

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



**“Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de  
abanico con fines de pavimentación en el Centro Poblado San  
Dionisio, Distrito de Santa – Ancash”**

Informe de tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

**Salcedo Saavedra Iván Franklin**

Asesor:

**Solar Jara Miguel Ángel**

Código ORCID: 0000-0002-8661-418X

**Chimbote – Perú**

**2021**

**PALABRAS CLAVE:**

Tema:	Estabilización, subrasante, concha de abanico
Especialidad:	Estabilización

**KEYWORDS:**

Topic:	Stabilization, subgrade, fan shell
Specialty:	Stabilization

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Línea de Investigación</b>		<b>Transporte</b>
OCDE	Area	Ingeniería, Tecnología
	Sub-área	Ingeniería Civil
	Disciplina	Ingeniería de la Construcción

**TITULO:**

**“Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el Centro Poblado San Dionisio, Distrito de Santa – Ancash”.**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación que lleva por título: “Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el Centro Poblado San Dionisio, Distrito de Santa – Ancash” tuvo como objetivo central la evaluación del comportamiento de un suelo natural cuando se le adiciona cenizas de concha de abanico, es decir se usó la ceniza de concha de abanico como aditivo con la finalidad mejorar la estabilización de la subrasante. El objeto de estudio de esta investigación es la concha de abanico, el cual tuvo un tratamiento térmico y luego mecánico que permitió conseguir un material con la capacidad de mejorar las propiedades del suelo de la subrasante; la concha de abanico es un material de desecho que en la actualidad genera contaminación en los botaderos de disposición final y no se aprovecha su composición calcárea. Se realizaron estudios de suelos que permitieron comparar las propiedades mecánicas de un suelo natural y un suelo-ceniza con 2% y 4 % de adición. El CBR patrón en C-1 fue 1.742 y mejoró a 10.70 con 2% de adición y el CBR patrón en C-2 fue 1.792 y mejoró a 11.60 con 4% de adición y Lo cual permitió determinar que si es factible su uso de esta ceniza como material que mejora el comportamiento de un suelo natural.

## **ABSTRACT**

The present research work entitled: "Stabilization of the subgrade with fan shell ash for paving purposes in the San Dionisio Town Center, District of Santa - Ancash" had as its main objective the evaluation of the behavior of a natural soil when fan shell ash is added, that is, the fan shell ash was used as an additive in order to improve the stabilization of the subgrade. The object of study of this research is the fan shell, which underwent a thermal and then mechanical treatment that allowed us to obtain a material with the ability to improve the properties of the subgrade soil; The fan shell is a waste material that currently generates contamination in the final disposal dumps and its calcareous composition is not used. Soil studies were carried out that made it possible to compare the mechanical properties of a natural soil and a soil-ash with 2% and 4% addition. This made it possible to determine whether it is feasible to use this ash as a material that improves the behavior of a natural soil.

## INDICE

Tema	Página Nº
Palabras clave: en español e inglés – Línea de investigación	i
Título de la investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Introducción	01
Metodología	14
Resultados	17
Análisis y discusión	23
Conclusiones	25
Recomendaciones	26
Referencias bibliográficas	27
Anexos y apéndice	28

## Índice De Tablas

Tema	Página N°
Tabla N° 01: <i>Estabilización de suelos y taludes.</i>	10
Tabla N° 02: <i>Variable Dependiente.</i>	12
Tabla N° 03: <i>Variable Independiente.</i>	12
Tabla N° 04: <i>Técnicas e Instrumentos de Investigación.</i>	16
Tabla N° 05: <i>Ensayo de contenido de humedad de las muestras extraídas de las calicatas.</i>	17
Tabla N° 06: <i>Ensayo de Granulometría de la muestra extraída de la calicata 01.</i>	17
Tabla N° 07: <i>Ensayo de Granulometría de la muestra extraída de la calicata 02.</i>	19
Tabla N° 08: <i>Ensayo de Limites de Consistencia.</i>	20
Tabla N° 09: <i>Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR.</i>	21
Tabla N° 10: <i>Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR.</i>	22

## Índice de Figuras

Tema	Página N°
Figura N° 01: <i>Curva Granulometría de la muestra extraída de la calicata 01.</i>	18
Figura N° 02: <i>Curva Granulometría de la muestra extraída de la calicata 02.</i>	19

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1. Antecedentes y Fundamentación Científica**

### **A Nivel Internacional**

Owolabi, T.A, et all (2015) Department of Civil Engineering Afe Babalola University en su investigación que lleva por título “Performance Evaluation Of Snail Shell Powder As Partial Replacement For Unsuitable Soils”. Se planteo como objetivo general evaluar el desempeño de un material calcáreo como es el polvo de caracol cuando se usa como elemento químico de adición parcial del suelo cuyas condiciones son malas o inapropiadas en el campo deportivo de ABUAD. La evaluación efectuada abarca una evaluación de la gradación de las partículas, el porcentaje pasante de la malla # 200 BS representa el 61.88 % en la muestra que pertenece al suelo en estado natural. El suelo natural cuando se le adiciona polvo de cascara de caracol en 40%, tiene un porcentaje pasante de la malla # 200 BS que representa el 31.25%, la reducción que se produce en la muestra de suelo estabilizado o con adición material calcáreo. Respecto a los límites de Atterberg, a investigación encontró que los resultados fueron:

- En el suelo en estado natural se obtuvo un límite líquido del orden del 42.9%, el límite plástico del orden de 31.0 %, finalmente presenta un índice de plasticidad del orden de 11.9%, además el resultado de obtenido del límite de encogimiento permite afirmar que este suelo natural tiene un potencial para poder aumentar y disminuir su volumen (hinchamiento-contracción) en un porcentaje de 23.6%.
- En el suelo en estabilizado con material calcáreo: polvo de caracol, se obtuvo un límite líquido del orden del 22.8%, el límite plástico del orden de 15.2 %, finalmente presenta un índice de plasticidad del orden de 7.6%, además el resultado de obtenido del límite de encogimiento permite afirmar que este suelo estabilizado tiene menor potencial para poder aumentar y disminuir su volumen (hinchamiento-contracción) respecto que su 11.6%.

Los resultados de contenido de humedad del suelo natural y el suelo estabilizado con polvo de caracol son de 17.3 % y 5.4%, respectivamente. Respecto a los valores de CBR se tiene un 24.0% para la muestra del suelo en estado natural, y de 45% para la

muestra de suelo estabilizado con polvo de caracol. La máxima densidad seca (MDD) que presenta la muestra del suelo en estado natural es 1.53 Mg/m<sup>3</sup> y su contenido óptimo de humedad (OMC) es 20.76%; en el caso de la muestra de suelo estabilizado con polvo de caracol presenta una MDD y OMC de 1.97 Mg/m<sup>3</sup> y 17.5%. El suelo natural al presentar una resistencia compresiva no confinada de 31.27Kpa muestra la debilidad de este suelo. Como resultado concluyente se indica el suelo en estado natural se clasifica como suelo A-7 que corresponde a un suelo arcilloso; el suelo estabilizado con polvo de caracol se clasifica como suelo A-2 que corresponde a un suelo arcilloso o limo-arcilloso.

### **A Nivel Nacional**

Según Farfán, P. (2015) en su trabajo de investigación denominado: “El uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas”, realizada en la Universidad de Piura, presenta como el objetivo general evaluar las condiciones físicas y mecánicas de una sub rasante si se le adiciona la concha de abanico triturada mecánicamente en partículas pequeñas como material estabilizador mecánico del suelo natural al cual se le modifica su granulometría. Para ello se hizo uso de producto de desecho natural: concha de abanico, que se aplicó en un suelo arenoso-limoso que proviene de Sechura, departamento de Piura.

La metodología utilizada fue la que corresponde a un método cuantitativo cuasi experimental, se activó mecánicamente (proceso de trituración) a diámetro aproximados desde 9,53 mm hasta 0.85 mm, con ellas se realizaron muestras en un total de 4 combinaciones que cumplieron con los límites de granulometría que se establece en la norma ASTM D-1241, además se realizó la evaluación de las propiedades de las muestras tanto físicas como mecánicas con sus correspondientes ensayos en la Universidad de Piura(Laboratorio de Ensayo de Materiales y Concreto).

La investigación llegó a las conclusiones siguientes: las conchas de abanico al recibir una activación mecánica se observaron su grado de semejanza respecto de su dureza con las de los productos pétreos naturales utilizados en la construcción, cuando se utiliza las conchas de abanico trituradas se obtiene un incremento en el valor del CBR el cual se adecua al terreno llegando a obtener un resultado máximo de su CBR =121%

cuando se adiciona el 45 % del material estabilizante, concha de abanico triturada, al suelo natural. Finalmente se afirma que si es posible el empleo de las conchas de abanico trituradas como un posible estabilizador de suelos arenosos.

### **A Nivel Local**

Según Reyes, A. (2018) en su trabajo de investigación denominado: “Estabilización de suelos de la sub rasante con ceniza de concha de abanico en 35% en Asentamiento Humano los Constructores- Nuevo Chimbote” que se realizó en la Universidad San Pedro, propone como objetivo general la determinación del CBR en los suelos de naturales del Asentamiento Humano Los Constructores en Nuevo Chimbote cuando se le adiciona 35% de ceniza de concha de abanico , para ello propone dos variables en estudio la independiente es el porcentaje de adición de la ceniza de concha de abanico, y la variable dependiente es la estabilización en si del suelo, que se refleja en las propiedades mecánicas, para ello se realizaron estudios de laboratorio como el CBR, Proctor modificado y los límites de Atterberg del suelo natural y el suelo estabilizado. Teniendo resultado de mejoras en las condiciones mecánicas del suelo estabilizado con ceniza de concha de abanico en un 35 % respecto a su peso.

### **Fundamentación Científica**

En el año 2017, la región Ancash solo tenía solo el 20% de sus carreteras pavimentadas, los entes públicos nacionales tienen el compromiso con la población de ejecutar la construcción y realizar trabajos de mantenimiento de las vías para que permitan interconectarse a los distintos centros poblados con las ciudades.

Representa una de las principales problemáticas en el sector transporte el deficiente o inexistente proceso de planificación y también de diseño de las obras de infraestructura vial, esto se manifiesta en forma clara en la etapa de la ejecución de las obras de transporte: obras viales ya sean pavimentadas o no pavimentadas, ejemplo claro de ello es cuando la estructura se asentará sobre un tipo de suelo poco favorable y con presencia de condiciones físicas y mecánicas; al encontrarse con un suelo no

favorable para la realización de la pavimentación, es decir no cumple con los parámetros permitidos en la norma técnica, es necesario realizar una búsqueda de alguna alternativa de solución, que permita conseguir alcanzar los parámetros establecidos, a este proceso de mejora se le denomina estabilización de los suelos.

En el Distrito de Santa, específicamente en el Centro Poblado San Dionisio, se presenta una serie de limitaciones y dificultades en lo que respecta a recolección de residuos sólidos; respecto a los servicios básicos cuentan con servicio de abastecimiento de agua subterránea, administrada localmente, un sistema de alcantarillado con funcionamiento regular, pero carece en su avenida central paralela a la carretera de penetración a Huallanca de pavimentación, que permita proporcionar a esta vía un adecuado acceso vehicular y mejora del ornato en dicha vía principal, lo que contribuye a mejorar el nivel de vida de los pobladores del centro poblado.

