horno industrial tiene menos contaminación.
2. Quisiera recomendar que se debe recogerse ya quemado la cáscara de arroz del molinero; porque con sus hornos industriales tiene menos contaminación. Si lo diga es que después de realizarle los ensayos para obtener los componentes físicos se va obtener un mejor resultado.
3. Se recomienda utilizar otros porcentajes de cal y cemento que al ser mezclados con la ceniza de arroz se pueda evaluar sus propiedades y el comportamiento. También recordemos que al momento que estas realizando sus pruebas in situ el uso de un rodillo compactador o una plancha, demostrando así que obtiene un mejor resultado en el ensayo de cono de densidad.
4. Con respecto al trabajar con la ceniza de cascara de arroz se recomienda utilizar implementos de protección como mascarillas gruesas, camisas y guantes para evitar el contacto con la piel, porque son altamente abrasivas e irritan la piel.
5. Finalmente tener en cuenta que, si evaluamos el uso de las cenizas con un tratamiento previo, como una calcinación que la haga más reactiva, esto podría mejorar su potencial. Así mismo se puede extender esta evaluación con otro suelo y otros tipos de conglomerantes.

AGRADECIMIENTO

A DIOS: Por darme la vida y permitirme disfrutar a base de esfuerzo, logros tan importantes como este que quisiera dedicarle a mi hijo Bradley Manuel y a mi esposo Manuel Cesar Ballico Robles.

A MIS PADRES: Jaqueline Inca Sánchez y Bradley Castillo Cruzado, por sus consejos y enseñanzas, por la confianza y amor brindados, por su apoyo y comprensión, por estar siempre a mi lado. Gracias por su esfuerzo y dedicación, porque a través de ello me enseñaron a nunca darme por vencido ante los obstáculos que se presentan en la vida. Los quiero mucho.

A MIS HERMANOS: Bradley Castillo Inca y Carmen Castillo Inca, por los momentos compartidos, por ser mis amigos, por su apoyo, consejos, por sus exigencias, y porque cada uno es un estímulo de superación.

A MI TIO: Guillermo Inca Pereda, por su apoyo, consejos, comprensión y ayuda en los momentos difíciles; me ha enseñado a valorar lo que mis padres me brindan y a mejorar como persona y a tener perseverancia para conseguir mis objetivos.

A MIS ABUELOS: Juan Inca Zuñiga, Maximina Sánchez Velásquez, Carmen Cruzado y Juan Castillo Peláez por sus consejos y sabiduría entregados con mucho amor.

A MIS FAMILIARES: Con eterna gratitud y afecto, por brindarme su cariño y afecto, por transmitirme siempre mucha fortaleza para superar con valentía las adversidades que se presenten en este largo camino de la vida, pero sobre todo por aconsejarme y alentarme con este gran sueño.

Doy gracias especialmente agradecida con docentes el Ing. Rogelio Castañeda Gamboa que me han ayudado en todo momento. Ha corregido minuciosamente este trabajo y me ha dado la posibilidad de mejorarlo. Tengo que agradecer sus comentarios, direcciones, sugerencias y las correcciones con la que he podido elaborar una adecuada memoria de todo el trabajo realizado durante este tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alvarado, C., & Guerra, A. (2018). *Influencia de la adición de ceniza de cáscara de arroz activada alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo-sedimento en la provincia de Virú.*

Cuervo, H., & Barragán, C. (2019). *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso* (Doctoral dissertation).

Esquivel, G., & Gamez, M. (2019). *Cal y cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la vía Santa Clemencia-Chachapoyas.*

López, Y., & Rivera, E. (2019). *Evaluación de la resistencia al corte no drenado de un suelo fino mejorado con ceniza de cascarilla de arroz* (Bachelor's thesis, Universidad de Ibagué).

Mory, W. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosa.*

Vásquez, P., Mendoza, D., & Ospina, Y. (2018). *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante.*

ANEXO

| GUIA DE PREGUNTAS DE LOS MATERIALES | |
|-------------------------------------|---|
| 1.0 | CENIZA DE CASCARA DE ARROZ |
| 1.1 | ¿Influye el lugar donde se cosechó el arroz? |
| 1.2 | La forma de limpieza de la cáscara de arroz |
| 1.3 | ¿Cuál es la mejor opción para la calcinación de la cáscara de arroz? |
| 1.4 | ¿Cuánto de porcentaje encontramos de silicio? |
| 1.5 | ¿Qué cantidad de potasio se encuentra en los ensayos realizados a la ceniza de cáscara de arroz? |
| 1.6 | ¿Cuál es el porcentaje más adecuado de la ceniza de cáscara de arroz para realizar la estabilización? |
| 2.0 | SUELO ARENOSO |
| 2.1 | Proceso de limpieza y secado del suelo en su estado natural |
| 2.2 | ¿El contenido de humedad será el adecuado? |
| 2.3 | En el ensayo granulométrico los valores Cu y Cc revisar si estan de acuerdo a norma |
| 2.4 | Tipo de suelo de acuerdo AASTO y S.U.C.S |
| 2.5 | ¿Cuál es las combinacion que tuvieron un contenido óptimo? |
| 2.6 | ¿En el ensayo de limite liquido y limite plastico que podemos expresar de ellos? |
| 2.7 | ¿En el ensayo Proctor Modificado cumple con la norma? |
| 2.8 | ¿En el ensayo CBR cumple con la norma? |
| 3.0 | CEMENTO |
| 3.1 | ¿Cuál es la diferencia entre el cemento tipo I y tipo V? |
| 3.3 | ¿Qué tipo de ayuda brinda el cemento en la estabilización? |
| 3.4 | ¿Cuál fue el porcentaje más adecuado? |
| 4.0 | CAL |
| 4.1 | ¿Tipo de cal? |
| 4.2 | Cuál fue el porcentaje más adecuado para el proceso de estabilización |