El centro poblado San Dionisio, perteneciente al distrito de Santa, en la actualidad cuenta con más de un lustro de creación; presenta en superficie un suelo no adecuado para una posible pavimentación, es decir la presencia de material con finos hace que tenga una pésima condición en su naturaleza y muy baja o reducida capacidad de resistencia. Es entonces que una de las opciones que se a través de la investigación se da como alternativa de solución es la de emplear un proceso de estabilización, que permite salvar dicha deficiencias por ello se empleó opciones de estabilización, haciendo uso de un recurso de desecho como es la concha de abanico, que después de un proceso de calcinación y trituración y molido se utiliza convertida en ceniza de concha de abanico como material experimental que permita el logro de la estatalización del suelo del centro poblado San Dionisio.

Este material experimental puede ser empleado nuevamente para distintos fines; y de distintas formas y cantidades, en este caso es parte de la construcción de vías de comunicación, ya que esta forma de usarlo y aplicarlo ya es estudiada por distintos investigadores. Tal es el caso de Yamada M. (2002) que investigó el beneficio de concha de ostras triturada como material en la subrasante para las vías de comunicación construidas en el país de Japón, dicho trabajo de investigación mostró que tanto el CBR como las deflexiones que se producen en el pavimento lograron

llegar a ser las adecuadas a los requerimientos del tráfico, los cuales inicialmente no lo era (Farfán, 2015, p.10).

Una de las definiciones básicas señala que un Suelo es una capa con cierto espesor, comúnmente delgada, en la litosfera o parte sólida del planeta y es de un material que tiene como procedencia original la desintegración, de la modificación tanto química como también física de la roca madre, por fenómenos naturales y artificiales resultantes de las diversas actividades del ser humano y además de los animales y de las plantas que sobre ella permanecen. (Crespo, 19803 Pag 20)

Los suelos tiene distintos tipos, es así que se puede mencionar a los suelos grueso o granulares, dentro los cuales se ubican las gravas, cuyos elementos o partículas que la conforman tienen una medida de 2mm de espesor, estas se trasladan por diversas fuerzas como son las que se originan por las aguas, el viento, incluso el intemperismo; las gravas con cierta frecuencia presentan un desperfecto, su irregularidad superficial, lo que causa en las gravas que presenten una gran expansión, de manera regular estos suelos están formados por cantos rodados o fraccionamiento de ellos (Duque, 2016, p.13).

Otro tipo de suelo son las arenas, que como concepto se le llama así al material de granos finos que proceden de las rocas desintegradas por acciones naturales, este proceso empieza con la existencia análoga de la grava, ya que ambas se localizan en el mismo embalse geológico, las proporciones grandes de arcilla y grava se ubica generalmente en los ríos (Gonzales, 2014, pag. 34)

Otro tipo de suelo que mencionamos viene a ser los suelos cohesivos, en ellos podemos mencionar a los limos, cuyas partículas que lo conforman son granos finos, cuyas dimensiones pueden variar desde 0.0039 mm hasta 0.0625mm, los limos pueden clasificarse en limos orgánicos, los que se localizan generalmente en los cauces de los ríos, y también los limos inorgánicos, que se producen o localizan en las canteras de agregados. Los Limos poseen una coloración variable entre un gris oscuro y gris claro, además la porosidad muy baja (sobre todo del limo orgánico) por lo que su

característica para compresibilidad es muy grande respecto otros tipos de suelos (González, 2014. pag.34).

El ultimo tipo de suelo que mencionamos, son las arcillas que es un material con un conjunto de partículas de minerales definidos, y se clasifican según su estructura molecular como arcilla montmorilonita, arcilla caolinita y arcilla Illita, todas ellas se distinguen por su diferentes límites de consistencia que poseen (límites de Atterberg ), tienen diferentes estructuras: octaédricas y/ó tetraédricas.

Ensayos para la estabilización de suelos

- a. **Análisis de la Granulometría:** sirve para examinar la distribución de las partículas que componen el suelo de acuerdo a su diámetro, este ensayo tiene procedimientos que permiten mediante el uso de tamices de diferentes aberturas, la separación de las partículas en cada una de las mallas establecidas, al finalizar este ensayo, se debe cuantificar el peso que de las partículas retenidas en cada malla y con su peso total inicial, determinar el porcentaje de muestra por cada malla o tamiz (MTC 2013).
- b. **Los límites de consistencia – Límites de Atterberg,** son lo valores que presenta el suelo para el limite líquido y límite plástico. El limite líquido es la cantidad en porcentaje de agua que necesita el suelo para pasar de un estado plástico a un estado seco. Estos límites permiten medir la plasticidad de un suelo, la cual no se lograría con el ensayo de granulometría, sino se prueba únicamente las partículas finas del suelo, a las cuales se les fija mediante el ensayo correspondiente los limites que corresponden a los tres estados al que podría estar sometido un suelo: estado líquido, estado plástico y estado sólido.
- c. **El Ensayo de Proctor Modificado,** es una prueba del suelo que determina la cantidad de agua necesaria o también denominado Optimo contenido de humedad para que este adquiera su Maxima Densidad, se representa como un porcentaje que es la relación entre el peso de agua de una muestra de suelo y el peso de las partículas sólidas (MTC 2013).

d. **Ensayo de CBR**, Este ensayo determina la capacidad de carga o la resistencia de una superficie de suelo. Es un valor relativo, que presenta un suelo de resistir una carga máxima, esta se mide con la impregnación de una carga en el interior de una masa de suelo (MTC2013). Este ensayo, es el más importante para lo que refiere a los procesos de estabilizar un suelo con fines para pavimentación en rasantes o sub rasante, por lo que se dará a conocer la significancia de la estabilización de suelos, que viene a ser la mejora de propiedades mecánicas y propiedades físicas de un determinado suelo en estado natural mediante métodos químicos o mecánicos con la ayuda de un elemento químico, natural o sintético (MTC 2013).

El trabajo de estabilización de una determinada área es posible realizarla de manera física, química o mecánica, así se logra visualizar cual es el tipo de estabilización se utilizará, en primer lugar, se debe determinar el respectivo modelo de la superficie y luego el uso que tendrá el suelo que se desea estabilizar.

En esta investigación el elemento químico para realizar la estabilización viene a ser o representa el objeto de estudio de esta tesis, es decir la ceniza de concha de abanico, cuyo producto se extrae, comercializa y consume de forma masiva en la costa peruana, mayormente en la costa norte del país.

Estos moluscos son filtradores bivalvos, cuyas valvas, caparazones o conchas se componen de carbonato de calcio. Se visualiza que en ellas se presentan características peculiares tanto en la forma de su caparazón como en su tamaño, textura, espesor y dureza. Son estas peculiaridades de las valvas que tras un proceso de trituración similar se pueden obtener diferentes resultados en su granulometría.

#### **Sub rasante:**

La sub rasante de una vía es importante, y corresponde a la superficie inicial de cimentación de la estructura de una pavimentación, sea esta rígida o flexible, a nivel de corte y de relleno tal que se encuentre en el suelo de fundación que presente condiciones físicas y mecánicas para contener es decir se asiente la estructura del pavimento o de afirmado en el caso de una vía provisional.

La sub rasante se define como la capa superior del terraplén que se ubica en el fondo del nivel de excavaciones en el terreno natural, y es una superficie sobre la que descansará la estructura del pavimento. Se compone de suelos que son seleccionados de características aceptables, además esta superficie debe recibir un proceso de compactación por estratos con la finalidad de componer un cuerpo duradero en estado óptimo constantemente, así tras este proceso este cuerpo no se perjudicará o sufrirá daños al recibir las cargas de diseño producto del respectivo tránsito vehicular, es decir capacidad de soporte bajo las condiciones de servicio.

Dos aspectos intervienen en el estado óptimo de una subrasante: las características del material con el que se construirá la estructura del pavimento y el tránsito al que estará sometido la vía. Respecto a las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura del pavimento, son variables primordiales a considerar cuando se calcula las dimensiones de las capas de la estructura de una vía, especialmente la capa de rodadura que se colocará encima de todas las capas que componen la estructura y estar en contacto con el tránsito de diseño. Es así que, en el proceso constructivo, se ha de tener un proceso de compactación adecuado sobre todo en los 0.30 m últimos por debajo del nivel de sub rasante que debe de compactarse al 95% de su MDS (máxima densidad seca) la cual se tiene del ensayo de proctor modificado (MTC 2013).

Los suelos para ser estabilizados deben preferentemente considerar propiedades para ser mejoradas con dichos procesos y son: (Echevarría, 2016, p.11).

- **la resistencia:** aumento de su valor indica que el suelo de fundación se estabiliza, debido a que potencia la estabilidad y la capacidad de carga.
- **la estabilidad de volumen:** esta propiedad determinar el control del proceso de aumento de volumen del suelo o hinchamiento – y su punto de colapso ocasionado por la variación de humedad del suelo.
- **la durabilidad,** la mejoría o aumento de la durabilidad se ve representada cuando se acrecienta la resistencia del suelo al proceso de la erosión, replica de forma más eficiente al uso del tránsito y a las variaciones climáticas.

- **la permeabilidad**, que sería la reducción de esta propiedad, permite que el suelo sea impermeable es decir que no permita el paso a través de su masa del agua, por consiguiente, mejora la estabilidad del mismo.

### **Estabilización mecánica**

Este tipo de estabilización permite que mediante una técnica para mejorar el suelo que se basa en la mezcla de distintos materiales que tienen propiedades o características complementarias, obteniendo como resultado un nuevo tipo de material que presenta mejor calidad y cumple con los parámetros exigidos en la normatividad vigente.

Con este proceso de estabilización se busca mejorar las propiedades tales como la plasticidad y la granulometría del suelo o ambos, cuando un suelo presenta alta plasticidad esta permite que su capacidad del suelo de drenar el agua sea vea reducida, mientras que la gradación incide en la capacidad de resistir cargas, índice también en la trabajabilidad y del proceso de compactación final de las capas que conforman el suelo.

### **La estabilización Química.**

Este tipo de estabilización permite que mediante una combinación del suelo en estado natural y un agente químico se mejore propiedades mecánicas y físicas de este para cumplir con los requerimientos o necesidades de las distintas capas componentes de una estructura de pavimento o vía.

Para este tipo de procesos de estabilización los agentes estabilizadores mas comunes son los siguientes:

- el cemento: proporciona aumento de la resistencia del suelo
- la cal: permite reducir la plasticidad en el suelo que lo contiene, sobre todo en suelos arcillosos y en menor medida en suelos limosos, además su uso es económico.

Cuando se requiere mejorar el comportamiento estructural de un pavimento, se ha de emplear productos en suelos que presenten en su composición un porcentaje por encima del 25% de finos cohesivos. Estos productos además controlaran el polvo

presente en ellos. Si el producto estabilizante presenta un estado líquido y soluble por agua, tome en cuenta que el agua usada está expuesta a evaporación, que podría afectar sino se controla la pérdida de humedad del suelo en su conjunto, por consiguiente, su rápida solidificación, y mayor resistencia y cohesión de sus partículas.

A continuación, se presenta un cuadro con la efectividad de algunos productos usados en estabilización de suelo:

*Tabla N<sup>o</sup> 01: Estabilización de suelos y taludes.*

<b>SUELO</b>	<b>Arcilla fina</b>	<b>Arcillas gruesas</b>	<b>Limos finos</b>	<b>Limos gruesos</b>	<b>Arenas finas</b>	<b>Arenas gruesas</b>
Tamaño de partículas (mm)	< 0.0006	0.006 - 0.002	0.002 – 0.01	0.01 – 0.06	0.06 – 0.4	0.4 – 2.0
Estabilidad volumetrica	Muy pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno
<b>CAL</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>CEMENTO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>Asfalto</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y saneamiento del Perú. CE-020

En la presente tesis consideramos que el material experimental debe recibir el tratamiento térmico: calcinación a temperatura de 600°C y mecánico de activación (trituration en mortero de cerámica, pasado posteriormente por la malla 200, para ello se consideró los resultados de Análisis Térmico Diferencial de que proporciona la temperatura necesaria para que la concha de abanico reciba un ciclo térmico en atmosfera controlada(mufla). Con el ATD se tiene la detección si es que la muestras experimenta procesos exotérmicos o endotérmicos y a que temperatura ocurren los cambios energéticos en la muestra. Se considerará la composición química de la concha de abanico (argeperut purupratus) que se obtuvo en la tesis de investigación de Quenhua Vásquez (2020) que utilizo, una cenizas que se obtuvieron con fines de sustitución de cemento, y cuyos ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecanica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro, el proceso de calcinación fue por un periodo de tiempo de 2 horas, y la temperatura ed calcinación

controlada fue de 870°C, según los resultados del ensayo de ATD respectivo, posteriormente se realizó el ensayo de Fluorescencia de Rayos X para determinar la composición química de dichas cenizas de concha de abanico.

## **2. Justificación de la Investigación**

El desarrollo de una población se ve reflejada directamente en la expansión de sus vías de comunicación y específicamente en las vías de comunicación, las cuales se colocan sobre innumerables y diversos tipos de suelos que tienen propiedades mecánicas inadecuadas para la construcción, ante ello se debe hacer uso de material adecuados que permitan sustituir los suelos naturales deficientes, lo que conlleva a elevar los costos finales en la construcción , ya que se debe tener en cuenta los costos que se adicionan por el transporte del material de préstamo y en algunos casos la elaboración o preparación (mezclado) de este material de mejor calidad, pese a ello, actualmente estos recurso no son una fuente inagotable, por lo tanto, hay que preocuparnos y proveer un uso sostenible de este tipo de material o buscar alternativas. es en este contexto que la presente investigación pretender aportar con una alternativa, al proponer recurrir a la estabilización del suelo natural propio de la zona con un material nuevo, innovador: la concha de abanico, este producto se encuentra a disposición en grandes extensiones de terrenos llamados botadero en las zonas costeras del norte del Perú, como es el caso de la costa de Samanco, los cuales con sus propiedades químicas mejorarían las propiedades mecánicas y físicas de los suelos del centro poblado San Dionisio en el distrito de Santa.

Además la investigación pretende proporcionar a este material de desecho un uso en la industria de la construcción de vías como estabilizante de los suelos a nivel de subrasante, para ello se debe dar al objeto de estudio: concha de abanico, un tratamiento de activación térmica y mecánica tal que le permita ser adicionado o incorporado al suelo natural arcilloso en proporciones adecuadas para mejorar sus propiedades mecánicas, estas se deberán evaluar a través de ensayos de proctor modificado y CBR. Otra de las razones de la importancia de la investigación radica en la contribución a la disminución de la contaminación ambiental que estos productos

generan en las zonas costeras donde son puntos de insalubridad y malos olores que afecta a los habitantes de las poblaciones cercanas a estos botaderos.

Cuando se realiza la estabilización de suelos en ingeniería se debe tener un enfoque claro y preciso de su uso final de ese suelo, puede ser con fines de pavimentación o de cimentación, en esta investigación con fines de pavimentación se evalúa entonces las características de resistencia al esfuerzo cortante, granulometría, límites de Atterberg, presencia del agua, llegando así a un mejor comportamiento del pavimento en su vida útil.

En este contexto de la problemática expuesta anteriormente, la investigación se puede justificar su desarrollo porque se obtendrá una solución idónea desde un ámbito experimental hacia la aplicación en la construcción de carreteras de las cenizas de concha de abanico cuyo propósito final es tener un material estabilizante para la subrasante en los suelos del centro Poblado San Dionisio en el distrito de Santa.

### 3. Problema

¿Qué efectos se producen sobre el suelo de la subrasante del centro poblado San Dionisio, distrito de Santa, provincia del Santa, Ancash, cuando se adiciona ceniza de concha de abanico, en proporciones 2% y 4%?

### 4. Conceptualización y Operacionalización de las Variables

*Tabla N° 02: Variable Dependiente.*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Estabilización de la subrasante del suelo del centro poblado San Dionisio en el distrito de Santa – provincia del Santa – Ancash</b>	El proceso de estabilizar un suelos, consiste en proporcionar firmeza al mismo, mediante un proceso de consolidación de sus partículas así como el aseguramiento permanente en el tiempo de su compactación.	Se determinarán sus límites de consistencia, Plasticidad, CBR y Proctor Modificado al suelo natural de la calicatas del suelo natural en el C.P San Dionisio y al suelo estabilizado.	- Propiedades mecánicas y físicas	- El análisis granulométrico - Límites de Atterberg - El Proctor modificado - CBR.

Fuente Propia

Tabla N° 03: Variable Independiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Ceniza de concha de abanico</b>	Producto resultante de la calcinación de la concha de abanico, la cual es un producto de desecho del molusco que pertenece a la familia Pectinidae similares a las almejas. Es un molusco presente en el interior de nuestro mar peruano. (Prom. Perú, 2018).	Es la adición de cantidades de ceniza de concha de abanico activada térmicamente	- Estabilización	- Fluorescencia de rayos X - Análisis térmico diferencial

Fuente Propia

## 5. Hipótesis

La adición de la ceniza de concha de abanico en el suelo de la subrasante del centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – provincia del Santa – Ancash, permitiría mejorar su estabilización al aumentar las propiedades físicas y mecánicas respecto al suelo natural

## 6. Objetivos

### Objetivo General

Estabilizar la subrasante con la adición de 2% y 4% de ceniza de concha de abanico en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash

### Objetivos Específicos

- Identificar características y propiedades evaluando el Ensayo de Análisis Térmica Diferencial “ATD” y fluorescencia de rayos X de la concha de abanico.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del centro poblado San Dionisio – Santa – Ancash.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo del centro poblado San Dionisio – Santa – Ancash. Cuando se le adiciona 2% y 4% de ceniza de concha de abanico

## II. METODOLOGÍA

### a. Tipo y Diseño de Investigación:

#### Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada, explicativa y de enfoque cuantitativo

#### Diseño de Investigación:

Tiene un diseño cuasi experimental ya que se buscó determinar la influencia de una respecto a la otras de las variables: la ceniza de concha de abanico y la estabilización de la subrasante del suelo en el Centro Poblado San Dionisio en el distrito de Santa – provincia del Santa – Ancash.

A continuación, los diagramas.

#### Grupo Patrón:



Donde:

- Mi: Centro poblado San Dionisio distrito de Santa – Ancash, 2021.
- Ti: Muestra del Suelo natural.
- Ei: Ensayos en laboratorio.
- Oi: Resultados

#### Grupo Experimental:



Donde:

- Mi: Centro poblado San Dionisio distrito de Santa – Ancash, 2021
- Xi: Muestra del Suelo natural + 2% de Ceniza de concha de abanico.
- Yi: Estabilización de la subrasante del suelo.
- Oi: Resultados.



Donde:

- Mi: Centro poblado San Dionisio distrito de Santa – Ancash, 2021
- Xii: Muestra del Suelo natural + 4% de Ceniza de concha de abanico.
- Yii: Estabilización de la subrasante del suelo.
- Oii: Resultados.

## **b. Población y Muestra**

### **Población:**

La población se define como un grupo finito o infinito de elementos con características iguales para los que se le hacen extensivos resultados para la investigación. Esta queda establecida por la dificultad y por los propósitos del estudio. (Arias, 2012, p.81)

Para esta investigación se optó por el uso de la ceniza de concha de abanico en porcentajes de 2% y 4% que se adicionó al suelo del centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – del Santa – Ancash para desarrollar y mejorar su estabilización de la subrasante.

### **Muestra:**

La muestra es una parte de los elementos o subconjunto de una población que se selecciona para el estudio de esa característica o condición. (Carillo, 2015, p.8).

En la investigación se considera la estabilización de la vía principal no pavimentadas con una muestra que corresponde a 02 calicatas en las que se ha obtenido las cantidades de suelo, posterior al proceso de excavación de las calicatas con una profundidad de

1.50 m. La muestra por tanto es el suelo natural que corresponde a la muestra patrón, según el Manual para diseño no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

### **Técnicas e Instrumentos de Investigación**

*Tabla N° 04: Técnicas e Instrumentos de Investigación.*

<b>Método o Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Nivel de investigación</b>	<b>Naturaleza de la investigación</b>	<b>Ámbito de la investigación</b>
Observación experimental	Fichas técnicas de laboratorio	Experimental	Prospectivo	Muestras

Fuente: Propia.

### **Procesamiento y Análisis de la Información**

Para la investigación el procesamiento de datos se ha realizado luego de la recopilación de información de las bibliografías y algunas de las de investigaciones anteriores sobre el objeto de estudio existentes hasta la fecha.

Para determinar la estabilización de los suelos de la subrasante del centro poblado san Dionisio distrito de Santa se realizaron las siguientes actividades:

- Conocer el lugar en estudio en visitas de campo (3) una de ellas incluido personal de laboratorio de suelos de la USP.
- Se recolectó información bibliográfica.
- Se realizaron 2 calicatas y la extracción de las muestras con los técnicos del Laboratorio de la Universidad San Pedro,
- Se realizaron los ensayos del suelo natural y del suelo experimental en los laboratorios de la Universidad San Pedro,

### III. RESULTADOS

En una primera etapa se realizaron actividades de excavación de las calicatas (02), para poder extraer muestras que nos sirvieron para los ensayos en el Laboratorio de la Universidad San Pedro.

Posterior a la extracción de las muestras, se realizó el ensayo de contenido de humedad obteniendo los siguientes resultados:

*Tabla N<sup>a</sup> 05: Ensayo de contenido de humedad de las muestras extraídas de las calicatas.*

<b>Ensayo N<sup>o</sup></b>	<b>N<sup>o</sup> 01</b>	<b>N<sup>o</sup> 02</b>
1. Peso Recipiente + Agregado Húmedo	442.00	472.00
2. Peso Recipiente + Agregado Seco	348.00	468.50
3. Peso Recipiente (gr)	201.00	238.50
4. Peso del agua (1) - (2)	4.00	4.00
5. Peso Suelo Seco (2) - (3)	237.00	230.00
6. Humedad (4/5) x 100%	1.69	1.74
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>		<b>1.71</b>

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Chimbote.

El ensayo de granulometría se rige según la norma ASTM – 6913, con el cual se busca determinar la cantidad de material que pasa por los tamices según el ensayo, para este fueron: N<sup>o</sup>04, N<sup>o</sup>10, N<sup>o</sup>20, N<sup>o</sup>30, N<sup>o</sup>40, N<sup>o</sup>60, N<sup>o</sup>100 y N<sup>o</sup>200.

Los resultados obtenidos de la granulometría del centro poblado San Dionisio – Santa – Ancash, están representadas en las siguientes tablas:

Tabla N° 06: Ensayo de Granulometría de la muestra extraída de la calicata 01.

<b>AGREGADO FINO</b>					
N°	TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%
	ABERTURA (mm)	RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL	ACUMULADO	QUE PASA
2"	50.80	0	0	0	100
1 1/2"	37.50	0	0	0	100
1"	22.50	0	0	0	100
3/4"	19.00	0	0	0	100
1/2"	12.50	0	0	0	100
3/8"	9.50	0	0	0	100
1/4"	6.30	0	0	0	100
N° 04	4.75	0	0	0	100
N° 10	2.00	2.00	0.35	0.35	99.647
N° 20	0.850	1.60	0.28	0.63	99.365
N° 30	0.600	1.20	0.21	0.85	99.154
N° 40	0.425	0.80	0.14	0.99	99.013
N° 60	0.250	24.10	4.25	5.24	94.764
N° 100	0.150	259.20	45.70	50.93	49.066
N° 200	0.075	112.70	19.87	70.80	29.196
PLATO		165.60	29.20	100.00	0.000
<b>TOTAL</b>		<b>567.20</b>	<b>100</b>		

**Módulo de finura 0.59**

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Chimbote.