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

| 1. Información del Autor | | | | |
|---|--|--|---|------------------------------------|
| Francis Solange Palacios Inca de Ballico | | 47192954 | solangepalaciosinca@gmail.com | |
| Apellidos y Nombres | | DNI | Correo Electrónico | |
| 2. Tipo de Documento de Investigación | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tesis | <input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional | <input type="checkbox"/> Trabajo Académico | <input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación | |
| 3. Grado Académico o Título Profesional ¹ | | | | |
| <input type="checkbox"/> Bachiller | <input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional | <input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad | <input type="checkbox"/> Maestría | <input type="checkbox"/> Doctorado |
| 4. Título del Documento de Investigación | | | | |
| Evaluación de la ceniza de cascara de arroz como estabilizador en suelos arenosos referidos. | | | | |
| 5. Programa Académico | | | | |
| Ingeniería Civil | | | | |
| 6. Tipo de Acceso al Documento | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² (info.eu-repo/semantics/openAccess) | <input type="checkbox"/> Acceso restringido ⁴ (info.eu-repo/semantics/restrictedAccess) ^(*) | | | |
| (*) En caso de restringido sustentar motivo | | | | |

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ⁶

| Lugar | Día | Mes | Año |
|----------|-----|-----|-----|
| Chimbote | 02 | 02 | 22 |




Firma

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 633-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso B.2
- Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM
- Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DEGC (Números 5.2 y 5.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otras. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales prestando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio AULICA".

Nota - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

Evaluación de la ceniza de cascara de arroz como estabilizador en suelos arenosos referidos

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Nacional del Santa

Trabajo del estudiante

2%

3

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

5

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad de Huanuco

Trabajo del estudiante

1%

7

repositorio.unesum.edu.ec

Fuente de Internet

1%

8

repository.upb.edu.co

Fuente de Internet

1%



| | | |
|----|---|-----|
| 9 | Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante | 1% |
| 10 | Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante | 1% |
| 11 | Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante | 1% |
| 12 | revistas.uss.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 13 | myslide.es Fuente de Internet | 1% |
| 14 | repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 15 | Submitted to Universidad de Burgos UBUCEV Trabajo del estudiante | 1% |
| 16 | repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 17 | documents.mx Fuente de Internet | <1% |
| 18 | repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet | <1% |
| 19 | Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante | <1% |



| | | |
|----|---|-----|
| 20 | Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante | <1% |
| 21 | ri.ues.edu.sv Fuente de Internet | <1% |
| 22 | www.cemex.com.pe Fuente de Internet | <1% |
| 23 | Submitted to Universidad Catolica San Antonio de Murcia Trabajo del estudiante | <1% |
| 24 | dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet | <1% |
| 25 | es.wikipedia.org Fuente de Internet | <1% |
| 26 | callingallinnovators.org Fuente de Internet | <1% |
| 27 | Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante | <1% |
| 28 | cuellarramosmiguel.blogspot.com Fuente de Internet | <1% |
| 29 | hdl.handle.net Fuente de Internet | <1% |
| 30 | repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet | <1% |



| | | |
|----|---|-----|
| 31 | repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 32 | www.ingenieracivil.com Fuente de Internet | <1% |
| 33 | Submitted to uniminuto Trabajo del estudiante | <1% |
| 34 | www.studocu.com Fuente de Internet | <1% |
| 35 | Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante | <1% |
| 36 | Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante | <1% |
| 37 | edoc.pub Fuente de Internet | <1% |
| 38 | futur.upc.edu Fuente de Internet | <1% |
| 39 | FERNANDO GARRIGÓS SANCHIS. "Estudios de degradación y alterabilidad de rocas blandas y su aplicación a la estabilidad de taludes en facies TAP dentro de la Comunidad Valenciana", Universitat Politecnica de Valencia, 2015 Publicación | <1% |



| | | |
|----|--|------|
| 40 | suelosustentable.cl Fuente de Internet | <1 % |
| 41 | repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 42 | riunet.upv.es Fuente de Internet | <1 % |
| 43 | docslide.us Fuente de Internet | <1 % |
| 44 | Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante | <1 % |
| 45 | Rodriguez de Sensale, G.. "Effect of rice-husk ash on durability of cementitious materials", Cement and Concrete Composites, 201010 Publicación | <1 % |
| 46 | de Sensale, G.R.. "Effects of RHA on autogenous shrinkage of Portland cement pastes", Cement and Concrete Composites, 200811 Publicación | <1 % |
| 47 | repository.ucatolica.edu.co Fuente de Internet | <1 % |
| 48 | worldwidescience.org Fuente de Internet | <1 % |
| 49 | UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE | <1 % |



MANABÍ. "VI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍAS: "INGENIERÍA PARA FORMAR UNA SOCIEDAD SOSTENIBLE"", Editorial Internacional Runaiki, 2019

Publicación

50

Submitted to Universidad Privada San Pedro

Trabajo del estudiante

<1%

51

Seyed Alireza Zareei, Farshad Ameri, Nasrollah Bahrami. "Microstructure, strength, and durability of eco-friendly concretes containing sugarcane bagasse ash", Construction and Building Materials, 2018

Publicación

<1%

52

creativecommons.org

Fuente de Internet

<1%

53

J. M. Mejía, R. Mejía de Gutiérrez, F. Puertas. "Ceniza de cascarilla de arroz como fuente de sílice en sistemas cementicios de ceniza volante y escoria activados alcalinamente", Materiales de Construcción, 2013

Publicación

<1%



Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 10 words

Excluir bibliografía

Activo