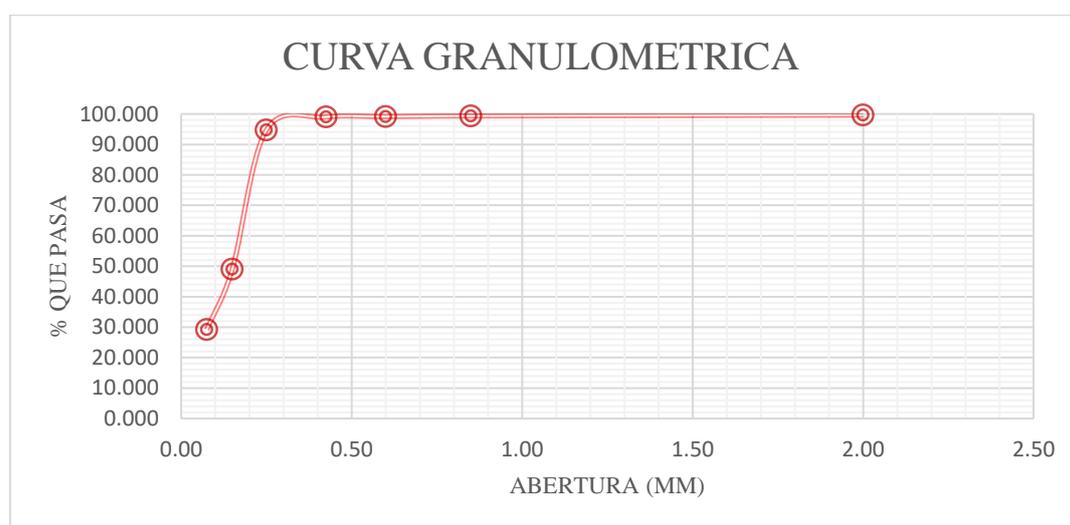


Figura N° 01: Curva Granulométría de la muestra extraída de la calicata 01.

Fuente: Propia.

Tabla N<sup>o</sup> 07: Ensayo de Granulometría de la muestra extraída de la calicata 02.

AGREGADO FINO					
N <sup>o</sup>	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD O	% QUE PASA
2"	50.80	0	0	0	100
1 1/2"	37.50	0	0	0	100
1"	22.50	0	0	0	100
3/4"	19.00	0	0	0	100
1/2"	12.50	0	0	0	100
3/8"	9.50	0	0	0	100
1/4"	6.30	0	0	0	100
N <sup>o</sup> 04	4.75	0	0	0	100
N <sup>o</sup> 10	2.00	2.00	0.37	0.37	99.630
N <sup>o</sup> 20	0.850	2.30	0.43	0.80	99.204
N <sup>o</sup> 30	0.600	1.10	0.20	1.00	99.000
N <sup>o</sup> 40	0.425	0.60	0.11	1.11	98.889
N <sup>o</sup> 60	0.250	22.10	4.09	5.20	94.796
N <sup>o</sup> 100	0.150	259.90	48.13	53.33	46.667
N <sup>o</sup> 200	0.075	93.10	17.24	70.57	29.426
PLATO		158.90	29.43	100.00	0.000
<b>TOTAL</b>		<b>540.00</b>	<b>100</b>		
<b>Módulo de finura</b>					<b>0.62</b>

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Chimbote.

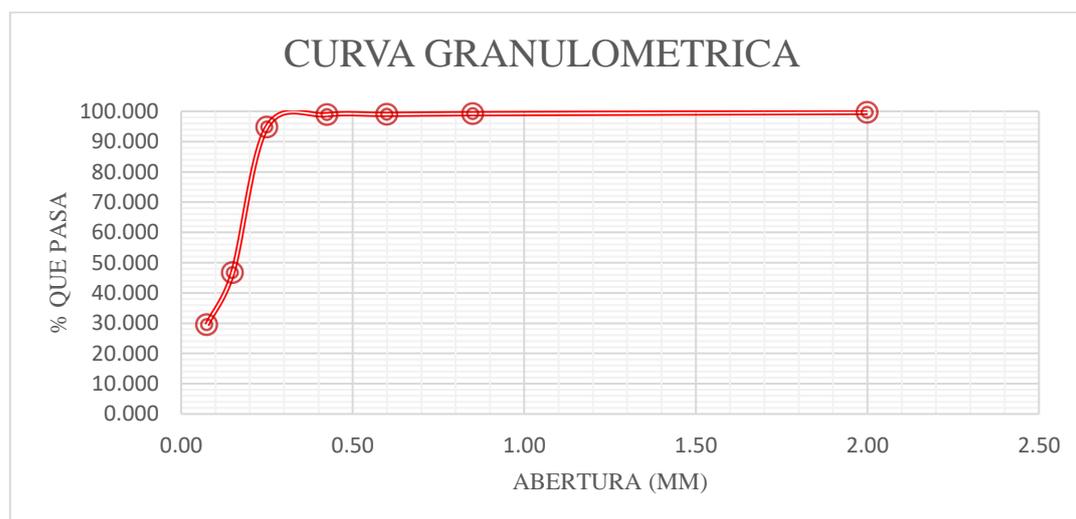


Figura N<sup>o</sup> 02: Curva Granulométría de la muestra extraída de la calicata 02.

Fuente: Propia.

Posteriormente, se desarrolló el ensayo de límites de consistencia los cuales nos arrojaron resultados respecto a límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de las muestras ensayadas. Estas constantes nos servirán para los ensayos posteriores, asimismo nos permite estimar asentamientos en problemas de consolidación y estudios de compactación.

Los resultados obtenidos del ensayo en laboratorio son los siguientes:

*Tabla N<sup>a</sup> 08: Ensayo de Límites de Consistencia.*

N° de Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	N° 01	N° 02	N° 03	N° 01	N° 02	N° 03
1. Peso Recipiente + Suelo Húmedo (gr)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
2. Peso Recipiente + Suelo Seco (gr)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
3. Peso Recipiente (gr)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
4. Peso del Agua (gr)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
5. Peso Suelo Seco (gr)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
6. Contenido de Humedad (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
7. Nro. de Golpes	NP	NP	NP		NP	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Chimbote.

Ya con las constantes obtenidas en los ensayos anteriores, se puede desarrollar los ensayos de CBR y Proctor modificado. Los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio para la muestra patrón son:

**Tabla N° 09: Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR.**

<b>CALICATA</b>	<b>C – 01</b>	<b>C – 02</b>
MUESTRA	1	1
PROFUNDIDAD	1.50 m.	1.50 m.
GRAVAS (%)	0.00	0.00
ARENAS (%)	70.80	70.60
FINOS (%)	29.20	29.40
L.LIQUIDO (%)	N.P.	N.P.
L. PLASTICO (%)	N.P.	N.P.
I. PLASTICIDAD (%)	N.P.	N.P.
HUMEDAD (%)	11.60	11.80
CLASIFICACION SUCS	SM	SM
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4	A-2-4
TERRENO DE FUNDACIÓN	EXCELENTE A BUENO	EXCELENTE A BUENO
MUESTRA	1	1
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.742	1.792
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	SM
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4	A-2-4
100% M.D.S. 01” (%)	21.30	20.20
95% M.D.S. 01” (%)	17.50	15.50

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Chimbote.

De la tabla 07, se detallan los resultados de las muestras obtenidas mediante la excavación de 02 calicatas, luego de desarrollar correctamente los ensayos en laboratorio, se determinó que ambas muestras tienen el mismo tipo de suelo, según la clasificación SUCS, es un suelo SM, suelo de partículas gruesa con finos (Suelo sucio) y para la clasificación AASHTO, es un suelo A-2-4, grava y arena arcillosa o limosa, con arena en un 70.8% y 70.6% respectivamente para cada muestra.

De la tabla de CBR, se deduce que el CBR promedio es de 20.75% y es un terreno excelente a bueno.

Los ensayos realizados con la adición de concha de abanico son el Proctor Modificado (ASTM D 1557) y la Relación de Soporte de California (C.B.R). Los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio para la muestra patrón + Ceniza de concha de abanico de Centro Poblado San Dionisio – Santa, son:

Tabla N<sup>o</sup> 10: Clasificación de los Suelos – Ensayo de CBR.

<b>P. MODIFICADO</b>	<b>DENSIDAD PATRON</b>	<b>2% CENIZA</b>	<b>4% CENIZA</b>
<b>C-01</b>	1.742	10.70	-
<b>C-02</b>	1.792	-	11.60

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP – Chimbote.

De la tabla 10, se detallan los resultados de las muestras obtenidas mediante la excavación de 02 calicatas, luego de desarrollar correctamente los ensayos en laboratorio, la muestra patrón logra su densidad seca de C-01 (1.742), al aumentar los porcentajes de la adición de ceniza de concha de abanico al 2% es de C-01 (10.70), determinando que la densidad seca aumenta por esta adicción, disminuyendo su humedad óptima, en tanto, la muestra patrón logra su densidad seca de C-02 (1.792), al aumentar los porcentajes de la adición de ceniza de concha de abanico al 4% es de C-02 (11.60), determinando que la densidad seca aumenta por esta adicción, disminuyendo su humedad óptima.

#### **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

Segun Owolabi, T.A, Wasiu j., Fatile M.R y Koroye (2015) en base a su investigación denominada “Performance Evaluation Of Snail Shell Powder As Partial Replacement For Unsuitable Soils”, obtuvo como resultado que mediante la adición de 40% de polvo de cáscara de caracol a la muestra presentada, se determinó que el porcentaje de paso del tamiz número 200BS disminuyo de un 61.88% a 31,25% aplicado a la muestra de suelo estabilizado; Como soporte del resultado de la muestra de suelo, se determinó que posee un límite de líquido de 42,9%, un límite de plástico de 31,0%, un índice de plasticidad de 11,9% y límite de encogimiento del 23,6% lo cual genera que la muestra tenga una alta probabilidad para hincharse o de lo contrario contraerse.

Para el ensayo de CBR en relación a la muestra de suelo empapada es del 24%, en comparación a la muestra estabilizada es del 45%. Al determinar máxima densidad seca (MDD) para la muestra de suelo es de 1,53Mg / m<sup>3</sup>. El contenido óptimo de

humedad (OMC) es del 20,76%. Para la muestra suelo estabilizado se obtiene un de resultados MDD de 1.97Mg / m<sup>3</sup> Y OMC del 17,5%.

En comparación a los resultados expuestos en este antecedente, la presente investigación se realizó con muestras que no presentan límite plástico, índice de plasticidad ni límite de encogimiento, debido a que se trata de un suelo SM en la clasificación SUCS y A-2-4 según la clasificación ASASHTO, el cual más de un 70% está compuesto por arena.

Para el autor, Para Farfán, P. (2015) en su tesis titulada: “Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas” determinó como resultado que las conchas de abanico trituradas tienen una dureza parecida a la de los productos pétreos obtenidos en el mercado y mediante su uso se logra obtener un CBR adecuado para el terreno propuesto, consiguiendo así un valor máximo de CBR 121% en base a la utilización del 45% de concha triturada. Para un rango de trituración entre 9.53 y 0.85 milímetros, en el porcentaje del material propuesto puede aumentar de manera exponencial el valor del CBR, habiendo una mejora de la subrasante arenosa con un 51% de CBR a valores que superan el 100%. Como conclusión final confirma que si es posible la utilización de conchas de abanico trituradas como estabilizador de suelos arenosos. Por lo tanto, la conclusión que brindo el autor en comparación a los resultados de esta investigación fue de una adición al 3% y 5% de ceniza de concha de abanico aumentando en un 12% aproximadamente en el CBR de mi muestra. Es por ello que se concilio con el autor Farfán con respecto a los resultados obtenidos de la propiedad física de suelos, en este caso el CBR, que al incrementar más porcentaje de adición de concha de abanico en ceniza o triturada aumenta el porcentaje mejorando así el CBR.

Según Reyes, A. (2018), en su proyecto de investigación titulado “Estabilización de suelos de la subrasante con ceniza de concha de abanico al 35 % en el Asentamiento Humano Los Constructores” cuya finalidad es lograr determinar el CBR mediante la adición de concha de abanico al 35%, la cual se realizó por medio del análisis de dos variables: En la primera variable se realiza la estabilización de suelos, mediante los

estudios de esfuerzo del índice de plasticidad, CBR y Proctor Modificado. Para la segunda variable que es la adición de ceniza de concha de abanico se hizo uso del mencionado material al porcentaje de 35% del peso de este. Obteniendo como resultados para el ensayo de Proctor Modificado del suelo patrón un 12.8% de humedad optima y al adicionar 35% de ceniza de concha de abanico se verificó una disminución del 5% de su humedad óptima. Por consiguiente, los resultados del Proctor Modificado de la presente investigación indico que el suelo de la muestra patrón obtuvo una humedad optima de 11.26% y adicionando 2%, 4%, 6% y 8% tuvo como resultado 9%, 8.55%, 8.20 y 7.90% respectivamente. Es por ello que, en base a los resultados conseguidos en la presente investigación, haciendo una comparación con los resultados del autor mencionado, se concordó que, mediante el aumento de la densidad seca, la humedad optima disminuye al adicionar la ceniza de concha de abanico.

## V. CONCLUSIONES

- Los ensayos realizados a la muestra patrón obtenida, determinó que la compone un tipo de suelo de partículas gruesas con presencia de finos, esto mediante la aplicación de la clasificación SUCCS y según AASHTO es de A-2-4, que es un suelo de grava y arena arcillosa – limosa con denominación de “Excelente a Bueno”, no presenta contenido de humedad, límites líquidos ni plásticos, su densidad máxima seca es de 1.792 gr/cm<sup>3</sup>, humedad óptima de 11.80% y un valor promedio CBR de 20.75%; en cuanto a la muestra mediante la adición de ceniza de concha de abanico en diferentes porcentajes al 2% y 4%, el Proctor Modificado se obtuvo como resultado las densidades máximas secas de 10.70 y 11.60 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.
- En base a los resultados obtenidos mediante los ensayos, se concluye que, mediante la adición de cenizas de concha de abanico al suelo de grava y arena arcillosa, se obtuvo que la densidad seca aumenta, haciendo que disminuya su humedad óptima, logrando así, estabilizar la subrasante del suelo del centro poblado San Dionisio.
- Según los ensayos ejecutados anteriormente, se concluye que, adicionando las cenizas de concha de abanico al suelo de grava y arena arcillosa, se obtuvo mejoras en el incremento de la capacidad de resistencia (CBR) del suelo, logrando así, estabilizar la subrasante del suelo del centro poblado San Dionisio.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a posteriores investigadores cerciorarse con anticipación que el laboratorio donde se realizaran los ensayos debe estar aptos en cuanto a la calibración y certificación de sus equipos.
- Se recomienda realizar una investigación exhaustiva para poder determinar con mayor profundidad la influencia de la utilización de las cenizas de concha de abanico en proyecto de pavimentación en diferentes tipos de suelo.
- Se recomienda a la Municipalidad distrital de Santa, tener en cuenta este proyecto como antecedente para realizar la pavimentación concerniente al centro poblado San Dionisio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bossio Ibáñez S.E., (2010). "Evaluación del comportamiento sísmico e influencia de la dirección del movimiento en módulos de adobe reforzado con geomalla" Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Católica del Perú.
- Braja, B. (2001) Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Thomson Learning. México.
- Cevallos Sánchez C.E. (2015). "Análisis estructural de un albergue comunitario a base de adobe tecnificado, en la comunidad de Moya perteneciente a la parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo y su incidencia en el comportamiento estructural sismo resistente", Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Farfán, P. (2015). Uso de concha de abanico triturada para mejoramiento de subrasante arenosas. Tesis (para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad de Piura. Perú.
- González, Guerra F. (2014) Estabilización Mecánica de Suelos Cohesivos a través de la Utilización de Cal - Ceniza Volante. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería, Guatemala.
- Gutiérrez, C.A. (2010) Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (Bichiofita) frente al cloruro de calcio. Universidad Ricardo Palma. Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de ensayo de materiales. Lima. Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). NP, R.D. N°10- MTC: de Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – sección suelos. Lima: INN, Perú
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).. Manual de ensayo de materiales. Lima. Perú.
- Mamani Condori, R. E., (2017). "Prototipo de vivienda con adobe mejorado en el distrito de Chupa - Azángaro" Tesis de Arquitectura. Universidad Nacional del Antiplano, Puno - Perú.
- Mónica M.y Sanjeev N.(2013) "Estabilización de suelos expansivos El uso del bajo costo Materiales ", Internacional diario de Ingeniería y Tecnología innovadora (IJEIT), 2,11.
- Ortega, Graciela (2014). Composición y clasificación de los suelos. Color abc <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/composicion-y-clasificacion-de-los-suelos-1293271.html>
- Ruano, Denis (2017) Tesis: Estabilización de suelos cohesivos por medios de arenas volcánicas y cal viva. Universidad de San Carlos. Guatemala.

## ANEXOS Y APENDICE

- **Panel fotográfico**
- **Ensayos de Laboratorio**
  1. Ensayo de contenido de humedad C-1 y C-2
  2. Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422): C-1
  3. Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422): C-2
  4. Límites de Consistencia: C-1 y C-2
  5. Proctor Modificado (ASTM D-1557): C-1
  6. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): C-1
  7. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): Graficas de C-1
  8. Proctor Modificado (ASTM D-1557): C-2
  9. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): C-2
  10. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): Graficas de C-2
  11. Proctor Modificado (ASTM D-1557): Suelo Experimental 2%
  12. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): Suelo Experimental 2%
  13. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): Graficas de Suelo Experimental 2%
  14. Proctor Modificado (ASTM D-1557): Suelo Experimental 4%
  15. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): Suelo Experimental 4%
  16. Relación de Soporte – CBR (ASTM D-1883): Graficas de Suelo Experimental 4%

## PANEL FOTOGRAFICO



**Foto 1 y 2:** Excavación de calicatas en el centro poblado San Dionisio- distrito de Santa.



**Foto 3:** Excavación de calicata N° 01, con la supervisión del personal de Laboratorio de Ensayo de Materiales de la USP



**Foto 4:** Excavación de calicata N° 02, con la supervisión del personal de Laboratorio de Ensayo de Materiales de la USP



**Foto 5:** Excavación de calicata N° 02, ejecutada por el tesista hasta una profundidad de 1.50 m



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Frankiin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de  
pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021  
**MATERIAL** : C-1 - C-2

ENSAYO N°	C - 1	C - 2
Peso de tara + MH	442.00	472.50
Peso de tara + MS	438.00	468.50
Peso de tara	201.00	238.50
Peso del agua	4.00	4.00
Peso de muestra seca	237.00	230.00
Contenido de humedad (%)	1.69	1.74

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
 TESIS : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
 LUGAR : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2021

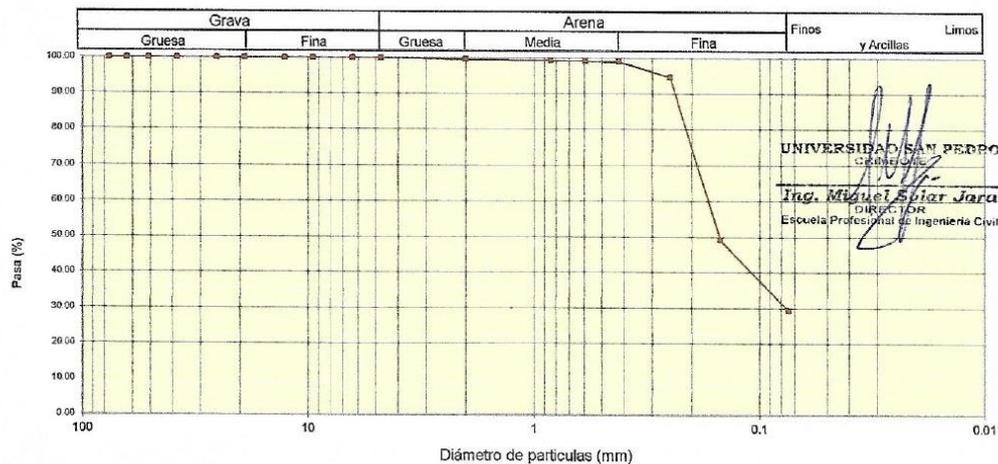
Peso Seco Inicial	567.2	gr.
Peso Seco Lavado	401.6	gr.
Peso perdido por lavado	165.6	gr.

MATERIAL : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASHTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"		12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"		9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/4"		6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4		4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10		2.00	2.0	0.4	0.4	99.6	
N° 20		0.850	1.6	0.3	0.6	99.4	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 30		0.600	1.2	0.2	0.8	99.2	Pasa tamiz N° 200 (%) : 29.2
N° 40		0.425	0.8	0.1	1.0	99.0	D60 (mm) : 0.16
N° 60		0.250	24.1	4.2	5.2	94.8	D30 (mm) : 0.086
N° 100		0.150	259.2	45.7	50.9	49.1	D10 (mm) :
N° 200		0.075	112.7	19.9	70.8	29.2	Cu
< 200			165.6	29.2	100.0	0.0	Cc
Total			567.2			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Espinoza Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)

SOLICITA : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
 TESIS : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abarico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
 LUGAR : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2021

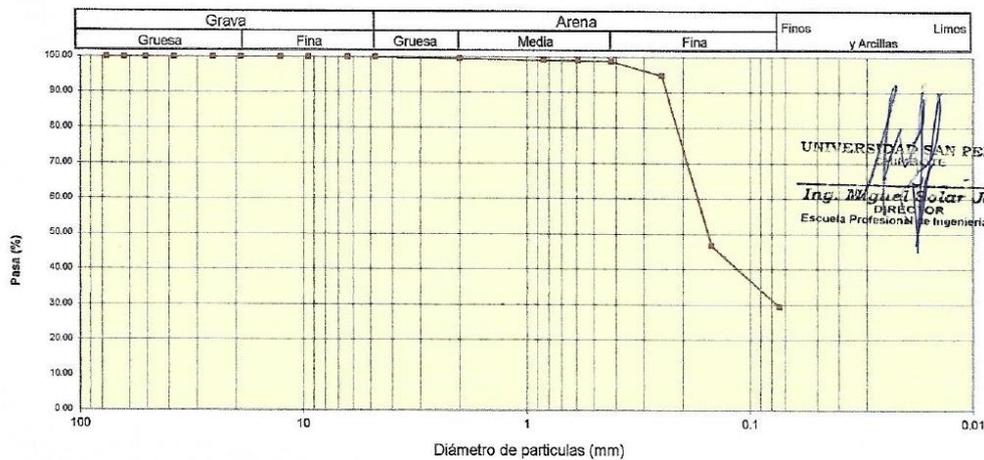
Peso Seco Inicial	540	gr
Peso Seco Lavado	381.1	gr.
Peso perdido por lavado	158.9	gr.

MATERIAL : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
N° (mm)					
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG): Clasificación (S.U.C.S.)
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	0.0	0.0	100.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 10	2.00	2.0	0.4	99.6	Pasa tamiz N° 200 (%) : 29.4
N° 20	0.850	2.3	0.4	99.2	D80 (mm) : 0.17
N° 30	0.600	1.1	0.2	99.0	D30 (mm) : 0.089
N° 40	0.425	0.6	0.1	98.9	D10 (mm) :
N° 60	0.250	22.1	4.1	94.8	
N° 100	0.150	259.9	48.1	53.3	
N° 200	0.075	93.1	17.2	70.6	
< 200		158.9	29.4	100.0	
Total	540.0			100.0	

Limite líquido LL	0
Limite plástico LP	0
Indice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



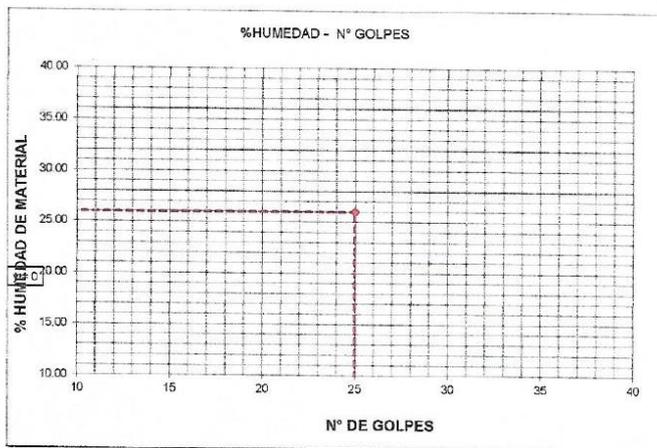


**LIMITES DE CONSISTENCIA**

SOLICITA : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
 TESIS : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de  
 pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
 UBICACIÓN : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2021

CALICATA - 1-2

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO DE LA TARA (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO DEL AGUA (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
PESO SUELO SECO (gr.)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Nro. DE GOLPES	NP	NP	NP	NP		



<b>LIMITE LIQUIDO</b> (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)
LL : NP %

<b>LIMITE PLASTICO</b> (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)
LP : NP

<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b> ASTM D-438
IP : NP %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



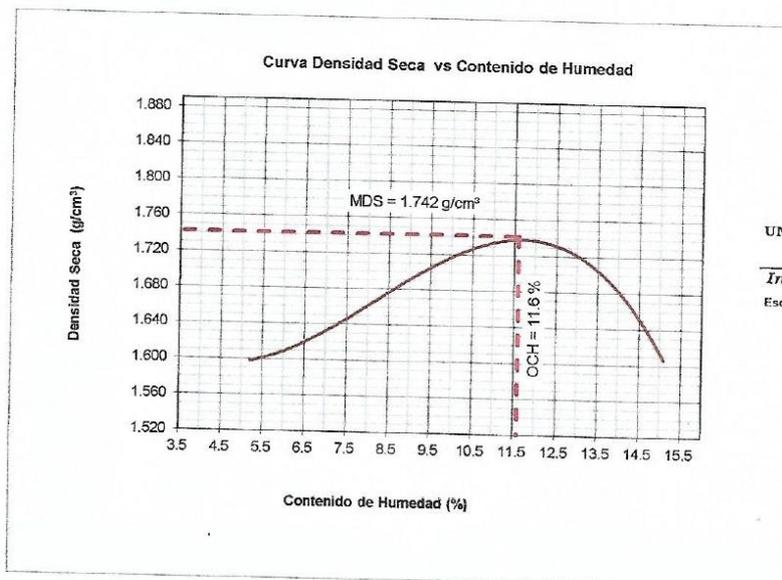
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de  
pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3644	3750	3885	3809
02 - Peso del Molde (g)	1981.0	1981.0	1981.0	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1663.0	1769.0	1904.0	1828.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.681	1.789	1.925	1.848
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	578.4	575.1	638.7	578.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	560.2	545.2	595.9	510.7
09 - Peso del agua (g)	18.2	29.9	42.8	67.3
10 - Peso del tarro (g)	208.7	186.6	207.4	65.9
11 - Peso suelo seco (g)	351.5	378.6	388.5	444.8
12 - Contenido de Humedad (%)	5.2	7.9	11.0	15.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.598	1.658	1.734	1.606

Contenido Optimo Humedad **11.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.742 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Chimbote  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energia Compactacion [kg-cm/cm <sup>3</sup> ]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,397.0		8,520.0		7,587.0	
02 - Peso del molde (g)	4,105.0		4,796.0		3,975.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,292.0		3,724.0		3,612.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,245.000		2,104.000		2,127.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.912		1.770		1.698	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	510.7		510.0		473.1	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.4		482.8		449.2	
09 - Peso del agua (g)	26.3		27.2		23.9	
10 - Peso del tarro (g)	210.7		210.0		177.1	
11 - Peso suelo seco (g)	273.7		272.8		272.1	
12 - Contenido de humedad (%)	9.6		10.0		8.8	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.744		1.609		1.561	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Expansión, %			0.00	0.00	0.00	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,292.0		3,724.0		3,612.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,585.0		8,672.4		7,726.5	
03 - Peso del molde (g)	4,105.0		4,796.0		3,975.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,480.0		3,876.4		3,751.5	
05 - Peso del agua absorbida (g)	188.0		152.4		139.5	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,915.7		3,386.4		3,320.4	
07 - Absorción de agua (%)	4.8		4.5		4.2	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	29.0	151.1	8.0	61.9	5.0	49.2
1.3	39.0	193.6	13.0	83.2	9.0	66.2
1.9	49.0	236.1	18.0	104.4	13.0	83.2
2.5	59.0	278.62	33.0	168.14	20.0	112.90
3.2	69.0	321.1	38.0	189.4	25.0	134.1
3.8	79.0	363.6	42.0	206.4	29.0	151.1
5.08	89.0	406.1	46.0	223.4	33.0	168.1
7.6	99.0	448.6	50.0	240.4	37.0	185.1
10.16	109.0	491.1	57.0	270.1	41.0	202.1
12.7	119.0	533.6	64.0	299.9	46.0	223.4
Carga [%]	278.62 kgf. [20.5%]		168.14 kgf. [12.4%]		112.9 kgf. [8.3%]	

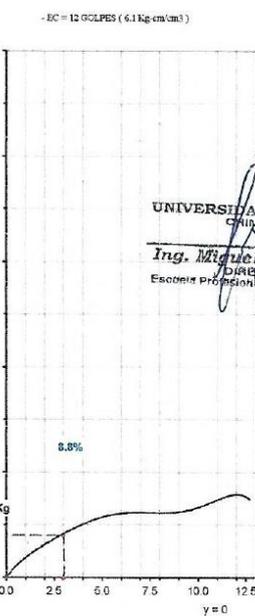
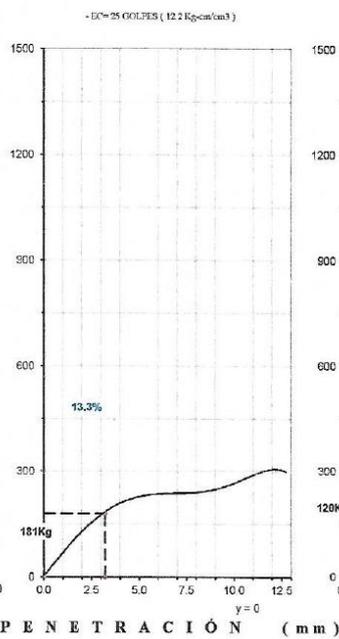
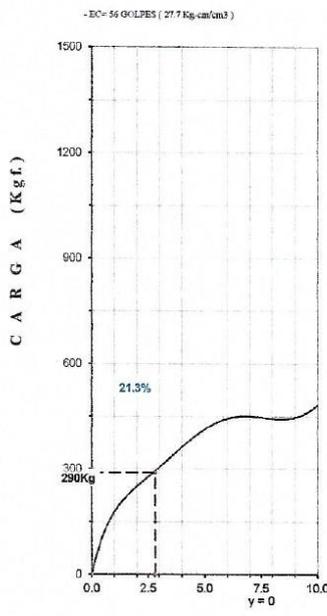
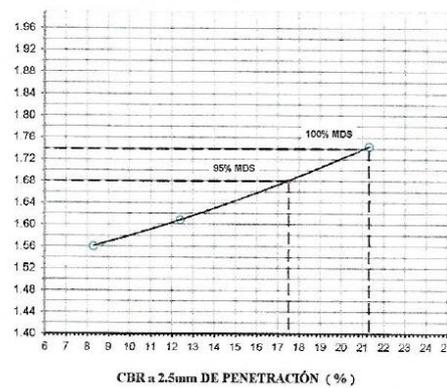
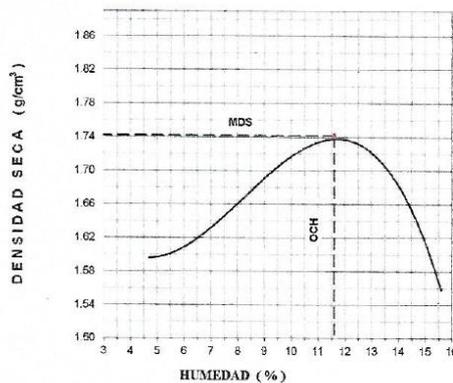
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Ing. Miguel Jara  
Profesor  
Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

SOLICITA	Salcido Saavedra Iván Frandín	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abaco con fines de pavimentación en el centro poblado San Dioniso, distrito de Santa - Ancash	MÁXIMA DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )	1.742
LUGAR	SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.5
MATERIAL	TERRENO NATURAL - C-1	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	21.3
	FECHA 19-Jul-2021	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	17.5
		EMBEBIDO : 4 DIAS   EXPANSIÓN	S/E
		ABSORCIÓN 4.8 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 16.4 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Epitar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



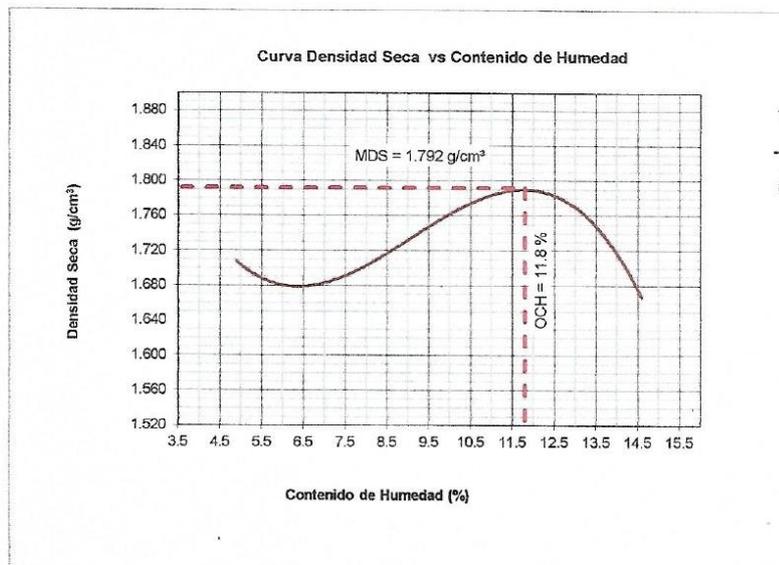
**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-2  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3753	3814	3907	3870
02 - Peso del Molde (g)	1981.0	1981.0	1981.0	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1772.0	1833.0	1926.0	1889.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.792	1.853	1.947	1.910
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	421.5	496.0	480.0	490.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	409.7	474.0	436.4	454.0
09 - Peso del agua (g)	11.8	22.0	23.6	36.0
10 - Peso del tarro (g)	167.0	208.0	204.0	207.5
11 - Peso suelo seco (g)	242.7	266.0	232.4	246.5
12 - Contenido de Humedad (%)	4.9	8.3	10.2	14.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.708	1.711	1.767	1.667

Contenido Optimo Humedad **11.8 %** Densidad Seca Maxima, **1.792 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Eblar Jara  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-2  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,390.0		8,510.0		7,579.0	
02 - Peso del molde (g)	4,105.0		4,796.0		3,975.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,285.0		3,714.0		3,604.0	
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,245.000		2,104.000		2,127.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.909		1.765		1.694	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	510.7		510.0		473.1	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.4		482.8		449.2	
09 - Peso del agua (g)	26.3		27.2		23.9	
10 - Peso del tarro (g)	210.7		210.0		177.1	
11 - Peso suelo seco (g)	273.7		272.8		272.1	
12 - Contenido de humedad (%)	9.6		10.0		8.8	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.741		1.605		1.558	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM	0.00	0.00	0.00	
Expansión, %			0.00	0.00	0.00	
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,285.0		3,714.0		3,604.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,565.9		8,651.8		7,731.4	
03 - Peso del molde (g)	4,105.0		4,796.0		3,975.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,460.9		3,855.8		3,756.4	
05 - Peso del agua absorbida (g)	175.9		141.8		152.4	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,909.3		3,377.3		3,313.0	
07 - Absorción de agua (%)	4.5		4.2		4.6	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	25.0	134.1	5.0	49.2	4.0	44.9
1.3	35.0	176.6	10.0	70.4	8.0	61.9
1.9	45.0	219.1	15.0	91.7	12.0	78.9
2.5	55.0	261.62	28.0	146.90	16.0	95.91
3.2	65.0	304.1	35.0	176.6	20.0	112.9
3.8	75.0	346.6	40.0	197.9	24.0	129.9
5.08	85.0	389.1	45.0	219.1	28.0	146.9
7.6	95.0	431.6	50.0	240.4	32.0	163.9
10.16	105.0	474.1	55.0	261.6	36.0	180.9
12.7	115.0	516.6	60.0	282.9	40.0	197.9
Carga [%]	261.62 kgf. [19.2%]		146.9 kgf. [10.8%]		95.91 kgf. [7%]	

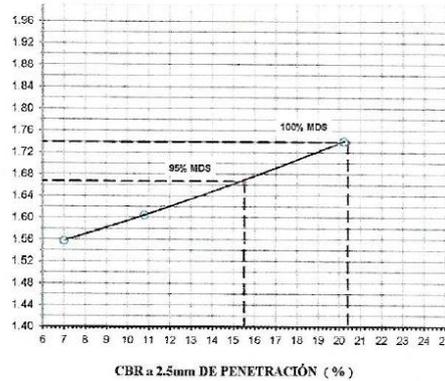
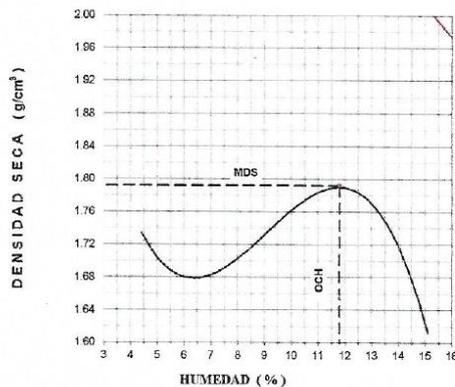
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Miguel Soiar Jara  
DIRECTOR  
Laboratorio de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

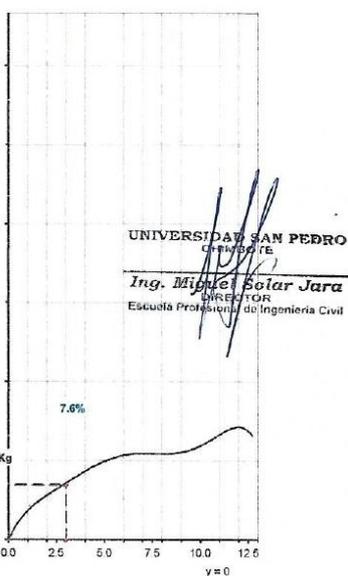
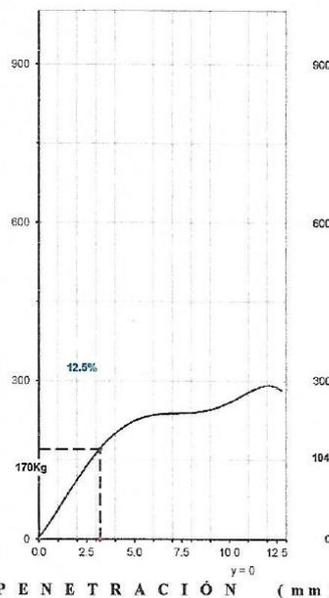
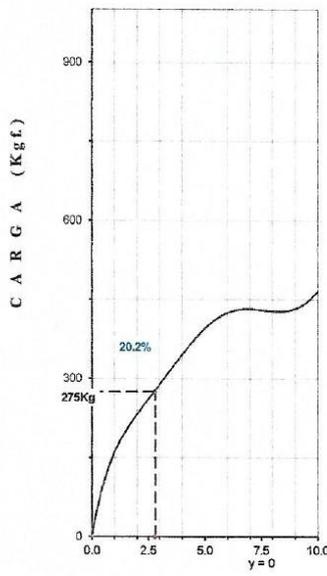
SOLICITA	Salcedo Saavedra Iván Frandín	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abaco con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa - Ancash	MÁXIMA DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )	1.792
LUGAR	SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.5
MATERIAL	TERRENO NATURAL - C-2	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	20.2
	FECHA 19-Jul-2021	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	15.5
		EMBEBIDO : 4 DIAS   EXPANSION :	S/E
		ABSORCIÓN 4.5 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN :
			16.3 %



- EC = 56 GOLPES ( 27.7 Kg-cm/cm<sup>3</sup> )

- EC = 25 GOLPES ( 12.2 Kg-cm/cm<sup>3</sup> )

- EC = 12 GOLPES ( 6.1 Kg-cm/cm<sup>3</sup> )



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
*Ing. Miguel Solar Jara*  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



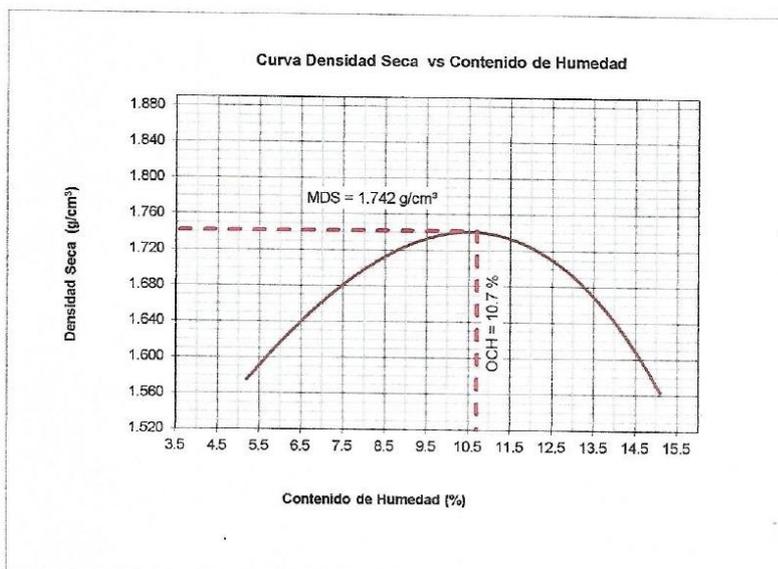
**PROCTOR MODIFICADO EXPERIMENTA 2%**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1 y C-2  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3620	3790	3891	3760
02 - Peso del Molde (g)	1981.0	1981.0	1981.0	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1639.0	1809.0	1909.5	1779.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.657	1.829	1.931	1.799
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	578.4	575.1	638.7	578.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	560.2	545.2	595.9	510.7
09 - Peso del agua (g)	18.2	29.9	42.8	67.3
10 - Peso del tarro (g)	208.7	166.6	207.4	65.9
11 - Peso suelo seco (g)	351.5	378.6	388.5	444.8
12 - Contenido de Humedad (%)	5.2	7.9	11.0	15.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.575	1.695	1.739	1.563

Contenido Optimo Humedad **10.7 %** Densidad Seca Maxima, **1.742 g/cm<sup>3</sup>**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. *Miguel Solar Jara*  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 2%**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1 Y C-2  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

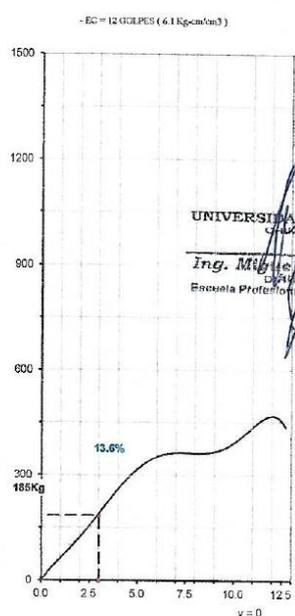
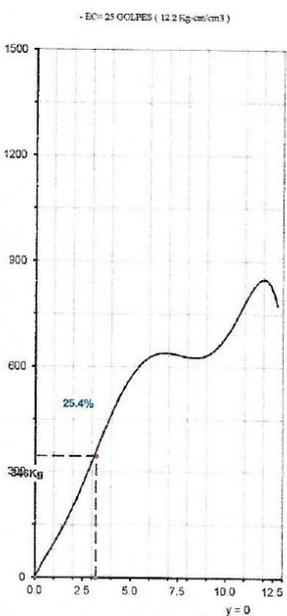
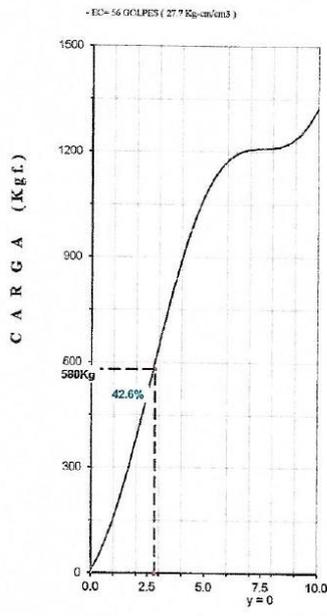
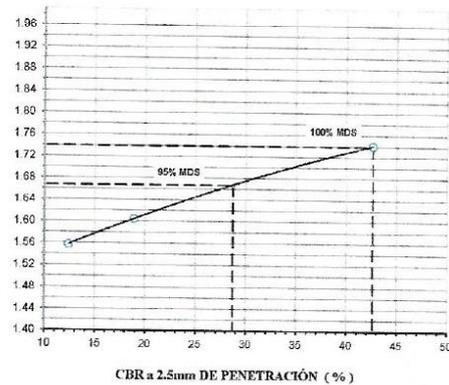
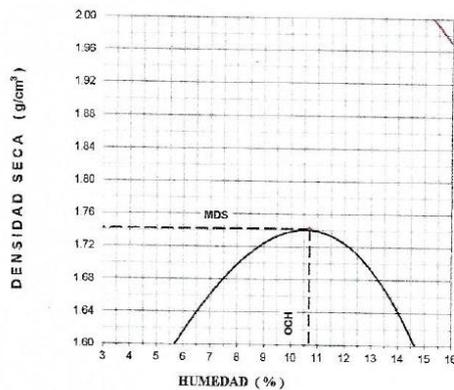
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación [kg-cm/cm³]	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,389.0		8,510.0		7,579.0	
02 - Peso del molde (g)	4,105.0		4,796.0		3,975.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,284.0		3,714.0		3,604.0	
04 - Volumen de molde, cm³	2,245.000		2,104.000		2,127.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.908		1.765		1.694	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	510.7		510.0		473.1	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.4		482.8		449.2	
09 - Peso del agua (g)	26.3		27.2		23.9	
10 - Peso del tarro (g)	210.7		210.0		177.1	
11 - Peso suelo seco (g)	273.7		272.8		272.1	
12 - Contenido de humedad (%)	9.6		10.0		8.8	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.741		1.605		1.558	
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM				
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM				
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM				
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM				
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,284.0		3,714.0		3,604.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,506.3		8,618.1		7,681.7	
03 - Peso del molde (g)	4,105.0		4,796.0		3,975.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,401.3		3,822.1		3,706.7	
05 - Peso del agua absorbida (g)	117.3		108.1		102.7	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,908.4		3,377.3		3,313.0	
07 - Absorción de agua (%)	3.0		3.2		3.1	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	22.0	121.4	11.0	74.7	5.0	49.2
1.3	45.0	219.1	23.0	125.7	12.0	78.9
1.9	73.0	338.1	37.0	185.1	19.0	108.7
2.5	115.0	516.57	54.0	257.37	33.0	168.14
3.2	155.0	686.5	76.0	350.9	39.0	193.6
3.8	210.0	920.2	105.0	474.1	54.0	257.4
5.08	240.0	1047.7	125.0	559.1	68.0	316.9
7.6	280.0	1217.7	143.0	635.5	79.0	363.6
10.16	310.0	1345.2	158.0	699.3	87.0	397.6
12.7	340.0	1472.6	176.0	775.8	98.0	435.8
Carga [%]	516.57 kgf. [38%]		257.37 kgf. [18.9%]		168.14 kgf. [12.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ingeniero Miguel Ángel Jara  
Director  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]- EXPERIMENTAL 2%**

SOLICITA	Salcedo Saavedra Iván Franklin	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TEMA	Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de almeja con	MÁXIMA DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )	1.742
FINES DE PAVIMENTACIÓN	en el centro poblado San Dioniso, distrito de Santa - Ancash	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.7
LUGAR	SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH	CBR AL 100% DE LA M D S (%)	42.6
MATERIAL	TERRENO NATURAL - C-1 Y C-2	CBR AL 95% DE LA M D S (%)	28.7
FECHA	18-Jul-2021	EMBEBIDO : 4 DIAS   EXPANSIÓN	
		ABSORCIÓN : 3.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 13.7 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CALLE 24  
Ing. Miguel Solar Jara  
CALLE 5 TOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



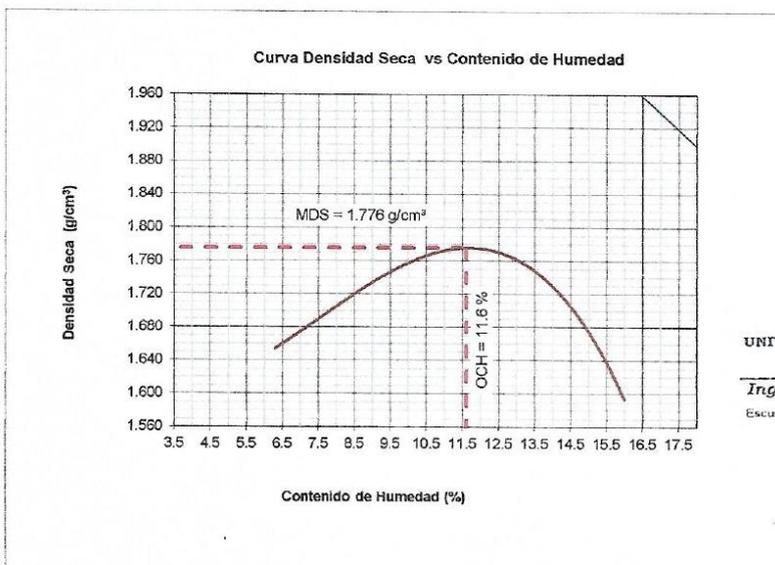
**PROCTOR MODIFICADO EXPERIMENTA 4%**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1 y C-2  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3720	3850	3951	3810
02 - Peso del Molde (g)	1981.0	1981.0	1981.0	1981.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1739.0	1869.0	1969.5	1829.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	989.0	989.0	989.0	989.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.758	1.890	1.991	1.849
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	582.4	579.1	643.7	582.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	560.2	545.2	595.9	510.7
09 - Peso del agua (g)	22.2	33.9	47.8	71.3
10 - Peso del tarro (g)	208.7	166.6	207.4	65.9
11 - Peso suelo seco (g)	351.5	378.6	388.5	444.8
12 - Contenido de Humedad (%)	6.3	9.0	12.3	16.0
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.654	1.734	1.773	1.594

Contenido Optimo Humedad 11.6 % Densidad Seca Maxima, 1.776 g/cm<sup>3</sup>



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
**Ing. Milne Solar Jara**  
 DIRECTOR  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 4%**  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : Salcedo Saavedra Iván Franklin  
**TESIS** : Estabilización de la subrasante con ceniza de concha de abanico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa – Ancash  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1 Y C-2  
**LUGAR** : SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 19/07/2021

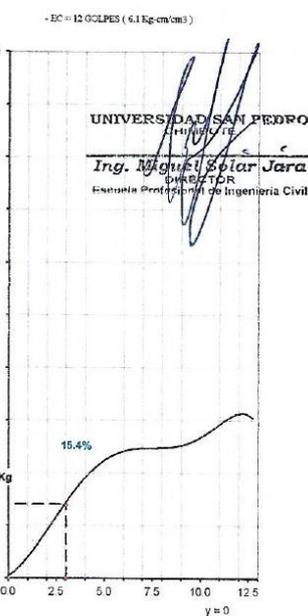
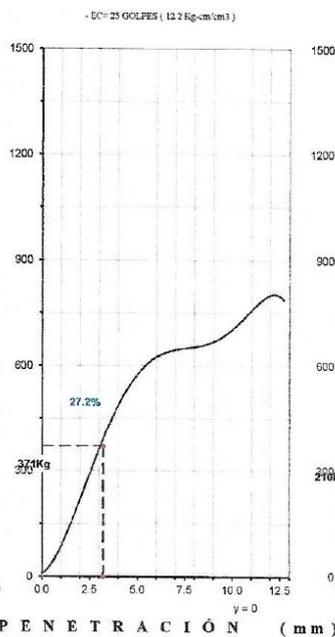
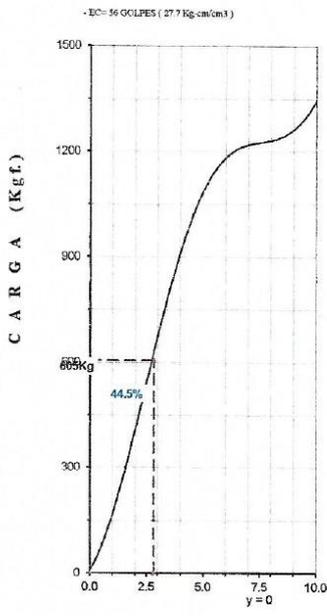
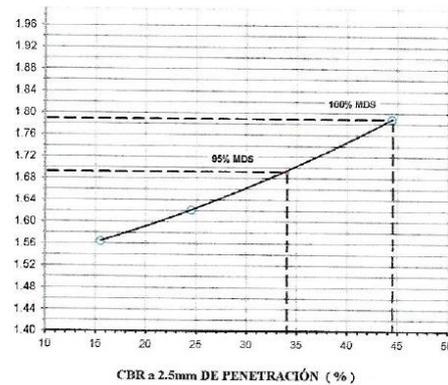
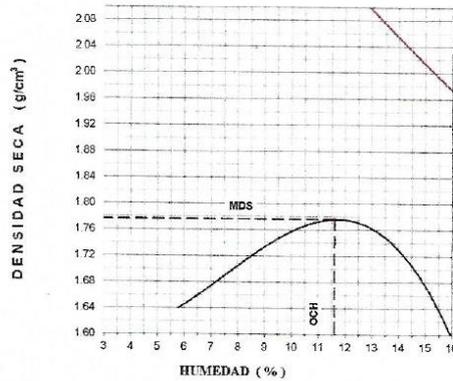
Características					
Numero de Molde	1	2	3		
Numero de Capas	5	5	5		
Numero de Golpe	56	25	12		
Energía Compactación [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]					
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,510.0	8,550.0	7,597.0		
02 - Peso del molde (g)	4,105.0	4,796.0	3,975.0		
03 - Peso suelo humedo (g)	4,405.0	3,754.0	3,622.0		
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,245.000	2,104.000	2,127.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.962	1.784	1.703		
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	510.7	510.0	473.1		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.4	482.8	449.2		
09 - Peso del agua (g)	26.3	27.2	23.9		
10 - Peso del tarro (g)	210.7	210.0	177.1		
11 - Peso suelo seco (g)	273.7	272.8	272.1		
12 - Contenido de humedad (%)	9.6	10.0	8.8		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.790	1.622	1.565		
Saturación					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01	17-Oct-16	1.00PM			
Dia 02	18-Oct-16	1.00PM			
Dia 03	19-Oct-16	1.00PM			
Dia 04	20-Oct-16	1.00PM			
Expansión, %					
Absorción					
Numero de molde	1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,405.0	3,754.0	3,622.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,634.6	8,666.1	7,696.9		
03 - Peso del molde (g)	4,105.0	4,796.0	3,975.0		
04 - Peso suelo embebido (g)	4,529.6	3,870.1	3,721.9		
05 - Peso del agua absorbida (g)	124.6	116.1	99.9		
06 - Peso del suelo seco (g)	4,018.8	3,413.6	3,329.5		
07 - Absorción de agua (%)	3.1	3.4	3.0		
Penetración					
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018					
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	24.0	129.9	13.0	83.2	57.7
1.3	47.0	227.6	15.0	91.7	78.9
1.9	75.0	346.6	39.0	193.6	87.4
2.5	128.0	571.81	72.0	333.86	210.63
3.2	158.0	699.3	79.0	363.6	236.1
3.8	213.0	933.0	108.0	486.8	270.1
5.08	244.0	1064.7	128.0	571.8	333.9
7.6	284.0	1234.7	147.0	652.5	372.1
10.16	314.0	1362.1	161.0	712.0	406.1
12.7	345.0	1493.9	179.0	788.5	457.1
Carga [%]	571.81 kgf. [42%]		333.86 kgf. [24.5%]		210.63 kgf. [15.5%]

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Sotelo Jara  
DIRECTOR  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]- EXPERIMENTAL 4%**

SOLICITA	Salcedo Saavedra Iván Franklin	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TEMA	Estabilización de la subrasante con ceniza de corcha de albarico con fines de pavimentación en el centro poblado San Dionisio, distrito de Santa - Ancash	MÁXIMA DENSIDAD SECA ( $g/cm^3$ )	1.778
LUGAR	SAN DIONISIO - SANTA - ANCASH	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.6
MATERIAL	TERRENO NATURAL - C-1 Y C-2	CBR AL 100% DE LA M D S (%)	44.6
		CBR AL 99% DE LA M D S (%)	34.0
	FECHA: 19-Jul-2021	EMBEBIDO 4 DIAS EXPANSIÓN	
		ABSORCIÓN 3.1 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN 14.7 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. *Agustín Sotlar Jara*  
 INGENIERO  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil