



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Determinar las propiedades físicas y mecánicas en subrasantes del pavimento flexible, utilizando vinaza y polímero en Guadalupe La Libertad -2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chomba Leyva, Williams Edgar (orcid.org/0000-0001-5475-5327)

Vásquez Solís Zuñiga, Willy Alonso (orcid.org/0000-0002-6460-8379)

ASESOR:

Ing. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8453)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria:

A Dios:

Por ser mi refugio, fortaleza, esperanza, y alegría,
por su grandeza y bondad permitiéndome tener
una vida de aprendizajes, experiencias, y dar un
paso importante en mi formación profesional.

Chomba Leyva, Williams E.

Quiero dedicar este presente trabajo a Dios ya que sin él no somos nada, también a familiares especialmente; a mis padres quienes construyeron a la persona que soy ahora, mi hermano que es mi ejemplo a seguir, mis hijos que son el motivo por el cual sigo a delante, para demostrarles que todo se puede en esta vida y a todas las personas que han influido para que hoy este dónde estoy.

Vásquez Solís Zuñiga, Willy Alonso

Agradecimiento:

A la Universidad y docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos, formando parte de este proceso en mi formación académica.

Chomba Leyva, Williams E.

En primer lugar, agradecer a Dios por que es quien nos guía y nos ilumina, también agradecerles a mis padres; quienes con su sabiduría y enseñanza me supieron encaminar por el buen camino y mi hermano quien me oriento y ayudo a ser la persona quien soy ahora.

Vásquez Solís Zuñiga, Willy Alonso

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| III. METODOLOGÍA..... | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 19 |
| 3.1.1 Tipo de Investigación: | 19 |
| 3.1.2 Diseño de Investigación: | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 19 |
| 3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis | 19 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 20 |
| 3.5. Procedimientos..... | 20 |
| 3.6. Métodos de análisis de datos..... | 21 |
| 3.7. Aspectos éticos | 21 |
| IV. RESULTADOS | 22 |
| V. DISCUSIÓN | 27 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 30 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 31 |
| REFERENCIAS | 32 |
| ANEXOS | 40 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1 Determinación y clasificación según su tamaño | 12 |
| Tabla N° 2 Clasificación AASHTO y SUCS..... | 13 |
| Tabla N° 3 Clasificación AASHTO M147 - ASTM D 3282..... | 14 |
| Tabla N° 4 Comportamiento de la subrasante al añadir vinaza y polímero..... | 22 |
| Tabla N° 5 Costos de vinaza y polímero..... | 22 |
| Tabla N° 6 Coordenadas de C1, C2 | 23 |
| Tabla N° 7 Características geotécnica de la subrasante..... | 23 |
| Tabla N° 8 Ensayos de Proctor modificado..... | 24 |

Índice de figuras

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura N° 1 | Cotas de nivel de subrasante..... | 11 |
| Figura N° 2 | Subrasante y estructura típica de pavimentos asfálticos..... | 12 |
| Figura N° 3 | Proceso de elaboración de alcohol y obtención de residuo de vinaza | 16 |
| Figura N° 4 | Vinaza (poza de almacenamiento) | 16 |
| Figura N° 5 | Polímeros (lineales, entrecruzados, ramificados y reticulados) | 18 |
| Figura N° 6 | Imagen satelital de carretera (balneario la Barranca) | 20 |
| Figura N° 7 | Resultados de ensayos de CBR | 24 |
| Figura N° 8 | Composición de la Vinaza..... | 25 |

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema principal determinar ¿Cómo la vinaza y el polímero determinará las propiedades físico - mecánicas de la subrasante del pavimento flexible en Guadalupe?: perteneciendo al tipo de investigación cuantitativo con una metodología de diseño cuasi experimental ya que manipula la variable independiente. La población correspondió a la carretera que va al balneario la Barranca, la muestra fue aleatoria por la existencia del mismo tipo suelo en todo el tramo. Los resultados determinaron que el suelo es una grava arenosa limosa con arena, al incorporar la vinaza y el polímero en porcentajes, se determinó que 100% de vinaza y 2% de polímero aumenta la resistencia del suelo.

Se concluye que la vinaza y el polímero mejora las propiedades físicas y mecánicas de los suelos GM.

Palabras Claves: subrasante, vinaza, polímero.

ABSTRACT

The main problem of this research was to determine how the vinasse and the polymer will determine the physical-mechanical properties of the flexible pavement subgrade in Guadalupe: belonging to the type of quantitative research with a quasi-experimental design methodology since it manipulates the independent variable. The population corresponded to the road that goes to the Barranca spa, the sample was random due to the existence of the same type of soil throughout the section. The results determined that the soil is a silty sandy gravel with sand, by incorporating the vinasse and the polymer in percentages, it was determined that 100% of vinasse and 2% of polymer increases the resistance of the soil.

It is concluded that the vinasse and the polymer improve the physical and mechanical properties of GM soils.

Keywords: subgrade, stillage, polymer.

I. INTRODUCCIÓN

El problema global de los suelos en su estado natural no es adecuado para cumplir como superficie para un tráfico de transporte eficiente de mercancías y personas.

En la revista del Banco Central de Desarrollo de América Latina (CAF), De la Peña, Elena; Díaz, Jacobo; Rodrigo, Marta; Millares, Enrique; Díaz, Lourdes; Valdés, Santiago; Canalda, Luis (2018) "Guía de Buenas Prácticas para la adaptación de las Carreteras al Clima". Se consideran cuatro medidas específicas para adecuarse a la variabilidad y cambio climático de la Ingeniería: geotecnia y taludes, hidrología y drenaje, estructuras y pavimentos. Esta guía busca los **objetivos**: ✓ Dar respuesta a temas básicos en la importancia de incorporar medidas de adaptación al clima en los proyectos de carreteras (capítulo 2). ✓ Ayudar a los responsables de formulación de políticas a identificación de medidas que puedan aplicarse a los proyectos de carreteras, desde la planificación estratégica hasta los componentes técnicos y ambientales (capítulo 3). ✓ Identificar medidas concretas que puedan implementarse en proyectos de carreteras y redes de servicios, a lo largo de sus ciclos de vida (capítulo 4). El documento permite un **método** detallado en cuatro pasos, para incorporar la gestión del riesgo en la fase de preinversión: paso 1, en realizar un análisis de amenazas a nivel de zona (comunidad, aldea, municipio, región); paso 2, desarrollar un análisis de vulnerabilidad, tanto por exposición, como por vulnerabilidad y resiliencia; paso 3, definir medidas de reducción de riesgo, valorando su costo y beneficio para decidir las más adecuadas; paso 4, es la implementación de acciones de mitigación de riesgos, evaluando sus costos y beneficios para elegir la más adecuada. La situación actual en la región de América Latina y el Caribe muestra cierta heterogeneidad entre los países (Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Paraguay, Perú)

Una contribución de CAF - Banco de Desarrollo de América Latina. La Guía de Adaptación de las carreteras al cambio climático, tiene como objetivo aumentar la comprensión, la importancia de incorporar medidas de adaptación al cambio climático en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento y gestión. (págs. 8-112)

Adams (2022) ¿Qué es la Estabilización del suelo? establece en su artículo que la estabilización del suelo es la variación de las propiedades biológicas, químicas o mecánica de suelo. Esta propiedad del suelo incluye la resistencia mecánica, la permeabilidad, la comprensibilidad, la durabilidad y la plasticidad. El suelo es una de las materias primas cruciales para cualquier proyecto de construcción.

PIARC, XXVI Congreso Mundial de Carreteras en Abu Dabi (2019) (Emiratos Árabes Unidos) llevó a cabo el 26 Congreso Mundial de Carreteras bajo el lema “Conectando culturas – Fortaleciendo economías” en estrecha cooperación entre PIARC (Asociación Mundial de la Carretera), el Comité Técnico (CT) D.4 en su informe de actividad 2016 – 2019, tratando el tema sobre la respuesta de las administraciones de carreteras a las condiciones adversa como resultado de las actividades al cambio climático, debiéndose ver el uso de prácticas y técnicas adecuadas con materiales locales u otros para la estabilización de suelos. Este Congreso corrobora su papel como un evento importante para el sector de la carretera a nivel mundial.

Cruz Carpio, Blas Loaiza Larreategui, Jorge Israel (2017) “Mejoramiento de suelos GP con vinaza”. En las zonas rurales de Ecuador se tiene caminos de cuarto orden, formados por suelos GP insuficientes. Ya que estas vías no han sido desarrolladas de la mejor manera por falta de recursos y ni siquiera están pavimentadas, ya que la mayoría de estos proyectos solo se desarrollan en vías de primera calidad. El objetivo de este trabajo es aumentar la resistencia y la capacidad de los suelos GP mediante el uso de vinaza en la construcción de caminos y carreteras. Se realizaron varios estudios de laboratorio utilizando una metodología experimental para obtener los resultados de la aplicación de las vinazas en los suelos GP. La muestra describe un suelo GP (grava mal graduada, mezcla de grava y arena; pocos o ningún fino), con la relación óptima de 50% de vinaza y 50% de agua, aumentó en 10% el CBR, de los resultados se concluye que las vinazas aumentan significativamente la resistencia debido al contacto de la mezcla con el agua. (p.p. 71,73).

Pérez García, Natalia; Pérez S. Alfonso; Garnica A. Paul (2021) “Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos estabilizados con un polímero” presentándose

tres estudios en este artículo que evaluaron la eficacia del polímero como estabilizador de suelos, uso de procedimientos de evaluación del polímero, observación de condiciones en los tres proyectos en los que se mejoran significativamente las propiedades mecánicas de los suelos, observación del efecto positivo del polímero, luego de la compactación se deja secar la mezcla por 28 días. Además, si la mezcla suelo-polímero absorbe agua en vez de perderla, sus propiedades mecánicas se ven comprometidas y su resistencia reduce. Pero si la mezcla suelo-polímero absorbe el agua y luego la pierde, aumenta su resistencia ligeramente. Los estudios evaluados muestran que dejando secar después de la compactación de la mezcla es crucial para el desempeño del material. (págs. 18 - 108).

En Perú, la red vial nacional, provincial y regional está compuesta por pavimento flexible, para la construcción de estas vías, los suelos de fundación (terreno natural), no son adecuados para soportar un pavimento rígido o flexible directo, debido que deben tratarse y mejorarse en el nivel de la subrasante.

El MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) “Manual de Carreteras – Sección Suelo y Pavimentos” recomienda que los suelos por debajo del nivel de la sub rasante, a profundidad no menor de 0.60 m, sean aptos y estables con $CBR \geq 6\%$. Y para suelos $< 6\%$ CBR (subrasante pobre o inadecuada), conviene estabilizarlos, siendo el Ingeniero encargado de analizar las soluciones más convenientes tanto técnica como económica. (págs. 20,21).

Cordova Rubin (2018) “Utilización de vinaza de caña de azúcar para estabilizar suelos cohesivos, Huancayo”. La indagación surge necesaria a la existencia de suelos cohesivos produciéndose deformaciones y asentamientos en las vías del anexo de Palian. Determinando los efectos del uso de vinaza para estabilizar suelos cohesivos que es el objetivo general y la hipótesis a probar es: los resultados del uso de vinaza para estabilizar suelos cohesivos, que serán permitidos por el manual de carreteras para subrasantes. Utilizando el método científico, investigación aplicada, diseño experimental, donde la población es el Jr. San Martín, conformado por 10 cuadras con una muestra no probabilística seleccionada por el investigador (cuadra 2 y 3). Se ha comprobado que la vinaza es ideal para estabilizar los suelos cohesivos. (págs. 90-93).

Martinez Machado M. M.(2020) “Mejoramiento de la subrasante mediante la incorporación de Polímero Polycom, en la Av. Unión de Manchay. Lima -2019”. El objetivo principal: establecer cómo el polímero Polycom mejora subrasante aplicando cantidades de 1%, 2% y 4% de Polycom. Con el método de investigación no experimental, comparando y contrastando sus hipótesis con las de otros autores concluyeron que la incorporación de fibras de PET mejora el sustrato, aumentando el valor de CBR, reduciendo la expansión según el porcentaje de PET agregado.

En el ámbito local, en las carreteras locales o vecinales solo se han colocado un afirmado con espesores variables ($e= 0.05m, 0.10m, y 0.15m$) por encima de la subrasante en su estado natural y trazo existente y por falta de mantenimientos periódicos y rutinarios estas presentan fallas físicas y mecánicas, generando poca durabilidad y malestar para los pobladores que viven cerca y transportistas que la transitan.

Con la presente investigación y como alternativa de solución se propone el uso de vinaza y polímero para mejorar la subrasante o el estado actual de las carreteras, con fin de aumentar y mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

A partir de la realidad problemática se formula el **Problema principal**: ¿Cómo la incorporación de Vinaza y Polímero determinará las propiedades físico – mecánicas en subrasante del pavimento flexible en Guadalupe la Libertad – 2022?

La **Justificación del estudio** de investigación se justifica en 3 tipos como: **Justificación Teórica**; va aportar con los efectos de la investigación a confrontar, comparar con los resultados y recomendaciones en los trabajos investigados, y así poder contribuir como un aporte mediante el uso de la vinaza y polímero para mejorar el CBR de la subrasante. **Justificación Económica**; porque reduce los costos de ejecución y mantenimiento, que se realizaran en la misma área usando el suelo natural y por la fácil adquisición y el bajo costo de los materiales a usar (vinaza – polímero). **Justificación Social**; porque reducirá el impacto ambiental en la sociedad, evitando el desgaste de erosión del suelo por el tráfico vehicular, reduciendo la emisión de partículas de polvo, mejorando en la zona en estudio su calidad de vida de los habitantes.

El **Objetivo General** planteado será: “Determinar con la incorporación de vinaza y polímero las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante del pavimento flexible en Guadalupe la Libertad -2022”.

Los **Objetivos Específicos**: (1) Determinar como la vinaza y polímero mejorará las propiedades físico – mecánicas en subrasantes del pavimento flexible en Guadalupe la Libertad – 2022. (2) Determinar los costos de las subrasantes con la vinaza y polímero en el pavimento flexible en Guadalupe la Libertad – 2022. (3) Determinar el diseño del pavimento flexible adicionando la vinaza y polímero en la sub rasante de la ciudad de Guadalupe la Libertad – 2022.

Hipótesis: la incorporación de vinaza y polímero determinara positivamente las propiedades físico - mecanicas en las subrasantes del pavimento flexible.

II. MARCO TEÓRICO

En el medio **internacional** se presentan los estudios investigados que se detallan:

Caamaño Murillo (2016) "Mejoramiento de un suelo blando mediante la incorporación de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente" concluye el porcentaje óptimo de 4% de cenizas de cascarilla de arroz aumenta el módulo resiliente (MR) y por encima >4% el MR del material decrece, recomendando como alternativa económica el empleo de cenizas de casca de arroz (págs. 31-34)

Castillo Parra, Byron (2017) "Estabilización de suelos arcillosos de Macas con estimaciones de CBR menores a 5% y límites líquidos mayores a 100%, para utilizarlos como subrasantes en carreteras" concluyen que el 16% de cal incrementa el CBR en suelos altamente plásticos y una posible disminución en los costos; requiriendo un análisis en la aplicación, tratamiento y comportamiento en campo del suelo mejorado a largo plazo (págs. 89-93)

Saldarriaga, Vásquez Cadena, & Orrego Cardoza (2019) "Mejoramiento de subrasante en Vías de Tercer Orden" determinan el óptimo porcentaje de 13% de cemento, 45% de contenido de humedad, agregando 1% de cal viva, para la estabilización de suelo con cemento, aumentando su resistencia y garantiza mayor durabilidad. (págs. 128-130).

En la Revista UIS Ingenierías; Basante Bolaños, Villacrés Martínez, & Cruz Velasco (2020) "Low resistance subgrade 2D numerical simulation stabilized with oversized granular material (boulders)" determina que el material (piedra o rajón) de sobrecarga aproximado de 10", resiste la estructura y promueve la regulación de la humedad mejorando las propiedades mecánicas de subrasantes blandas (págs. 1-17).

En la revista RIDI, Ospina García, Miguel; Chaves P., Saieth; Jiménez S., Luis Miguel (2020) "Improvement of clayey subgrades through the addition of steel waste" determinaron que incorporando el 25% de escoria de acero en subrasantes de arcilla caolinita, reducen la plasticidad hasta un 0%, y aumentan el valor CBR en un 378.92%. (págs. 185-195)

Para Gavilanes Pozo (2022) “Estudio del efecto de adición de emulsión asfáltica en las propiedades físico – mecánicas de suelos granulares, para el diseño de pavimentos flexibles”, concluyen que incorporando emulsión asfáltica en 3%, se obtuvo la M. D. S. en el ensayo Proctor Modificado. (págs. 116-120).

Toledo Cáceres (2014) “Propuesta para la utilización de vinaza y el mejoramiento de las propiedades físicas mecánicas de suelos fricciantes utilizados en subrasantes en carreteras” concluyen: (25% vinaza – 75% agua), (75% vinaza - 25% agua), son proporciones confiables para añadir vinaza a las muestras del suelo, estas cantidades mejoraron su comportamiento hidráulico de suelo mezclado con vinaza (p.p. 123, 125, 126).

Así mismo Lozano Bocanegra, Ruiz R. & Alfonso Pérez (2015) “Análisis de mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico” concluye que el porcentaje óptimo es 7% de aditivo orgánico Terrazyme (producto a base de melaza de caña de azúcar) utilizando 1litro (Terrazyme) para 33m³ de material, en una disolución de 1:500 a 1:2000 litros de agua, determinaron el aumento del CBR, mejorando la resistencia del suelo (págs. 16,32-35)

En la Revista Internacional de Contaminación Ambiental; Zúñiga & Durán de Bazña (1998) “Análisis de beneficio y riesgo potencial de la aplicación al suelo de vinazas crudas y tratadas biológicamente”, concluyen que las vinazas tratadas biológicamente son la mejor propuesta, ya que mejoran las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. (págs. 13-19)

Así mismo la Revista Pilquen; Álvarez Gonzales, García Giménez, Cáceres, & J. Ballesta (2007) “Posibilidades de utilización de Vinaza en suelos Rojos de la Mancha (ESPAÑA)” concluyen que la vinaza produce un ligero descenso de pH, y los residuos metales de este residuo orgánico es muy bajo, por lo que no supone ningún riesgo de contaminación para los suelos y cultivos (págs. 1-16)

También la Revista Industrial y Agrícola de Tucumán; Sotomayor, Morandini, Sanzano, & Quinteros (2018) "Efecto de aplicación de Vinaza en propiedades químicas y físicas del Suelo" determinaron que la lixiviación (extracción sólido-liquido) del potasio incrementa el pH y salinidad del suelo. El incremento de potasio no provocó alteraciones en las características físicas del suelo (págs. 27-33).

Para la Revista Cubana de Química, Ibarra Camacho, Roberto; León Duharte, Leandro; Osoria Leyva, Aylin (2019) "Physicochemical characterization of distillery vinasse" (Caracterización físico-química de vinazas de destilerías) determinan que este residual (vinazas) son contaminantes si se vierten sin un tratamiento previo a las aguas terrestres y marítimas (págs. 1-11).

En la Revista de Ingeniería Solidaria; Serrano Rodríguez & P. González (2019) "Análisis de variación en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados" concluyen que la mezcla de polímero con el suelo y cemento se aprecia un incremento de resistencia de compresión, variando el tipo de material (fibras naturales o sintéticas recicladas) en subrasantes (págs. 1-25).

Canaria Pineda & Martínez (2020) "Análisis de verificación de material para la colocación de afirmado en terraplenes del municipio de La Primavera – Vichada, mediante la incorporación de Polímeros Sintéticos Ecológicos" concluyen que el NANO TRACK (polímero estabilizante sintético ecológico) que aunque mejoró la capacidad portante del suelo en estado seco, pero no ofrece calidad, durabilidad y estabilidad a largo plazo en condiciones de humedad y sus características no permanecen en el tiempo. (págs. 71-74).

Ocampo Guerrero (2021) "Estudio de las propiedades físico-mecánicas y CBR de suelos cohesivos en subrasante mezclados con partículas de tereftalato de polietileno (PET)" concluye que el polímero (PET) en porcentajes de 2.5% y mayores a este mejoraron las propiedades (LL. LP. - CBR) del suelo CH (arcillas orgánicas de alta plasticidad), reduciendo en 5cm el espesor total de la estructura vial (págs. 103-106).

Méndez González (2018) "Análisis de un producto a raíz de Polímeros tanto estabilizador químico de suelos para la construcción de caminos no pavimentados" concluye que se debe analizar los productos a base de polímeros para determinar la dosificación ideal (aditivo/agua) para cada tipo de sustrato mejorando el desempeño del suelo. (págs. 59-61).

Se tiene las siguientes investigaciones que están en curso a nivel **Nacional**:

EL MTC (2014) en su Manual de carreteras (suelos, geología, geotecnia y pavimentos - capítulo IX Estabilización de suelos), ilustra diferentes metodologías de estabilización como mejorar las propiedades de un suelo a través de procesos mecánicos, agregando productos naturales, químicos, o sintéticos a realizar en suelos con subrasantes inadecuadas o pobres. (págs. 92-111).

Así mismo el MTC (2015) en su Documento técnico (soluciones básicas en carreteras no pavimentadas) establece Especificaciones Técnicas para tipos de estabilizadores de suelo, factores mínimos y máximos que deben cumplir en diseño y ejecución de obra, de acuerdo al tipo de suelo predominante y su ubicación. (págs. 1-9).

Cuadros Surichaqui (2017) "Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la subrasante en una vía departamental afirmada de la Región Junín mediante estabilización química usando óxido de calcio 2016" determina un contenido óptimo de óxido de Calcio del 3% en relación con su peso del suelo, una reducción de plasticidad de 19.08% a 4.17%, un aumento en el valor de C.B.R. de 4.85% a 15.64%, y una reducción de costos de 44.41%.(págs. 63-84)

Fernández Gálvez (2017) con su maestría "Efecto del aditivo Terrazyme en el afianzamiento de suelos arcillosos de subrasantes en la área de expansión de la urbe de Cajamarca". La adición de aditivo aumentó su capacidad del subsuelo en 19%, en otros estudios, estabilizando el suelo. Se determinó la cantidad ideal de Terrazyme de 30ml/m³.(págs. 83-92)

Barazorda Huaman (2021) "Influencia del aditivo reciente Neo Soil Dust en la Estabilización de Suelos en Caminos No Pavimentados, C.P. Naranjal, San Ramon" determina el porcentaje óptimo de 5% del líquido compuesto por bio-polímeros (Neo Soil Dust), mejorando el CBR y reduciendo la plasticidad del suelo. (pág. 116).

Bustamante Salazar (2021) en su tesis titulada "Estabilización de suelos cohesivos por adición de vinaza de *Saccharum Officinarum*, camino Rayme km. 0+000 al km. 5+010 Cutervo, Cajamarca". Determinaron como porcentaje óptimo 25% de vinaza, el cual incrementó las propiedades mecánicas del suelo tratado. (págs. 29,30)

Amaro Delgado & Jara Idme (2021) en su tesis "Subrasante mejorada agregando caucho granulado en suelos cohesivos de la Av. Punchauca, Carabayllo 2021", determinaron la proporción óptima de 6% de caucho granulado, para mejorar los firmes en suelo cohesivos y de categoría insuficiente ($CBR \geq 3\%$ a $\leq 6\%$) a bueno ($CBR \geq 10\%$ a $\leq 20\%$). (págs. 47,48).

Nesterenko Cortés (2018) en su maestría titulada "Desempeño de Polímeros estabilizadores de suelos peruanos" concluye que los polímeros como estabilizador de suelos mejoraron las propiedades físico – mecánicas, mostrando un mejor desempeño en suelos peruanos con desempeño $IP \geq 9$. (págs. 16-26).

Mendoza & Urquiza Aranzamendi (2019) en su tesis titulada "Propiedades mecánicas de un material granular y su desempeño bajo el predominio de aditivo polimérico" concluyeron que 2% con aditivo polimérico (copolímero vinyl acrílico) mejoró las propiedades y resistencia del sustrato y puede ser utilizado en proyectos viales, terraplenes o explanadas para la comprensión se requiere mayor resistencia y menor espesor (págs. 118,121).

Arnildo Huaman & De la Cruz Lozano (2019) en su tesis titulada "Mejoramiento de pavimento flexible con polímero en una carretera de Recuay-Ancash, 2019" concluyeron que el uso del polímero (plástico reciclado de botellas tipo PET), mejoró la carpeta asfáltica, con el resultado ideal de Cemento Asfáltico (5.9%), polímero (1%), presentando mayor durabilidad, rigidez y mayor resistencia. (págs. 27-36)

Del mismo modo se obtuvo información con respecto a las **Bases Teóricas:** de acuerdo a nuestro título de investigación se tienen 3 variables, que son: **Subrasante, Vinaza y Polímero.**

En la variable **Subrasante:** - Definición: Existen diferentes teorías y conceptos:

Toledo Cáceres (014) determina a subrasante como: capa natural del suelo de una carretera en el cual se colocan las demás capas (sub base y base) dependiendo los esfuerzos del suelo y las necesidades del proyecto. (pág. 17)

Menéndez Acurio (2016) define a la subrasante como: la composición de suelo natural compactado, material de transporte y suelo mejorado, etc. (pág. 38).

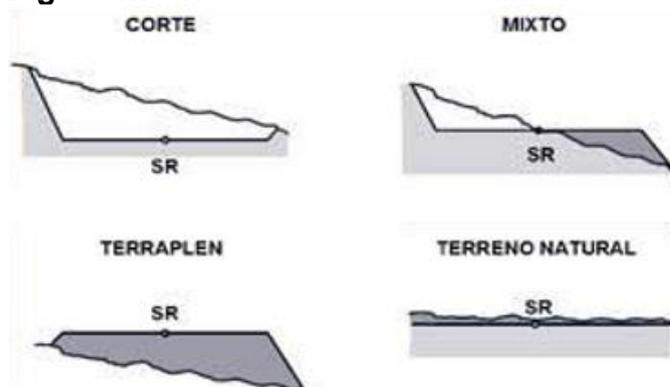
Para Castillo Parra (2017) subrasante: capa debajo de la conformación del pavimento, asumiendo como base de la estructura (pág. 24).

Para Gavilanes Pozo (2022) está conformada por varias líneas rectas, curvas verticales unidas de una pendiente a otra, denominando subrasante a la base de conformación del pavimento, generalmente el terreno natural. (pág. 34).

Según Cuadros Surichaqui (2017) define a la subrasante como la capa básica del suelo que conforma un camino, a nivel de corte o relleno, cuya función es soportar la conformación del pavimento, según requerimientos de soporte y resistencia, teniendo en cuenta su sensibilidad a la humedad y los posibles cambios volumétricos. (págs. 15,16).

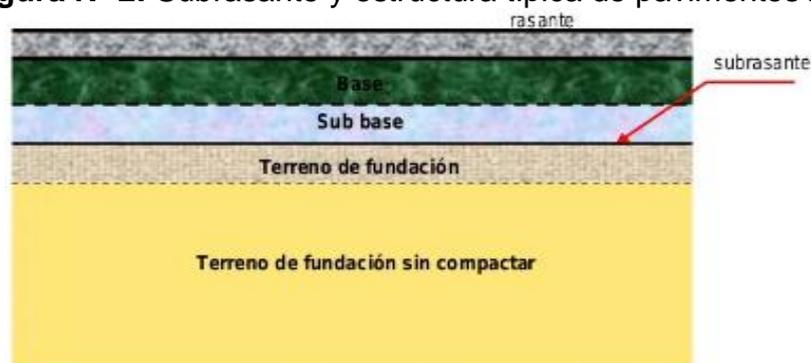
La **subrasante** es la nivelación terminada entre dos o más puntos de la carretera que sirve para soportar la estructura del pavimento, conformada por un suelo natural, seleccionado o preparado producto de los movimientos de tierra (cortes, relleno, mixto o terraplén).

Figura N.º 1: Cotas de nivel de Subrasantes



Fuente: http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/html/concepto.html

Figura N° 2: Subrasante y estructura típica de pavimentos Asfálticos



Fuente: Libro de Pavimentos 2015-UNI-PERU

- **Características de la subrasante;** entre estas tenemos a las físicas referidas a su **Granulometría:** el cual nos permite conocer su distribución de tamaños, textura porosidad y color de sus partículas que conforman el suelo. Se describen los suelos más comunes: los términos “**Arenas**” y “**Gravas**” (ripios o cantos rodados): se refieren a agregados de rocas y minerales que se han agregado sin cohesión, las arenas se definen como partículas de menos de 2 mm y las gravas o agregados mayores de hasta 15 o 20 cm de tamaño.

Los **limos Inorgánicos** son superficies granulares delgadas con poca o ninguna plasticidad. Los **limos orgánicos** son superficies de gránulos finos más o menos plásticos. **Las arcillas** se combinan a partir de partículas microscópicas y submicroscópicas que resultan de su descomposición química de los constituyentes de las rocas. **Las turbas**, son agregados fibrosos de materia orgánica a gran y pequeña escala. Terzaghi & B. Perck (1973) (págs. 5-8)

El MTC (2014) determina y clasifica según función a su dimensión (p.30,31)

Tabla N.º 1: Determinación y Clasificación según su tamaño

| Tipo de Material | | Tamaño de las partículas |
|------------------|--------------|---|
| | Grava | 75mm - 4.75mm |
| | Arena | Arena Gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm Arena Fina: 0.425 mm – 0.075 mm |
| Material | Limo | 0.075 mm – 0.005 mm |
| | Fino Arcilla | Menor a 0.005 mm |

Fuente: MTC - Sección Suelos y Pavimentos

En cuanto a sus propiedades mecánicas se puede considerar a la **permeabilidad y porosidad**: que es la capacidad que tiene el suelo para dejar pasar (permeable) o no dejar pasar (impermeable) un líquido o fluido en un tiempo dado, que, de acuerdo a su porosidad del material, su densidad del fluido y la temperatura definirán esta propiedad del suelo.

La **Plasticidad o Consistencia**: propiedad del suelo que tiende a deformarse o a la ruptura al tener un contenido natural de agua o ser sometido a un contenido de humedad.

- **Clasificación de la subrasante**: determinadas las características de los suelos su clasificación se efectuará bajo los sistemas de clasificación AASHTO y ASTM (SUCS). MTC (2014), más difundidos. (p. 32,34)

Tabla N.º 2: Clasificación AASHTO Y SUCS

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

Fuente: MTC - Sección Suelos y Pavimentos

Tabla N.º 3: Clasificación AASHTO M 147 – ASTM D 3282

| Clasificación General | Suelos Granulares 35% máximo que pasa x tamiz 1.075mm (Nº 200) | | | | | | | Suelos Finos más de 35% pasa x tamiz 1.075mm (Nº 200) | | | | |
|---|---|---------|--------------|--------------------------------------|---------|---------|------------------------|--|---------|-------------------|------------------------|------------------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | |
| Clasificación de Grupo | A-1-a | A-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7-5 | A-7-6 |
| Analisis granulométrico | | | | | | | | | | | | |
| % que pasa por el tamiz de: | | | | | | | | | | | | |
| 2 mm (Nº 10) | máx. 50 | | | | | | | | | | | |
| 0.425 mm (Nº 40) | máx. 30 | máx. 50 | máx. 51 | | | | | | | | | |
| F: 0.075 mm (Nº 200) | máx. 15 | máx. 25 | máx. 10 | máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | máx. 35 | mín. 36 | mín. 36 | mín. 36 | mín. 36 | mín. 36 |
| Características de la fracción que pasa el 0.425 (Nº 40) | | | | | | | | | | | | |
| Características de la fracción que pasa del tamiz (Nº 40) | | | | | | | | | | | | |
| LL: Limite Liquido | | | | máx. 40 | mín. 41 | máx. 40 | mín. 41 | máx. 40 | Mín. 41 | máx. 40 | mín. 41 | mín. 41 |
| IP: Indice de Plasticidad | máx. 6 | máx. 6 | NP | máx. 10 | máx. 10 | mín. 11 | mín. 11 | máx. 10 | máx. 10 | mín. 11 | mín. 11 ^(a) | mín. 11 ^(b) |
| Tipo de Material | Piedras, gravas y arenas | | Arenas Finas | Gravas y arenas limosas o arcillosas | | | | Suelos Limosos | | Suelos arcillosos | | |
| Estimación general del suelo como sub rasante | Excelente a bueno | | | | | | Regular a insuficiente | | | | | |

(a) IP (subgrupo A-7-5) es = o < que LL-30

(b) IP subgrupo A-7-6: es = o < que LL-31

- De requerir relacionar los grupos con el Índice de grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4 (5), A-7-5 (17), etc.

IG= (F-35) [0.2 +0.005 ((LL-40))+ 0.01 (F-15) (IP-10).

Fuente: MTC

Los ensayos en laboratorio determinaran sus características mecánicas, químicas y físicas de los suelos, conforme el manual de ensayo de carreteras del MTC vigente, entre estos se puede manifestar los tipos a realizar de acuerdo a nuestra investigación:

Ensayos Estándar y Especiales: Materiales para Terraplenes:

- Análisis Granulométrico ASTM D-422, MTC E 107 (por tamizado)
- Humedad Natural: MTC E 108
- Límite Líquido: ASTM D-4318, MTC E 110
- Límite Plástico e I.P.: ASTM D-4318, MTC E 111
- Límite de Contracción (si se tiene alta la actividad de los finos) MTC E112
- (CBR) California Bearing Ratio: ASTM D-1883, MTC E 132; o Módulo de Resiliente de suelos de subrasante y materiales de terraplén sin tratar, ensayos AASHTO T 292; o ensayo AASHTO T 307
- Relación Humedad – Proctor Modificado (densidad compactada a la energía) ASTM D-1557, MTC E 115

En la variable **Vinaza**: - Definición: se tiene las teorías investigadas como:

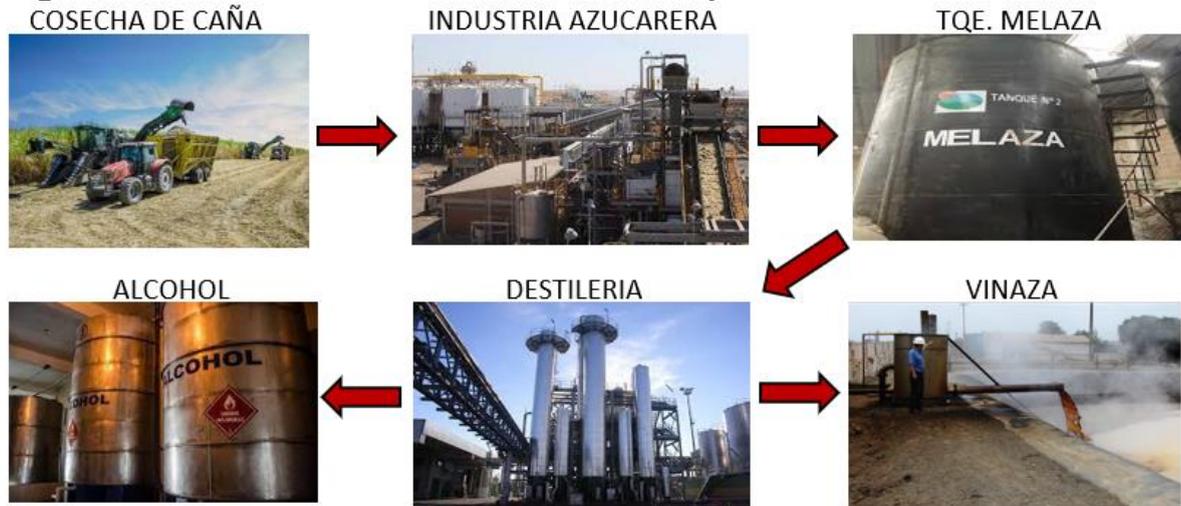
Bustamante Salazar (2021) determina a la vinaza como el líquido residual removido durante la filtración del extracto de caña de azúcar. Por ser un aglomerante natural bajo en potasio y alto en calcio, nitrógeno y fósforo, mejora las propiedades del suelo. (Montenegro y Menjívar, 2014).

También la Revista Informativa sobre innovaciones en materia productiva del sector (2016) México. Se basa en la idea de que el principal residuo orgánico que queda de la destilación y fermentación del jugo de la caña de azúcar. Un líquido de color café expreso con aroma a dulce, produciéndose de 12 a 15 litros de vinaza por cada litro de alcohol.

Así mismo Toledo Cáceres (2014) define como un subproducto de alto volumen, produciéndose de 14 litros de vinaza por cada litro de alcohol aproximadamente.

- **composición de vinaza:** la composición es química y variable dependiendo del método de conducir la fermentación alcohólica, como el uso de levaduras, residuos y materias primas.

Figura N° 3: Proceso de elaboración del Alcohol y residuo Vinaza



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4: Vinaza (poza de almacenamiento)



Fuente: <https://intucuman.info/>

En la variable **Polímero**: - Definición: tenemos a las teorías investigadas:

La palabra polímero se refiere a una molécula que consiste en repetir una unidad simple: monómeros, que es la pequeña molécula con la que se forma la palabra polímero del griego: (πολύ) poli = muchos; (μέρος) meros = parte, mono = uno. (Ravve 2013).

Para Gutiérrez Valencia, Chito T. & Cuervo Ochoa (2019) "Polymers: Generalidades y tendencias de Investigación en Colombia" identifica los polímeros

como compuestos que consisten en moléculas grandes unidas por moléculas pequeñas llamadas monómeros (pág. 13).

Serrano Ramos & Mendizábal Mijares (2015) en su libro “Introducción a la Ciencia de los Polímeros” los califica como macromoléculas formadas por la combinación de diversas unidades repetitivas. Los polímeros suelen contener enlaces covalentes de los átomos de carbono que forman la columna vertebral de la cadena polimérica. (pág. 2).

Lomparte Cabanillas & Sánchez Neglia (2019) señala al polímero como un compuesto constituido por macromoléculas, resultado de largas redes de uno o diferentes tipos que repiten una sola unidad llamada monómero; si esta se forma de uniones de un mismo monómero se llaman homopolímero, y formados por más de un tipo de monómero se llaman copolímero. (pág. 34)

Así mismo Hermida, Élida; Minist. Educ., Ciencia y Tecnología - Instituto Nacional de Educación Tecnológica (2011) manifiesta que los polímeros son estructuras moleculares masivas formadas por “eslabones” orgánicos llamados monómeros, formados por átomos de carbono y capaces de formar grupos laterales o radicales con uno o más átomos. (pág. 14).

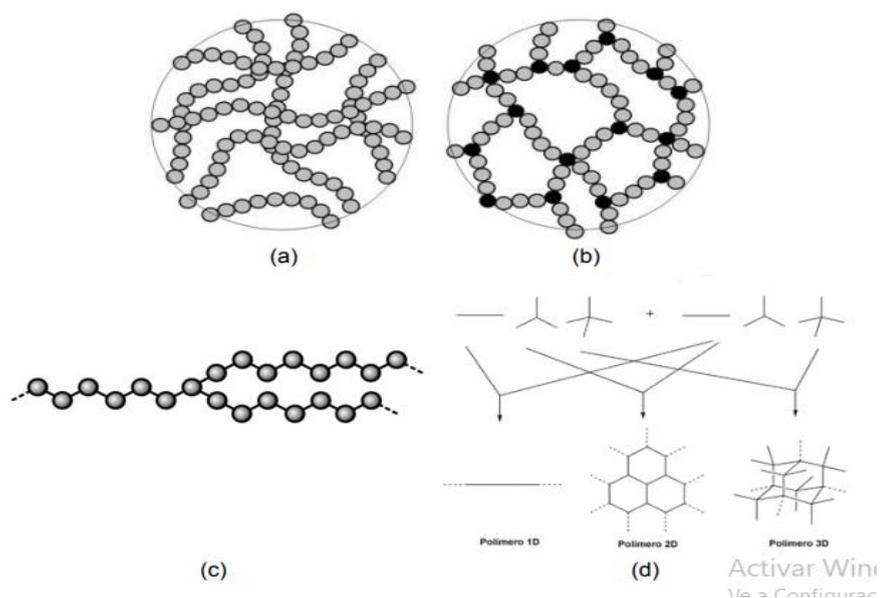
Clasificación de los Polímeros: Élida Hermida los clasifica: según su Origen (Polímeros Sintético y Polímeros Naturales) y Según la estructura de cadena (lineal, ramificado, entrecruzado, homopolímero y copolímero).

Según su Origen: Polímeros Sintéticos, se obtienen a partir de materias primas de bajo peso molecular mediante procesos de polimerización controlados manualmente como: Plásticos: polietileno; Elastómero: caucho; Termorrígidos: baquelita; Fibras: poliéster. **Polímeros Naturales,** se extraen de animales marinos, vegetales e incluso bacterias como son el almidón, celulosa, etc.

Según su Estructura Molecular: Polímero Lineal, siempre se repite el mismo tipo de asociación. **Polímero Ramificado,** con cadenas laterales unidas a la cadena principal. **Polímero Entrecruzado,** se forman enlaces entre cadenas adyacentes. **Polímero Homopolímero,** aquellos polímeros en los que todos los monómeros que

los componen son iguales. **Polimero Copolímeros**, consisten en dos o más monómeros diferentes.

Figura Nº 5: Polímeros: a) lineales, b) entrecruzados, c) ramificados y d) reticulados.



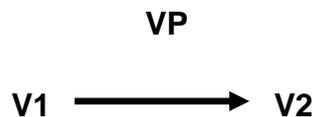
Fuente: <http://ecucei.com/polimeros/>

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación:

Pertenece al tipo cuantitativo, cuasi experimental porque se enmarca en estudios cuyo objetivo es mejorar e identificar las características mecánicas de la subrasante a partir de cambios pretendidos en las variables que lo componen.



V1: Observación del Suelo Natural

VP: Vinaza (100%) + Polímero (1%, 2% y 3%)

V2: Observación de Suelo Natural estabilizado con Vinaza y Polímero

3.1.2 Diseño de Investigación:

Con diseño cuasi experimental, acuerdo a la metodología de la investigación por lo que se está jugando con la variable independiente. Realizado con pruebas de laboratorio para determinar el porcentaje ideal y las características físicas y mecánicas de la subrasante.

3.2. Variables y operacionalización

- **Variable Independiente:** Vinaza y Polímero (PVA, PVOH)
- **Variable Dependiente:** Subrasante (grava limosa con arena GM)

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población estudiada fue conformada por la carretera que conduce a uno de los balnearios del Distrito de Guadalupe, en este estudio se consideró el suelo de la carretera que va al balneario la Barranca que cuenta con una distancia de 13+800 km. situado al suroeste de la ciudad de Guadalupe, cerca al km 702 de la Panamericana Norte.

Las muestras tomadas en esta investigación fueron aleatoria simples no probabilísticas de conveniencia a nuestro criterio, existiendo en todo el

kilometraje al balneario el mismo tipo de suelo, se realizaron dos (02) calicatas en el primer kilómetro a una distancia de 500ml., a profundidad de 0.00mt-1.50mt, en los puntos siguientes: M1 en el km 0+100 Coordenadas (17M 666512, 9197628) y M2 en el km. 0+600 Coordenadas (17M 665926, 9197342), iniciando desde km 0+000. desvío al balneario " La Barranca".

Figura Nº 6: Imagen Satelital de Carretera (balneario la Barranca)



Fuente: Propia con datos imagen de Gooogle Earth

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Entre ellas tenemos: inspección directa, haciendo el recorrido en todo el tramo de la carretera, como también obteniendo información de fuentes confiables y recolección de datos existentes de estudios similares realizados.

3.5. Procedimientos.

Para avanzar la investigación se buscó información de proyecto y artículos pertenecientes a las variables independientes (Vinaza y Polímero a usar (PVOH)). La investigación de campo se realizó utilizando muestras de suelo, seguida de las pruebas Proctor Modificado y CBR. (suelo natural, como experimental).

3.6. Método de Análisis de Datos

Para el presente estudio se aplicarán ensayos mecánicos de suelos a las muestras recolectadas tanto en su estado natural como en condiciones experimentales (inclusión de vinaza al 100% y polímero en 1%, 2% y 3%), con el objetivo de determinar la proporción ideal de las variables independientes, alcanzar el objetivo general, y proporcionar a los resultados del estudio un grado de fiabilidad.

3.7. Aspectos éticos

Se consideración principios éticos de legalidad teórica para garantizar la integridad de esta investigación. Esto incluye proteger y defender los derechos de autor citados tanto nacionales como internacionales, así como adherirse a los lineamientos establecidos por la universidad. Sobre esta base presentar los resultados positivos y dar una solución amplia.

IV. RESULTADOS

- **Resultados según objetivo general:** se determinaron con la incorporación de vinaza y polímero las mejoras características en la subrasante según la tabla:

Tabla N.º 4: Comportamiento de la subrasante al añadir vinaza y polímero´

| Tipo de patrón | Características físico - mecánicas | Subrasante |
|--------------------------------------|------------------------------------|---|
| Suelo mezclado con vinaza y polímero | Estabilidad Volumétrica | Resistencia a las deformaciones y rupturas. |
| | Durabilidad | Resistencia al interperismo, erosión o abrasión de tráfico. |
| | Rigidez | Resistencia a la fatiga producto de las cargas vehiculares. |

Fuente: Elaboración con datos propios del investigador.

- **Resultados según el objetivo específico:** costos de vinaza y polímero para subrasante.

Tabla N.º 5: Costos de vinaza y polímero.

| Producto | Empresa | Und. | Cant. | Costo S/ ó \$ |
|----------------------|--|------|-------|---------------|
| Polímero (PVA, PVOH) | Consorcio Químico Barrera Pacifico Sac | kg | 600 | S/ 15.00 |
| Vinaza | Grupo Transwap Sac | Tn | 30 | S/ 1,770.00 |
| Cloruro de Calcio | Quimpac Sac | Tn | 30 | \$ 4,779.00 |

Fuente: Elaboración con datos propios del investigador.

Se aprecia los precios de cotización (polímero y vinaza) y una comparación de precio entre la vinaza con el cloruro de calcio, siendo la vinaza más barata (S/.) ante el cloruro de calcio (\$), producto químico usado para estabilizar suelos. (ver comprobantes en Anexos N°3).

- **Exploración de campo:** con el fin de observar y recopilar datos, se realizaron exploraciones de calicatas in situ, se identificaron dos puntos de excavación con el fin de recolectar muestras representativas del suelo que serán examinadas en el laboratorio de suelos.

Tabla N.º 6: Coordenadas de C1,C2

| Calicata | Ubicación Prog. | Coord. UTM (WGS 84) | | | Profundidad (mts.) | Tipo | Kg. |
|----------|--------------------|------------------------|--------|-----------|-----------------------|------|-----|
| | | Norte | Este | lado | | | |
| | | C1 | 0+100 | 9197628 | | | |
| C2 | 0+600 | 9197342 | 665926 | Izquierdo | 0.00 – 1.50 | saco | 200 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Identificación de las características geotécnicas del suelo:** para conocer sus características geotécnicas, se llevaron a cabo los ensayos a las muestras del suelo natural.

Tabla N.º 7: Características geotécnicas de la subrasante. Granulometría por tamizado (ASTM D422) y Contenido de humedad (ASTM D2216).

| Calicatas | C1 (km. 0+100) | C2 (km. 0+600) |
|----------------------|---|---|
| Tipo de suelo | grava limosa con arena | grava limosa con arena |
| SUCCS | GM | GM |
| AASTHO | A-1-b (0) fragmentado de rocas y arena | A-1-b (0) fragmentado de rocas y arena |
| L.L. | N.T. | N.T. |
| L.P. | N.T. | N.T. |
| I.P. | N.T. | N.T. |
| Contenido de humedad | 1.66% | 1.23% |

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia un mismo tipo de suelo (Tabla N° 7), siendo una grava limosa con arena, no presentando límites de Atterberg en ninguna de las dos muestras.

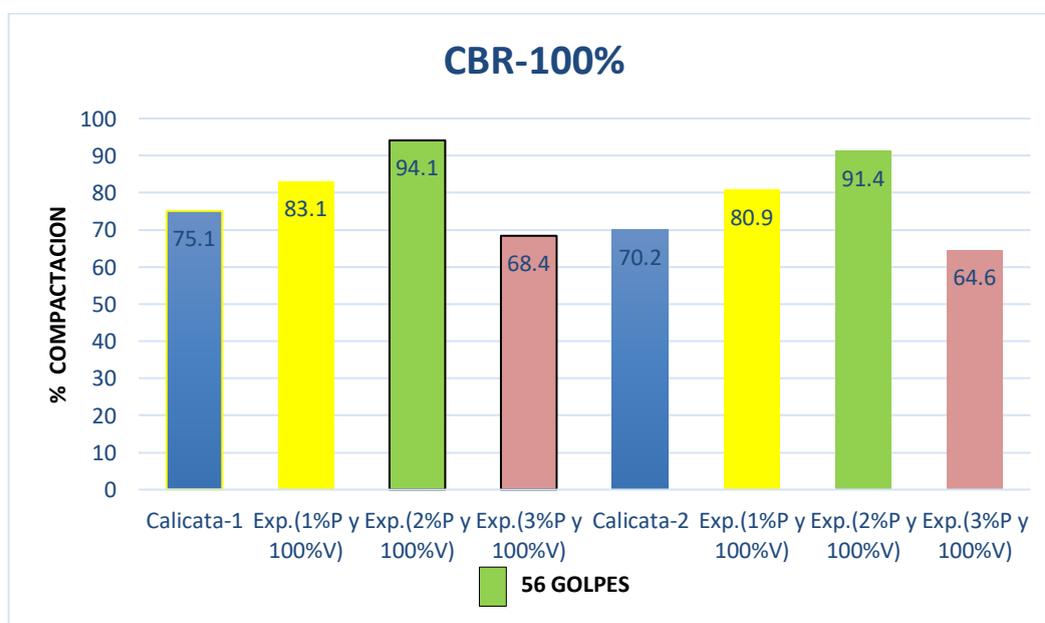
Tabla N.º 8: Ensayos Proctor Modificado:

| Calicata | Suelo Natural | | Experimental 1% | | Experimental 2% | | Experimental 3% | |
|-----------|-----------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| | O. Hum. % | MDS. g/cm ³ | Op. Hum. % | MDS. g/cm ³ | Op. Hum. % | MDS. g/cm ³ | O. Hum. % | MDS. g/cm ³ |
| | C1 | 5.5 | 2.296 | 7.8 | 2.249 | 5.3 | 2.293 | 6.7 |
| C2 | 5.2 | 2.287 | 6.2 | 2.290 | 6.8 | 2.266 | 6.3 | 2.287 |

Fuente: Resultados de laboratorio Mecánica de Suelos Terzaghi.

Utilizando vinaza al 100% y polímero al 1%, 2% y 3%, se realizó y determinó la humedad ideal como la densidad máxima seca. El experimento arrojó los mejores resultados para C1 al 2% de polímero y C2 al 1% de polímero, en comparación con los resultados del suelo natural.

Figura N.º 7: Resultados de ensayos de CBR.



Fuente: Resultados de laboratorio Mecánica de Suelos Terzaghi

Las pruebas de CBR se realizaron tanto en suelo natural como de forma experimental, con la adición de vinaza al 100% y polímero en 1%, 2% y 3%, siendo el 100% de la MDS, que mejores resultados arrojó. En el experimento

de la calicata **C1** con (100% vinaza y 2% polímero), con una expansión=1.0%, absorción=1.9%, humedad de penetración=7.2%, se obtuvo una **MDS= 2.293gr/cm3**, un **OH=5.3%** y un **CBR 100%=94.1%**, respecto a su suelo natural (CBR=75.3% y OH=5.5%), ambas muestras compactadas a 56 golpes.

En el experimento de la calicata **C2** con (100% vinaza y 2% polímero), con una expansión=1.3%, absorción=1.5%, humedad de penetración=8.3%, se obtuvo una **MDS= 2.266gr/cm3**, un **OH=6.8%** y un **CBR 100%=91.4%**, respecto a su suelo natural (CBR=70.2% y OH=5.2%), ambas muestras compactadas a 56 golpes.

- **Características físico químicas de la vinaza:** su composición varía según el método de fermentación alcohólica. Se puede obtener de 3 fuentes: melaza (concentrada), jugo directo del molino y mixta (mezcla de jugo y melaza). La alta proporción de minerales, materia orgánica y elementos esenciales de la planta las particularmente corrosivas por su pH ácido (4.5 – 5.4), se recomienda almacenar en recipientes plásticos.

Figura N.º 8: Composición de la Vinaza.



Fuente: https://www.gob.mx/file/171932/Nota_Informativa_Septiembre_Vinazas.pdf

- **Características físico químicas del polímero (POV, PVOH):** Inicialmente fue preparado por Hermann y Haehnel en 1924.

Descripción física: Crema blanca inodora, gránulos o polvo (como se advierte en la primera imagen de este artículo).

Olor: Inodoro.

Punto de ebullición: 644° F a 760 mmHg (aproximadamente).

Punto de fusión: 442° F (experimenta descomposición).

Punto de ignición: 175° F (79° C) vaso abierto.

Solubilidad en agua: Es soluble, incrementándose la solubilidad al disminuir el peso molecular del polímero.

Solubilidad: es soluble en etanol, pero insoluble en otros solventes orgánicos. Es insoluble en solventes provenientes del petróleo. Prácticamente insoluble en aceites vegetales y animales, en hidrocarburos aromáticos, ésteres, éteres y acetona.

Densidad: 1,19 – 1,31 g/cm³.

Presión de vapor: Casi inexistente.

Estabilidad: es estable si las condiciones de almacenamiento son las recomendadas.

Descomposición: cuando se calienta a más de 200° C se descompone, emitiendo un humo acre e irritante.

Viscosidad: 4,8 y 5,8 mPa

pH= 5.0 a 6,5 (solución al 4%).

V. DISCUSIÓN

- En los resultados del trabajo se pudo apreciar que el suelo determinado clasifica como GM grava arena limosa sin plasticidad, con los ensayos obtenidos se pudo determinar que lo óptimo es usar 100% de vinaza, y al incorporar un polímero en 2% (PVA o PVOH), soluble al agua e insoluble a productos provenientes del petróleo o aceites vegetales, animales, de buena viscosidad, con capacidad emulsionante adhesiva, pudiendo soportar tensiones fuertes), se obtuvo los mejores resultados tanto en Proctor Modificado como en CBR al 100%, mejorando las características mecánicas del suelo.
- De los resultados de nuestra investigación se determina que la incorporación de la vinaza y el polímero mejora positivamente las propiedades físico – mecánicas en las subrasantes que tengan una clasificación de suelo GM (grava arena limosa sin plasticidad), concordando con nuestra hipótesis planteada.
- Por otro lado, no concuerda con Toledo Cáceres (2014) en la proporción de 25% de vinaza – 75% agua o viceversa, ya que ambos suelos no presentan límites de Atterberg por ser granulares, arenosos y al incorporar este líquido (vinaza) tienden a drenarse con mucha facilidad y secarse rápidamente.
- En lo referente a Cruz Carpio, Blas Loaiza Larreategui, Jorge Israel (2017), se discrepa en cuanto a su relación óptima de 50% vinaza, 50% agua, por tener un suelo GP (grava mal gradada, mezcla de grava – arena, poco o ningún fino), este tipo de suelo no presentan cohesión y son permeables, teniendo a drenarse con mucha facilidad y para evitar que la subrasante no se vea afectada por la erosión, como el constante tráfico, se requiere un porcentaje mayor de vinaza para que esta mejore las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, creando una fina capa de rodadura sellada e impermeable en todo el ancho de la superficie mejorada.

- En acorde con Cordova Rubin (2018) al utilizar la vinaza para estabilizar suelos cohesivos, se coincide que la vinaza si estabiliza este tipo de suelo presenta pequeña ligación de partículas y al mezclado con vinaza, esta se adhiere permitiendo que quede sellada e impermeable al ser generado por los neumáticos de los vehículos que la transitan.
- Con respecto a la investigación de Bustamante Salazar (2021), al analizar sus resultados se puede determinar que el 25% de Vinaza mejora un suelo cohesivo con presencia de limos inorgánicos, debido a la plasticidad que presenta el suelo, obteniendo mayor resistencia $CBR=15.8\%$, logrando estabilizarlo y mejorando las características mecánicas del suelo.
- De las investigaciones mencionadas se puede determinar que para obtener un óptimo porcentaje de vinaza o incorporar un polímero natural o producto químico se debe determinar con ensayos en laboratorio, tanto en su estado de suelo natural como experimental.
- Así mismo con respecto a las investigaciones realizadas que usaron polímeros, estos ya sean tanto naturales como artificiales utilizados en diferentes tipos de sustratos demostraron que han mejorado el desempeño de los suelos como también en pavimentos flexible o rígido, en nuestro caso y en la actualidad se vienen usando diferentes tipos de polímero mejorando las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.
- Nuestra investigación también concluyo que al mezclar el polímero (PVA o PVOH), con la vinaza y el suelo aumentaron más la resistencia al corte del suelo (CBR).
- Dado los resultados obtenidos en nuestra investigación se considera positivamente una alternativa de solución la aplicación de vinaza y polímero en las proporciones señaladas en los puntos iniciales para los tipos de suelos granulares, como también para los tipos de suelos limos - arcillosos, pero en porcentajes menores por la plasticidad que presentan estos sustratos, teniendo que controlar y mejorar el IP (Índice Plástico) del suelo. Este valor de IP debe tener una plasticidad entre baja y no plástico

para lograr mejorar las características físico mecánicas de un suelo. Este resultado se determina de las comparaciones con otras bibliografías estudiadas donde se encontró diferencias y semejanzas por tener diferentes tipos de suelo.

- Se pudo comparar y comprobar que la vinaza utilizando al 100% y el polímero usado en la proporción (2%), reducen los costos de ejecución y operación en un 50% a más en comparación al usar cloruro de calcio y otros productos como la cal, cemento, asfaltos y otros químicos utilizados en el mejoramiento y estabilización de suelos.

VI. CONCLUSIONES

- La Vinaza se puede aprovechar por su abundante producción de residuo del alcohol y su bajo costo, con otros productos químicos o naturales para mejora las propiedades mecanicas de los suelos, contribuyendo con el medio ambiente y cambio climático.
- La proporción en la cual se logró la mejor densificación para suelos GM (grava limosa con arena), es usando 100% de vinaza incorporando a este el 2% de polímero (PVA o PVOH), en relación a su peso, mejorando las propiedades mecanicas del suelo.
- En suelos mejorados con afirmados se puede utilizar esta proporción de vinaza 100% y polímero 2%, a espesores de: $e=15$ cm, 20cm. Siendo el más factible ($e= 15$ cm) por la reducción de su costo de ejecución.
- Para suelos de tipo limos orgánicos, más o menos plásticos a plásticos especialmente para estos dos últimos se debe combinar con otro tipo de suelo o agregado debiendo ser más granular para disminuir y mejorar su índice de plasticidad (IP), debiendo tener un valor entre: $IP= 4$ a 6 , este tipo de rango es muy importante para lograr una buena homogenización entre el sustrato, vinaza y polímero logrando el mejoramiento y la estabilización de un suelo, reduciendo los costos de mantenimiento para un buen periodo de vida.
- Se debe investigar la existencia de diferentes tipos de materiales y/o residuos ya sean sólidos o líquidos que se obtienen con la fabricación de otros productos para usarlos o mejorarlos y así reducir la contaminación del medio ambiente.

VII. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar más investigaciones sobre los productos químicos y naturales como la vinaza y el polímero (PVA o PVOH), que tienen el potencial de mejorar las subrasantes.
- Se recomienda el uso de vinaza en otro tipo de suelo, previos ensayos en laboratorio que determinen la dosificación ideal.
- La dosificación 100% vinaza y 2% polímero que se obtuvo en este estudio se puede aplicar como impermeabilizante en suelos que hayan sido mejorados con afirmados evitando su erosión y desgaste producto de la falta de mantenimiento periódico en las carreteras de tercera clase o trochas carrozables.
- La mezcla e incorporación de polímero (PVA o PVOH), en vinaza debe ser a temperatura menor o igual a 20° C, en un recipiente por separado quedando bien diluido con mezclador manual, eléctrico o con batería portátil, verificando su densidad producto de la homogenización de estos dos productos.
- Se recomienda tanto a las industrias que generan desechos, como al estado en controlar e invertir en los productos considerados como residuos para transformarlos o mejorarlos y darle otro tipo de uso que puedan ser benéficos para nuestro país y poder contribuir en la reducción y contaminación de nuestro planeta tierra.

REFERENCIAS

[Adams, T. \(2022\). What is Soil Stabilization \(Que es la Estabilizacion de Suelos\). Global Road Technology \(GRT\), Articulos de la Industria. Obtenido de https://globalroadtechnology.com//what-is-soil-stabilization/](https://globalroadtechnology.com//what-is-soil-stabilization/)

[Álvarez Gonzales, A., García Giménez, R., Caceres, I., & Jiménez Ballesta, R. \(18 de Diciembre de 2007\). "Posibilidades de Aplicación de Vinazas en suelos Rojos de la Mancha \(ESPAÑA\)". Revista Pilquen\(18\), 16. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2705851.pdf](https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2705851.pdf)

[Amaro Delgado, F. K., & Jara Idme, Y. \(2021\). "Subrasante mejorada aplicando caucho granular en suelos cohesivos de la venida Punchauca – Carabayllo, 2021" Tesis. Lima, Peru: Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12692/79170](https://hdl.handle.net/20.500.12692/79170)

[Arnildo Huaman, L. S., & De la Cruz Lozano, N. E. \(2019\). "Mejoramiento del pavimento flexible con polímero de la carretera Huaraz-Recuay-Ancash, 2019" - TESIS. Ancash: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12692/52535](https://hdl.handle.net/20.500.12692/52535)

[Barazorda Huaman, G. \(2021\). "Influencia del Aditivo Neo Soil Dust en la Estabilizacion de Suelos en Caminos No Pavimentados, C.P. Naranjal, San Ramon" Tesis. Huancayo, Peru: Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12848/2934](https://hdl.handle.net/20.500.12848/2934)

[Basante Bolaños, E., Villacrés Martínez, M., & Cruz Velasco, L. \(2020\). "Low resistance subgrade 2D numerical simulation stabilized with oversized granular material \(boulders\)". Revista UIS ingenierías, 17. Obtenido de https://doi.org/10.18273/revuin.v20n3-2021004](https://doi.org/10.18273/revuin.v20n3-2021004)

[Bustamante Salazar, F. L. \(2021\). "Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de vinaza de Saccharum Officinarum, carretera Rayme km. 0+000 al km. 5+010, Cutervo, Cajamarca" -TESIS. Cutervo, Cajamarca: UCV-Institucional. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12692/74799](https://hdl.handle.net/20.500.12692/74799)

[Caamaño Murillo, I. A. \(2016\). "Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente" Tesis. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de http://hdl.handle.net/10654/15770](http://hdl.handle.net/10654/15770)

[Canaria Pineda, A. G., & Martínez, Á. I. \(2020\). "Estudio de verificación de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de La Primavera – Vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos" Tesis. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de http://hdl.handle.net/11349/25230](http://hdl.handle.net/11349/25230)

[Castillo Parra, B. F. \(2017\). "Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasantes en carreteras" - TESIS. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.](http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917)

[Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917](http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917)

[Cordova Rubin, J. W. \(2018\). Utilización de la vinaza: Tesis. Huancayo, Peru: UNIVERSIDAD PERUANA DE LOS ANDES.](#)

[Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12848/1035](https://hdl.handle.net/20.500.12848/1035)

[Cuadros Surichaqui, C. M. \(2017\). "Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016"- TESIS. Junin, Peru.](#)

[Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12848/297](https://hdl.handle.net/20.500.12848/297)

[De la Peña, Elena; Díaz, Jacobo; Rodrigo, Marta; Millares, Enrique; Díaz , Lourdes; Valdés, Santiago; Canalda , Luis;. \(2018\). "Guía de Buenas Prácticas para la adaptación de las Carreteras al Clima". \(CAF, Ed.\) Caracas: Banco de Desarrollo de America Latina.](#)

[Obtenido de https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1221](https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1221)

[Duque Saldarriaga, J., Vásquez Cadena, B. S., & Orrego Cardoza, J. F. \(2019\). "Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden". Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira - Facultad de Ingenierias - Ingeniería Civil. Obtenido de https://hdl.handle.net/10901/17878](#)

[Fernández Gálvez, H. W. \(2017\). "Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca" tesis Maestria. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.14074/1140](#)

Gavilanes Pozo, E. S. (2022). "Estudio del efecto de la adición de emulsión asfáltica en las propiedades físico – mecánicas de suelos granulares, para el diseño de pavimentos flexibles" - TESIS. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil.

Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/34104>

Gutiérrez Valencia, T. M., Chito Trujillo, D. M., & Cuervo Ochoa, G. (2019). "Polímeros : Generalidades y tendencias de Investigación en Colombia" (1 ed.). Cauca, Colombia: universidad del Cauca. Obtenido de <https://catalogo.ucaldas.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=76628>

Hermida, Élida; Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología - Instituto Nacional de Educación Tecnológica. (2011). Polímeros. (C. y.-I. Ministerio de Educación, Ed.) Virtual Pro, 14-51.

Obtenido de <http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/polimeros>

Ibarra Camacho, Roberto; León Duharte, Leandro; Osoria Leyva, Aylin ;. (2019). "Physicochemical characterization of distillery vinasse" (Caracterización fisico-química de vinazas de destilerías). Revista Cubana de Química, 31(2), 11. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443559859007>

Loaiza Larreategui, J. I. (2017). Mejoramiento de Suelos GP con Vinaza: Tesis. Samborondón, Ecuador: UEES.

Obtenido de <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/647>

Lomparte Cabanillas, J. A., & Sánchez Neglia, D. A. (2019). Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay-Nuevo Chimbote-Santa.

[Tesis. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa. Obtenido de http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3217](http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3217)

[Lozano Bocanegra, E., Ruiz Ramos, J. M., & Alfonso Pérez, J. C. \(2015\). "Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico" Tesis. Bogota, Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de http://hdl.handle.net/10983/2977](http://hdl.handle.net/10983/2977)

[Martinez Machado, M. M. \(2020\). "Mejoramiento de la subrasante mediante la adición del Polímero Polycom, en la Av. Unión de Manchay. Lima -2019" Tesis. Lima: Universidad Cesar Vallejo.](https://hdl.handle.net/20.500.12692/65430)

[Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12692/65430](https://hdl.handle.net/20.500.12692/65430)

[Méndez González, J. M. \(2018\). "Análisis de un producto a base de polímeros como estabilizador químico de suelos para la construcción de caminos no pavimentados" Tesis. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/11437](http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/11437)

[Menéndez Acurio, J. R. \(2016\). "Ingeniería de Pavimentos - Materiales" \(5ta ed., Vol. 1\). Lima, Peru: Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG. Obtenido de https://tienda.construccion.org/libros/infraestructura_vial_y_pavimentos](https://tienda.construccion.org/libros/infraestructura_vial_y_pavimentos)

[Ministerio de Transporte y Comunicaciones. \(2014\). Manual de Carreteras- Seccion Suelos y Pavimentos. Peru: MTC. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

[Ministerio de Transportes y Comunicaciones. \(2014\). "Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". Lima, Peru: MTC. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

[Ministerio de Transportes y Comunicaciones. \(2015\). "Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas". Lima, Peru: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/otras_normas.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/otras_normas.html)

[Nesterenko Cortes, D. \(2018\). "Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú" Tesis Maestría. Lima, Peru: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Obtenido de https://hdl.handle.net/11042/3981](https://hdl.handle.net/11042/3981)

[Ocampo Guerrero, N. P. \(2021\). "Análisis de las propiedades físico-mecánicas y CBR de suelos cohesivos de subrasante mezclados con partículas de tereftalato de polietileno \(PET\)" Tesis. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33593](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33593)

[Ospina García, Miguel Ángel; Chaves Pabón, Saieth Baudilio; Jiménez Sicachá, Luis Miguel;. \(15 de Agosto de 2020\). "Improvement of clayey subgrades through the addition of steel waste". RIDI \(Revista de Investigación Desarrollo e Innovación\), 11\(1\). doi:https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692](https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692)

[Pérez García, Natalia; Pérez Salazar, Alfonso; Garnica Anguas, Paul;. \(2021\). Evaluación de las propiedades mecánicas de los suelos estabilizados con un polímero. Instituto Mexicano del transporte\(619\), 92. Obtenido de https://www.imt.mx/resumen-publicaciones.html?IdPublicacion=1042&IdTipo=](https://www.imt.mx/resumen-publicaciones.html?IdPublicacion=1042&IdTipo=)

[Publicaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20No.619&LbPalabra=0](#)

[PIARC, XXVI Congreso Mundial de Carreteras en Abu Dabi. \(2019\). "Conectando Culturas - Fortaleciendo Economías" » para establecer debates multilaterales sobre nuevas ideas con el fin de comprender mejor la infraestructura vial y el transporte en superficie. Asociación Mundial de Carreteras \(PIARC\), Departamento de Transporte de Abu Dabi en nombre de los Emiratos Árabes . Emiratos Arabes Unidos: GHD 2020. Obtenido de <http://piarcabudabi2019.org>](#)

[Porras Mendoza, M. J., & Urquiza Aranzamendi, W. \(2019\). "Las propiedades mecánicas de una base granular y su desempeño bajo la influencia de un aditivo polimérico"- Tesis. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2639>](#)

[Serrano Ramos, F. L., & Mendizábal Mijares, E. \(2015\). "Introducción a la Ciencia de los Polímeros" \(1ra Edición ed.\). Guadalajara, Mexico: Cucei. Obtenido de <https://ecucei.com/2015/11/26/introduccion-a-la-ciencia-de-los-polimeros/>](#)

[Serrano Rodríguez, E. J., & Padilla González, E. A. \(15 de Enero de 2019\). "Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados". Revista Ingeniería Solidaria, 25\(1\), 25. doi:<https://doi.org/10.16925/2357-6014.2019.01>.](#)

[Sotomayor, Carolina; Morandini, Miguel; Sanzano, Gerardo A.; Rojas Quinteros, Hugo C. \(21 de Mayo de 2018\). "Efecto de la aplicación de vinaza en propiedades químicas y físicas del Suelo". Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, 95\(1\), 27-33. Obtenido de \[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1851-30182018000100004\]\(http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1851-30182018000100004\)](#)

[Terzaghi, Karl; B. Perck, Ralph. \(1973\). Mecanica de Suelos en la Ingenieria Práctica - 2da Edición. New York: El Ateneo SA. Obtenido de https://www.libreriaingeniero.com/2020/05/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practica-karl-terzaghi-ralph-b-peck.html](https://www.libreriaingeniero.com/2020/05/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practica-karl-terzaghi-ralph-b-peck.html)

[Toledo Cáceres, A. J. \(2014\). Propuesta para el aprovechamiento de la vinaza en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de suelos friccionantes utilizados en subrasantes en carreteras: Tesis. Guatemala, Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/748/1/08_3673_C.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/748/1/08_3673_C.pdf)

[Zúñiga, F. B., & Durán de Bazña, M. \(1998\). Análisis del beneficio y riesgo potencial de la aplicación al suelo de vinazas crudas y tratadas biológicamente. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 14\(1\), 13-19. Obtenido de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37014102](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37014102)

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de las variables.

| VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|--|---|---|-----------------------------|---|--------------------------------|
| Suelos granulares de excelente a bueno (GM) (Variable Dependiente) | Los suelos GM se caracterizan por ser suelos con partículas gruesas con finos. En este caso es un suelo con Grava limosa con arena. | Este tipo de suelo presenta granulometría, propiedades físicas, mecánicas, Proctor y CBR, pero no tienen límite líquido ni límite plástico. | Características geotécnicas | Granulometría | Razón |
| | | | | Contenido de humedad | Razón |
| | | | Propiedades mecánicas | Peso específico | Razón |
| Vinaza (Variable Independiente) | La Vinaza principal residuo orgánico en la obtención del alcohol. Un líquido de color café con bajo pH, olor dulce y alto contenido de materia orgánica en suspensión. | Las vinazas mejoran las propiedades del suelo aumentan la densidad y disminuye la humedad del suelo. | Composición físico químicas | Proctor (gr/cm ² , %) | Razón |
| | | | | CBR (kg/cm ³ , mm) | Razón |
| | | | Propiedades mecánicas | °Brix | Razón |
| | | | | Sólidos suspendidos | Razón |
| | | | | Conductividad eléctrica | Razón |
| Dosificación | Ph | Razón | | | |
| | 1%, 2% y 3% del peso del material (gr, %) | Razón | | | |
| Polímero (PVA o PVOH) (Variable Independiente) | los polímeros son moléculas formadas por "eslabones" orgánicos llamados monómeros, formados por átomos de carbono y pueden tener grupos laterales o radicales con uno o más átomos. | Los polímeros sirven para mejorar las propiedades físico mecánicas de los suelos | Propiedades mecánicas | Proctor y CBR con 100%vinaza | Razón |
| | | | | Dosificación | % óptimo |
| | | | Descripción física | Blanco inodoro, en gránulos o polvo soluble al agua | Razón |
| | | | | Densidad | 1.19 – 1.31 gr/cm ³ |
| | Porcentajes | 1%, 2% y 3% (gr,) | Razón | | |
| | Descomposición | Calentado a 200°C | Razón | | |
| | Viscosidad | 4.8 – 5.8 mPa | Razón | | |
| | pH | 5.0 – 6.5 (soluc.4%) | Razón | | |
| | Dosificación | % óptimo | Razón | | |

Fuente: Investigación propia y resultados de laboratorio Mecánica de Suelos Terzaghi

Anexo 2: Matriz de consistencia para la Elaboración del Proyecto de Investigación

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | TIPOS DE INVESTIGACION | POBLACION | TECNICAS | METODO DE ANALISIS DE DATOS |
|--|---|---|---|--|--|---|--|
| ¿Cómo la incorporación de Vinaza y Polímero determinará las propiedades físico – mecánicas en subrasante del pavimento flexible en Guadalupe La Libertad – 2022? | <p>El Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar con la incorporación de vinaza y polímero las propiedades físicas y mecánicas en la subrasante del pavimento flexible en Guadalupe La Libertad -2022”. <p>Objetivos Específicos: Determinar</p> <ul style="list-style-type: none"> Como la vinaza y polímero mejorará las propiedades físico mecánicas en subrasantes del pavimento flexible en Guadalupe la Libertad 2022. Los costos de las subrasantes con la vinaza y polímero en el pavimento flexible en Guadalupe la Libertad – 2022. El diseño del pavimento flexible adicionando la vinaza y el polímero en la sub rasante de la ciudad de Guadalupe la Libertad – 2022. | la incorporación de vinaza y polímero determinara positivamente las propiedades físico - mecanicas en las subrasantes del pavimento flexible. | <ul style="list-style-type: none"> Variable Dependiente: Subrasante (grava limosa con arena GM) Variable Independiente: Vinaza y Polímero (PVA, PVOH) | <p>Pertenece al tipo cuantitativo</p> | <p>Está conformada por la carretera que conduce a uno de los balnearios del Distrito de Guadalupe, a la altura del km 702 de la Panamericana Norte.</p> | <p>Inspección directa, en todo el tramo de la carretera. Información de fuentes confiables. Recolección de datos existentes de estudios similares realizados.</p> | <p>Se efectuarán los ensayos de mecánica de suelos a las muestras recolectadas tanto en su estado natural como experimental (incorporación de vinaza al 100% y polímero en 1%, 2% y 3%), con el fin de afianzar la hipótesis y darle una fiabilidad a la investigación a través de los resultados.</p> |
| | | | | | <p>DISEÑO</p> <p>Diseño cuasi experimental. Variables: VP V1 → V2 V1: Observación del Suelo Natural VP: Vinaza (100%) + Polímero (1%, 2% y 3%) V2: Observación del Suelo Natural estabilizado con Vinaza y Polímero</p> | <p>MUESTRA</p> <p>Aleatorias simples no probabilísticas de conveniencia existiendo en todo el kilometraje el mismo tipo de suelo, se realizaron 02 calicatas en el primer kilómetro a una distancia de 500 km.c/u.</p> | <p>INSTRUMENTOS</p> <p>Camioneta Retro excavadora Cat Palanas, Sacos 50kg.Wincha, Gps, Balanzas Hornos Formatos Tamices Moldes Pactor Modificado y CBR Bandejas, brochas y cucharones.</p> |

Anexo 3: Comprobantes de compra de vinaza, polímero y cloruro calcio

CONSORCIO QUIMICO

CONSORCIO QUIMICO BARRERA PACHECO S.A.C
CAL OLLANTAY NRO. 485 URB. SANTA MARIA
TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD
R.U.C. 20481567596 - Telf 044-243457

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

10.5 JUL 2022

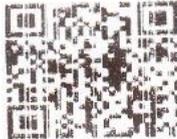
TIPO DE PAGO: CANCELADO
MONEDA: S/.
RAZÓN SOCIAL: WILLIAM
DIRECCIÓN:
R.U.C.: 00
FECHA: 10/07/2022 HORA: 12:36:35
VENDEDOR:
MODO DE PAGO: EFECTIVO

| PRODUCTO | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------------------------|----------|--------|---------|
| ALCOHOL POLIMINICO X 600 GR | 2.00 | 15.00 | 30.00 |
| VALOR VENTA S/ | | | 28.42 |
| IGV 18 % S/ | | | 4.58 |
| ***ICBPER S/ | | | .00 |
| TOTAL S/ | | | 30.00 |

SON: TREINTA Y 00/100 S/ S/ES.
COD. HASH: o87gsQlhwBraeRZut+2sVBOogAac=
AUTORIZADO MEDIANTE RESOLUCIÓN NRO 155-2017
SUNAT

REPRESENTACION EMPRESARIAL: LA BOLETA DE
VENTA ELECTRONICA EN:
WWW.FACTURASUNAT.INFO

GRACIAS POR SU COMPRA
NO HAY DEVOLUCIONES DE DINERO



GRUPO TRANSWAT S.A.C.
OTR. AUTOPISTA SALAVERRY KM. 4.5
SALAVERRY - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FACTURA ELECTRONICA
RUC: 20481802131
E001-2152

Fecha de Emisión : 09/04/2022 Forma de pago: Contado
Señor(es) :
RUC :
Dirección del Cliente :
Tipo de Moneda : SOLES
Observación :

| Cantidad | Unidad Medida | Código | Descripción | Valor Unitario | ICBPER |
|----------|---------------|--------|---|----------------|--------|
| 1.00 | UNIDAD | 01 | POR EL SERVICIO DE TRANSPORTE VINAZA RUTA:TRUJILLO-SAN PEDRO DE LLOC CANTIDAD:30TM PLACA:T4X826 FECHA DE SERVICIO:09-04-2022 | 1500.00 | 0.00 |

Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00

SON: UN MIL SETECIENTOS SETENTA Y 00/100 SOLES

| | |
|---------------------|-------------|
| Sub Total Ventas : | S/ 1,500.00 |
| Anticipos : | S/ 0.00 |
| Descuentos : | S/ 0.00 |
| Valor Venta : | S/ 1,500.00 |
| ISC : | S/ 0.00 |
| IGV : | S/ 270.00 |
| ICBPER : | S/ 0.00 |
| Otros Cargos : | S/ 0.00 |
| Otros Tributos : | S/ 0.00 |
| Monto de redondeo : | S/ 0.00 |
| Importe Total : | S/ 1,770.00 |

Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.



QUIMPAC S.A.
PLANTA: AV. NESTOR GAMBETTA N°8583
PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL
CALLAO - CALLAO - PERÚ
FAX: (511)614-2022
TELEFONO: (511)614-2000
REG. EXPORTADOR: 81-004735

R.U.C. 20330791501
FACTURA ELECTRONICA
FN01-0150244

| | | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| R.U.C. | : | FECHA | :08-09-2022 |
| SEÑOR(ES) | : | MONEDA | :DOLARES AMERICANOS |
| DIRECCIÓN | : | CODIGO CLIENTE | :18477 |
| FORMA DE PAGO | : CONTADO - Contado | FECHA VENCIMIENTO | :08-09-2022 |
| PTO. EXPEDICIÓN | GUÍA REMISIÓN | PEDIDO SAP | ORDEN COMPRA |
| PE26 Pto. Exp. Paramonga/Alcalis | - | 0015172012 | DT - 0090-2022 |

| COD. ART. | DESCRIPCIÓN | UNID. | CANTIDAD | VALOR VTA. UNIT. | PRECIO VTA. UNIT. | VALOR VENTA |
|------------|--------------------------------------|-------|----------|------------------|-------------------|-------------|
| 018-000528 | SERVICIO MANTTO VIAS NO PAVIMENTADAS | CU | 30.000 | 135.00 | 135.00 | 4.050.00 |

| OP. GRAVADA | OP. EXONERADA | OP. INAFECTA | OP. GRATUITA | OTROS CARGOS | I.S.C. | I.G.V. | IMPORTE TOTAL (\$) |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|--------------------|
| 4,050.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 729.00 | 4,779.00 |

SON: *** CUATRO MIL SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE CON 00 /100 Dólares Americanos***

Documento SAP: 85324281

OBSERVACIONES:

Ton. de Goro de Calcio.

Representación impresa de la Factura Electrónica
Podrá ser consultada en: www.quimpac.com.pe
Autorizado mediante Resolución: N° 0180050001227/SUNAT



Designado AGENTE DE RETENCIÓN, no sujeto a retención del 3% del IGV de acuerdo al Inc. B de la Res. 033-2014 - SUNAT.
"OPERACIÓN SUJETA AL SISTEMA DE PAGO DE OBLIGACIONES TRIBUTARIAS CON EL GOBIERNO CENTRAL." SPOT

Anexo 4: Estudios de mecánica de suelos.

RUC: 20609567199



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

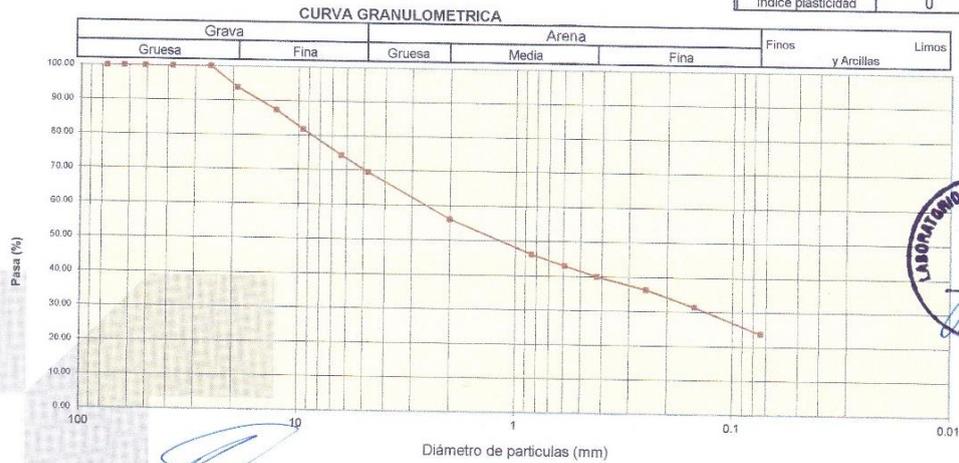
SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga ,Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

| | | |
|-------------------------|--------|-----|
| Peso Seco Inicial | 2672.7 | gr. |
| Peso Seco Lavado | 2037.2 | gr. |
| Peso perdido por lavado | 635.5 | gr. |

| | |
|----------|-------------------|
| MATERIAL | : TERRENO NATURAL |
| CALICATA | : C - 1 M-1 |
| PROF | : 0.00 - 1.50 |

| Tamiz(Apertura) | Peso Retenido(gr.) | Retenido Parcial(%) | Retenido Acumulado(%) | Pasante (%) | Clasificación AAHSTO |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------|---|
| Nº (mm) | | | | | |
| 2 1/2" | 76.20 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-5 Fragmentos de roca, grava y arena |
| 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 | 165.6 | 6.2 | 93.8 | Valor del índice de grupo (IG): |
| 1/2" | 12.50 | 170.5 | 6.4 | 87.4 | |
| 3/8" | 9.50 | 149.0 | 5.6 | 81.8 | |
| 1/4" | 6.30 | 197.9 | 7.4 | 74.4 | |
| Nº 4 | 4.75 | 132.3 | 5.0 | 69.5 | |
| Nº 10 | 2.00 | 358.1 | 13.4 | 56.1 | |
| Nº 20 | 0.850 | 263.8 | 9.9 | 46.2 | Pasa tamiz Nº 4 (%) : 69.5 |
| Nº 30 | 0.600 | 86.8 | 3.2 | 43.0 | Pasa tamiz Nº 200 (%) : 23.8 |
| Nº 40 | 0.425 | 81.1 | 3.0 | 39.9 | D60 (mm) : 2.80 |
| Nº 60 | 0.250 | 95.2 | 3.6 | 36.4 | D30 (mm) : 0.150 |
| Nº 100 | 0.150 | 131.7 | 4.9 | 31.5 | D10 (mm) : |
| Nº 200 | 0.075 | 205.2 | 7.7 | 23.8 | Cu |
| < 200 | 635.5 | 23.8 | 100.0 | 0.0 | Cc |
| Total | 2672.7 | | | 100.0 | |

| | |
|--------------------|---|
| Límite líquido | 0 |
| Límite plástico | 0 |
| Índice plasticidad | 0 |



Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso

TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible, Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022

MATERIAL : Terreno natural C-1

LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD

FECHA : 13/10/2022

| ENSAYO Nº | M-1 | M-2 |
|--------------------------|--------|--------|
| Peso de tara + MH | 701.90 | 511.30 |
| Peso de tara + MS | 691.40 | 504.30 |
| Peso de tara | 70.40 | 72.40 |
| Peso del agua | 10.50 | 7.00 |
| MS | 621.00 | 431.90 |
| Contenido de humedad (%) | 1.69 | 1.62 |
| PROMEDIO (%) | 1.66 | |



NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236476
CO. C127515



www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso

TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022

MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1

LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD

FECHA : 13/10/2022

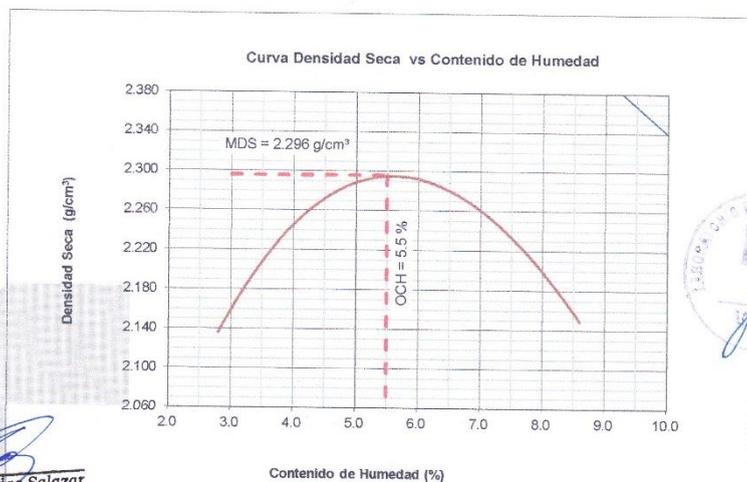
| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|--------------------------------------|------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | 27.7 Kg.cm / cm³ | | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7607.0 | 8065.0 | 8125.0 | 7920.0 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2635.5 | 2635.5 | 2635.5 | 2635.5 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 4971.5 | 5429.5 | 5489.5 | 5284.5 |
| 04 - Volumen del Molde (cm³) | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³) | 2.196 | 2.398 | 2.425 | 2.334 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 799.0 | 807.0 | 720.0 | 703.5 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 782.0 | 777.0 | 684.6 | 663.8 |
| 09 - Peso del agua (g) | 17.0 | 30.0 | 35.4 | 39.7 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 168.0 | 163.0 | 166.0 | 201.5 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 614.0 | 614.0 | 518.6 | 462.3 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 2.8 | 4.9 | 6.8 | 8.6 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³) | 2.136 | 2.286 | 2.270 | 2.149 |

Contenido Optimo Humedad

5.5 %

Densidad Seca Maxima,

2.296 g/cm³




Ingeniero Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-1

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso

TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022

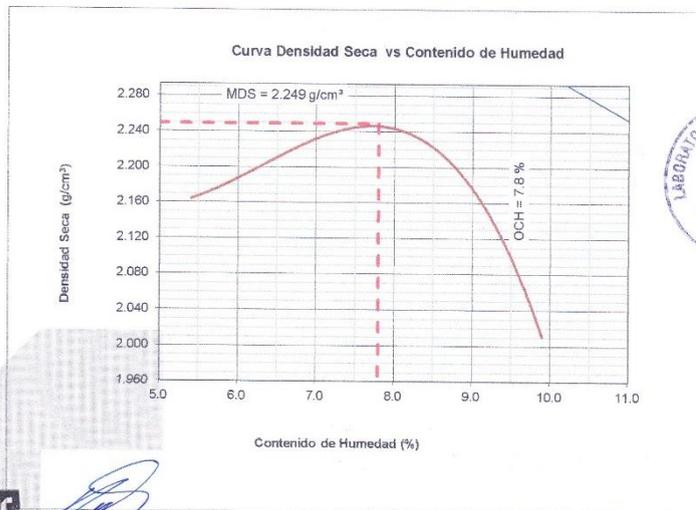
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1

LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD

FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|---|--------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | | | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7860 | 8090 | 8180 | 7700 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 5188.0 | 5418.0 | 5508.0 | 5028.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.280 | 2.382 | 2.421 | 2.210 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 500.6 | 725.5 | 695.3 | 745.5 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 483.3 | 689.5 | 658.3 | 695.3 |
| 09 - Peso del agua (g) | 17.3 | 36.0 | 37.0 | 50.2 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 165.0 | 169.9 | 209.3 | 189.0 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 318.3 | 519.6 | 449.0 | 506.3 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 5.4 | 6.9 | 8.2 | 9.9 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.164 | 2.228 | 2.238 | 2.011 |

Contenido Optimo Humedad **7.8 %** Densidad Seca Maxima, **2.249 g/cm³**



Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 2

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso

TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022

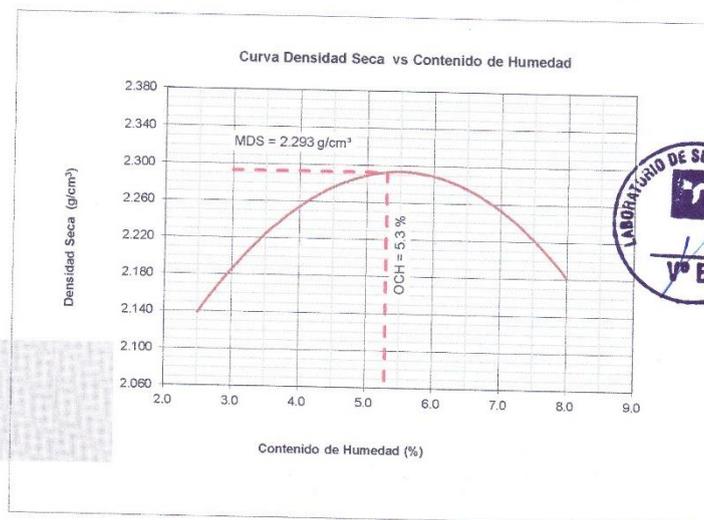
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1

LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD

FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|---|--------|------------------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | | 27.7 Kg.cm / cm ³ | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7600.0 | 8020.0 | 8130.0 | 7970.0 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2635.5 | 2635.5 | 2635.5 | 2635.5 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 4964.5 | 5384.5 | 5494.5 | 5334.5 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.193 | 2.378 | 2.427 | 2.356 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 500.0 | 725.5 | 625.5 | 800.0 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 492.8 | 701.3 | 598.5 | 756.0 |
| 09 - Peso del agua (g) | 7.2 | 24.2 | 27.0 | 44.0 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 210.4 | 163.9 | 164.4 | 204.7 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 282.4 | 537.4 | 434.1 | 551.3 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 2.5 | 4.5 | 6.2 | 8.0 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.139 | 2.276 | 2.285 | 2.182 |

Contenido Optimo Humedad **5.3 %** Densidad Seca Maxima, **2.293 g/cm³**




 Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 C.O. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199

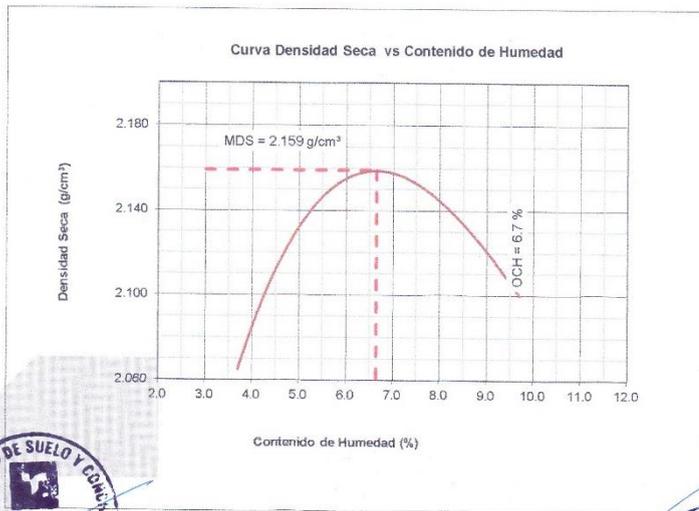


PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-3
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|---|--------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | | | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7544 | 7813 | 7934 | 7912 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 4872.0 | 5141.0 | 5262.0 | 5240.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.142 | 2.260 | 2.313 | 2.303 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 655.6 | 587.6 | 604.3 | 623.7 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 639.7 | 568.0 | 577.0 | 586.6 |
| 09 - Peso del agua (g) | 15.9 | 19.6 | 27.3 | 37.1 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 207.5 | 202.5 | 209.7 | 204.5 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 432.2 | 365.5 | 367.3 | 382.1 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 3.7 | 5.4 | 7.4 | 9.7 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.065 | 2.144 | 2.154 | 2.100 |

Contenido Optimo Humedad **6.7 %** Densidad Seca Maxima, **2.159 g/cm³**




Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 238475
CO. C.127815

www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
FECHA : 13/10/2022

M - 1

| Características | | | | | | |
|---|---------------------|--------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Numero de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Numero de Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Numero de Golpe | 56 | | 25 | | 12 | |
| Energia Compactacion [kg-cm]/cm ² | 27.7 | | 12.2 | | 6.1 | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | 11,468.2 | | 11,032.2 | | 10,423.7 | |
| 02 - Peso del molde (g) | 6,115.0 | | 6,115.0 | | 6,115.0 | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | 5,353.2 | | 4,917.2 | | 4,308.7 | |
| 04 - Volumen de molde, cm ³ | 2,210.000 | | 2,210.000 | | 2,210.000 | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³) | 2.422 | | 2.225 | | 1.950 | |
| 06 - Tarro N° | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 495.8 | | 502.5 | | 499.3 | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 475.4 | | 481.2 | | 478.4 | |
| 09 - Peso del agua (g) | 20.4 | | 21.3 | | 20.9 | |
| 10 - Peso del tarro (g) | 162.0 | | 153.0 | | 157.0 | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 313.4 | | 328.2 | | 321.4 | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | 5.5 | | 5.5 | | 5.5 | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³) | 2.296 | | 2.109 | | 1.848 | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial |
| Dia 01 | | 5.00PM | 1.6 | 2.4 | | 3.2 |
| Dia 02 | | 5.00PM | 0.4 | 1.1 | | 2.1 |
| Dia 03 | | 5.00PM | 0.3 | 0.9 | | 1.2 |
| Dia 04 | | 5.00PM | 0.2 | 0.7 | | 0.9 |
| Expansión, % | | | 1.1 | 1.3 | | 1.8 |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | 5,353.2 | | 4,917.2 | | 4,308.7 | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | 11,564.6 | | 11,162.7 | | 10,562.6 | |
| 03 - Peso del molde (g) | 6,115.0 | | 6,115.0 | | 6,115.0 | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | 5,449.6 | | 5,047.7 | | 4,447.6 | |
| 05 - Peso del agua absorvida (g) | 96.4 | | 130.5 | | 138.9 | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | 5,074.2 | | 4,660.9 | | 4,084.1 | |
| 07 - Absorción de agua (%) | 1.9 | | 2.8 | | 3.4 | |
| 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 | 33.3 | 169.5 | 16.0 | 95.9 | 11.9 | 78.5 |
| 1.3 | 88.2 | 402.7 | 40.0 | 197.9 | 24.7 | 132.7 |
| 1.9 | 140.1 | 623.4 | 72.0 | 333.9 | 42.5 | 208.5 |
| 2.5 | 194.0 | 852.42 | 100.0 | 452.83 | 56.1 | 266.30 |
| 3.2 | 266.6 | 1160.6 | 127.0 | 567.6 | 78.2 | 360.2 |
| 3.8 | 332.2 | 1439.6 | 172.0 | 758.8 | 87.6 | 399.9 |
| 5.08 | 393.0 | 1697.7 | 212.0 | 928.7 | 116.5 | 522.7 |
| 7.6 | 499.8 | 2151.6 | 290.0 | 1260.2 | 157.3 | 696.1 |
| 10.16 | 542.9 | 2334.9 | 335.0 | 1451.4 | 178.5 | 786.4 |
| 12.7 | 586.0 | 2518.1 | 374.0 | 1617.1 | 199.8 | 876.7 |
| Carga [%] | 852.42 kgf. [62.7%] | | 452.83 kgf. [33.3%] | | 266.3 kgf. [19.6%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
C.O. C.127515

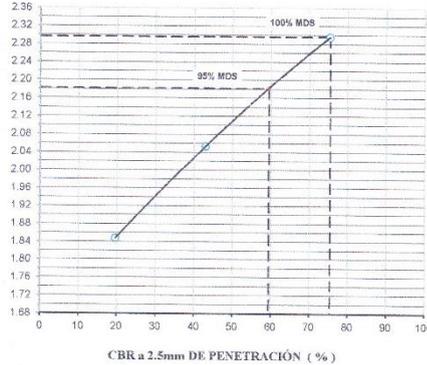
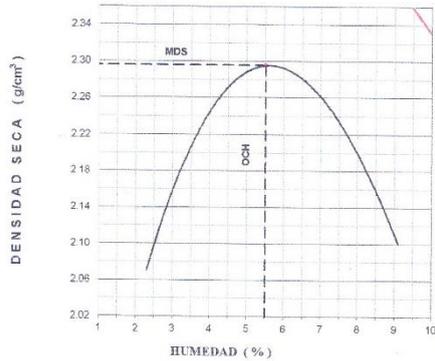
www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

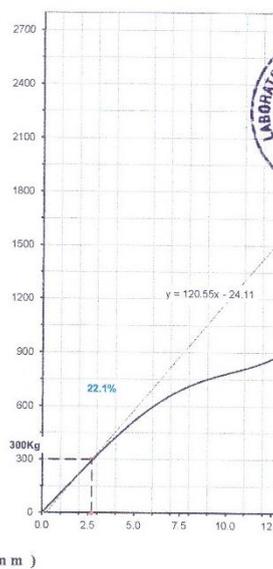
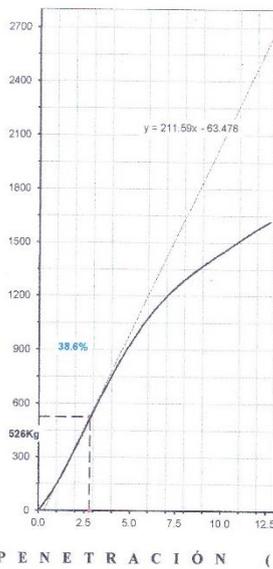
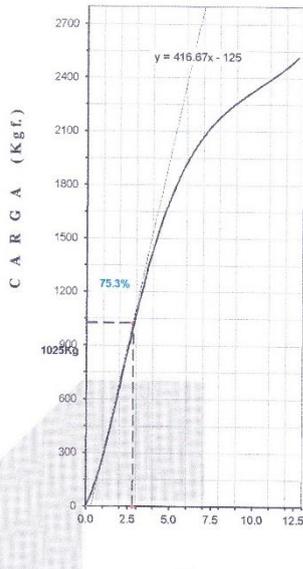
| | | | |
|--|--|--|------------------|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022 | | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C | |
| SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar | | MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.296 | |
| BACH: Vasquez Salis Zuñiga, Willy Alonso | | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.5 | |
| MATERIAL : TERRENO NATURAL | | CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 75.3 | |
| | | CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 59.4 | |
| UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD | | RET. ACUM. : 3/4" | 3/8" : |
| M - 1 | | LL : | N°4 : |
| PROGRESIVA : | | AASHTO : | N°200 : |
| FECHA : 13-Oct-2022 | | SUCS : | LL : |
| | | AASHTO : | IP : |
| | | ABSORCIÓN : 1.9% | G ₁ : |
| | | HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 7.4% | EXPANSIÓN : 1.1% |



-BC= 56 GOLPES (27.7 Kg-cm/cm³)

-BC= 25 GOLPES (12.2 Kg-cm/cm³)

-BC= 12 GOLPES (6.1 Kg-cm/cm³)



Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
C.O. C127515

www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-1
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
FECHA : 13/10/2022

M - 1

| Características | | | | | | |
|---|----------------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Numero de Molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| Numero de Capas | | 5 | 5 | 5 | | |
| Numero de Golpe | | 55 | 26 | 12 | | |
| Energia Compactacion [kg-cm]/cm³ | | 27.7 | 12.2 | 6.1 | | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | | 9,784.0 | 9,214.0 | 8,704.0 | | |
| 02 - Peso del molde (g) | | 4,432.0 | 4,577.0 | 4,572.0 | | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | | 5,352.0 | 4,637.0 | 4,132.0 | | |
| 04 - Volumen de molde, cm³ | | 2,210.000 | 2,141.000 | 2,012.000 | | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm³) | | 2.422 | 2.166 | 2.054 | | |
| 06 - Tarro N° | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | | 609.0 | 561.0 | 633.6 | | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | | 580.0 | 532.0 | 600.0 | | |
| 09 - Peso del agua (g) | | 29.0 | 29.0 | 33.6 | | |
| 10 - Peso del tarro (g) | | 202.2 | 166.5 | 167.5 | | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | | 377.8 | 365.5 | 432.5 | | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | | 7.7 | 7.9 | 7.8 | | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm³) | | 2.249 | 2.007 | 1.906 | | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | |
| Dia 01 | | 5.00PM | 0.05 | 0.03 | 0.02 | |
| Dia 02 | | 5.00PM | 0.05 | 0.05 | 0.06 | |
| Dia 03 | | 5.00PM | 0.06 | 0.05 | 0.05 | |
| Dia 04 | | 5.00PM | 0.26 | 0.56 | 0.76 | |
| Expansión, % | | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | | 5,352.0 | 4,637.0 | 4,132.0 | | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | | 9,878.4 | 9,317.1 | 8,822.9 | | |
| 03 - Peso del molde (g) | | 4,432.0 | 4,577.0 | 4,572.0 | | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | | 5,446.4 | 4,740.1 | 4,250.9 | | |
| 05 - Peso del agua absorbida (g) | | 94.4 | 103.1 | 118.9 | | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | | 4,970.5 | 4,296.1 | 3,834.1 | | |
| 07 - Absorción de agua (%) | | 1.9 | 2.4 | 3.1 | | |
| Penetración | | | | | | |
| Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018 | | | | | | |
| Molde | 1 [55 Golpes] | | 2 [26 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 | 60.0 | 282.9 | 25.0 | 134.1 | 18.0 | 104.4 |
| 1.3 | 110.0 | 495.3 | 55.0 | 261.6 | 23.0 | 125.7 |
| 1.9 | 171.0 | 754.5 | 89.0 | 406.1 | 53.0 | 253.1 |
| 2.5 | 230.0 | 1005.22 | 125.0 | 559.06 | 67.0 | 312.61 |
| 3.2 | 285.0 | 1238.9 | 155.0 | 686.5 | 90.0 | 410.3 |
| 3.8 | 345.0 | 1493.9 | 203.0 | 890.5 | 99.0 | 448.6 |
| 5.08 | 390.0 | 1685.1 | 256.0 | 1115.7 | 131.0 | 584.6 |
| 7.6 | 492.3 | 2119.8 | 342.0 | 1481.1 | 176.0 | 775.8 |
| 10.16 | 530.2 | 2280.8 | 392.0 | 1693.6 | 198.0 | 869.2 |
| 12.7 | 570.2 | 2450.8 | 442.0 | 1906.0 | 220.3 | 964.0 |
| Carga [%] | 1005.22 kgf. [73.9%] | | 559.06 kgf. [41.1%] | | 312.61 kgf. [23%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
CO. C127515

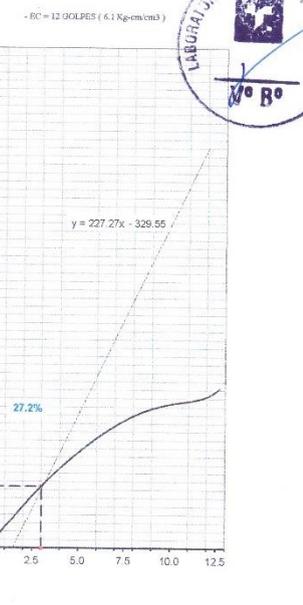
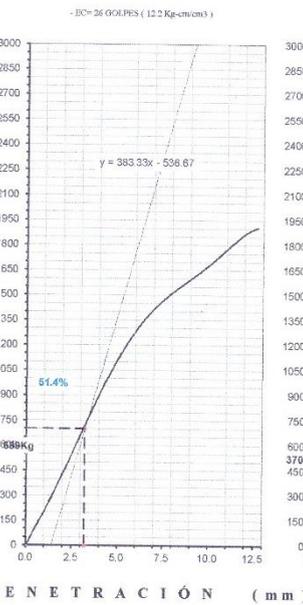
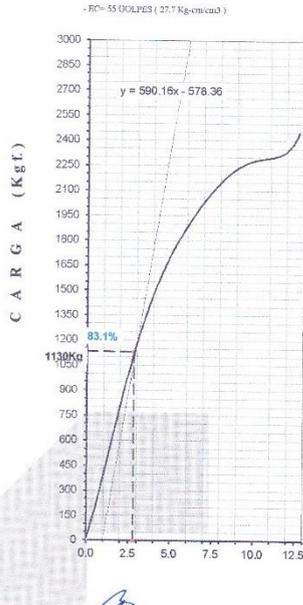
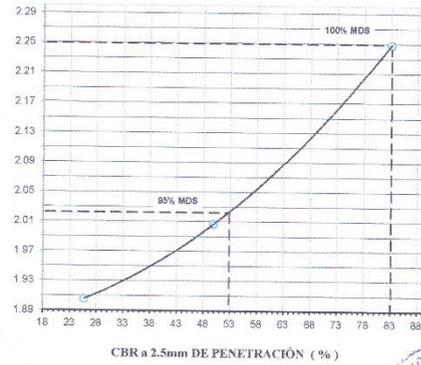
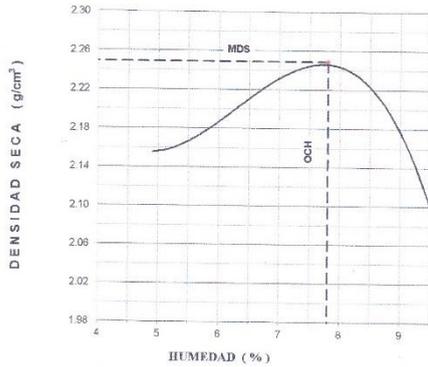
www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-1

| | | | | |
|------------|--|---|---|-------------------------------|
| TESIS | Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022 | | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) | C |
| SOLICITA | BACH: Chorriza Leyva, Williams Edgar | BACH: Vasquez Sols Zuñiga, Willy Alonso | MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 2.249 |
| MATERIAL | TERRENO NATURAL | | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 7.8 |
| UBICACIÓN | GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD | | CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) | 83.1 |
| PROGRESIVA | M - 1 | FECHA: 13-Oct-2022 | CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) | 52.8 |
| | | | EMBEBIDO: 4 DIAS | EXPANSIÓN: 0.2 % |
| | | | ABSORCIÓN: 1.9 % | HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 9.7 % |



Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RELACION DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 2
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
FECHA : 13/10/2022

M - 1

| Características | | | | | | |
|---|----------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Numero de Molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| Numero de Capas | | 5 | 5 | 5 | | |
| Numero de Golpe | | 56 | 25 | 12 | | |
| Energia Compactacion [kg-cm]/cm ³ | | 27.7 | 12.2 | 6.1 | | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | | 11,451.1 | 10,790.2 | 10,320.1 | | |
| 02 - Peso del molde (g) | | 6,115.0 | 6,115.0 | 6,115.0 | | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | | 5,336.1 | 4,675.2 | 4,205.1 | | |
| 04 - Volumen de molde, cm ³ | | 2,210.000 | 2,210.000 | 2,210.000 | | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³) | | 2.415 | 2.115 | 1.903 | | |
| 06 - Tarro N° | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | | 495.8 | 502.5 | 499.3 | | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | | 475.4 | 481.2 | 478.4 | | |
| 09 - Peso del agua (g) | | 20.4 | 21.3 | 20.9 | | |
| 10 - Peso del tarro (g) | | 162.0 | 153.0 | 157.0 | | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | | 313.4 | 328.2 | 321.4 | | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | | 5.3 | 5.3 | 5.3 | | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³) | | 2.293 | 2.009 | 1.807 | | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | |
| Dia 01 | | 5.00PM | 1.6 | 2.4 | 2.7 | |
| Dia 02 | | 5.00PM | 0.5 | 1.2 | 2.1 | |
| Dia 03 | | 5.00PM | 0.4 | 1.0 | 1.2 | |
| Dia 04 | | 5.00PM | 0.3 | 0.9 | 0.9 | |
| Expansión, % | | | 1.0 | 1.2 | 1.4 | |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | | 5,336.1 | 4,675.2 | 4,205.1 | | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | | 11,547.4 | 10,905.6 | 10,443.9 | | |
| 03 - Peso del molde (g) | | 6,115.0 | 6,115.0 | 6,115.0 | | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | | 5,432.4 | 4,790.6 | 4,328.9 | | |
| 05 - Peso del agua absorbida (g) | | 96.3 | 115.4 | 123.8 | | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | | 5,067.5 | 4,439.9 | 3,993.5 | | |
| 07 - Absorción de agua (%) | | 1.9 | 2.6 | 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 | 43.5 | 212.8 | 20.8 | 116.3 | 16.1 | 96.3 |
| 1.3 | 115.2 | 517.4 | 52.0 | 248.9 | 33.4 | 169.6 |
| 1.9 | 183.0 | 805.7 | 93.6 | 425.6 | 57.5 | 272.2 |
| 2.5 | 253.4 | 1104.82 | 130.0 | 580.31 | 75.9 | 350.43 |
| 3.2 | 348.2 | 1507.3 | 165.1 | 729.5 | 105.8 | 477.5 |
| 3.8 | 433.9 | 1871.7 | 223.6 | 978.0 | 118.5 | 531.2 |
| 5.08 | 513.3 | 2208.9 | 275.6 | 1199.0 | 157.6 | 697.4 |
| 7.6 | 652.8 | 2801.8 | 377.0 | 1629.8 | 212.8 | 931.9 |
| 10.16 | 709.1 | 3041.1 | 435.5 | 1878.4 | 241.5 | 1054.1 |
| 12.7 | 765.4 | 3280.4 | 486.2 | 2093.8 | 270.3 | 1176.2 |
| Carga [%] | 1104.82 kgf. [81.2%] | | 580.31 kgf. [42.7%] | | 350.43 kgf. [25.8%] | |


Ing. Diego A. Rojas Salazar
CIP. N° 236475
C.O.C. 127515

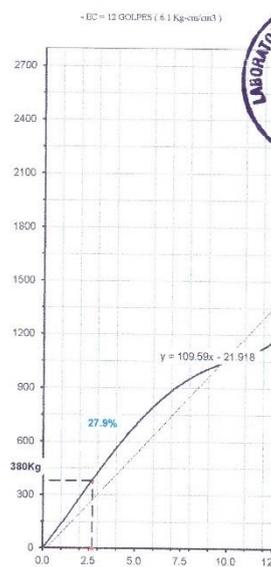
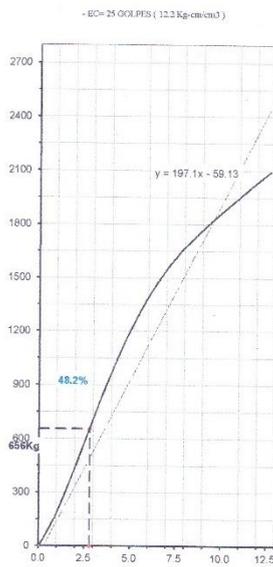
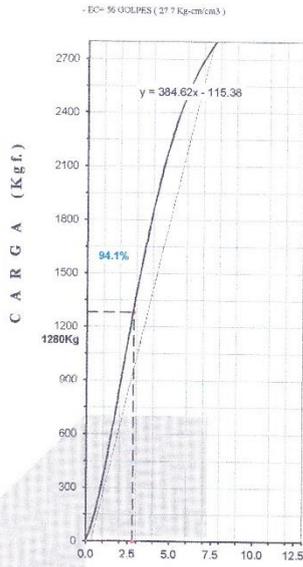
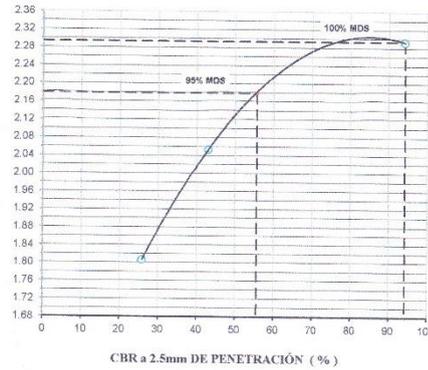
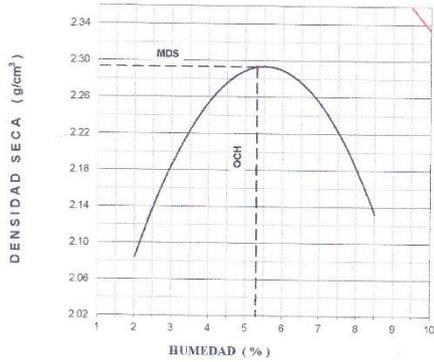
www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 2

| | |
|--|--|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Substratos del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Pulverino en Guadalupe I a Libertad -2022 SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Wilfrido Edgar BACH: Vesquez Soto Zuñiga, Willy Akonzo MATERIAL : TERRENO NATURAL UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD M - 1 PROGRESIVA : FECHA : 13-Oct-2022 | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.283 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.3 CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 94.1 CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 55.6 RET. ACUM 3/4" : 3/8" : N°4 : N°200 : SUCS : LL : IP : G _s : AASHTO : EMBEBIDO : 1 días EXPANSIÓN : 1.0 % ABSORCIÓN : 1.9 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 7.2 % |
|--|--|



Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP: N° 236475
 C.O. C.127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-3
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-1
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

M - 1

| 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) | | 9,740.0 | 9,297.0 | 8,890.0 | | |
| 02 - Peso del molde (g) | | 4,432.0 | 4,577.0 | 4,572.0 | | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | | 5,308.0 | 4,720.0 | 4,318.0 | | |
| 04 - Volumen de molde, cm³ | | 222,000.00 | 214,410.00 | 220,200.00 | | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm³) | | 24.402 | 22.205 | 22.446 | | |
| 06 - Tarro N° | | 0000 | 0000 | 0000 | | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | | 60,999 | 57,659 | 66,806 | | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | | 56,896 | 53,562 | 62,566 | | |
| 09 - Peso del agua (g) | | 4,413 | 4,417 | 5,530 | | |
| 10 - Peso del tarro (g) | | 20,222 | 16,655 | 16,755 | | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | | 366.4 | 368.7 | 468.1 | | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | | 11.3 | 11.3 | 11.3 | | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm³) | | 2.159 | 1.981 | 1.928 | | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | |
| Día 01 | | 5.00PM | 0.05 | 0.03 | 0.02 | |
| Día 02 | | 5.00PM | 0.05 | 0.05 | 0.06 | |
| Día 03 | | 5:00PM | 0006 | 0006 | 0008 | |
| Día 04 | | 5:00PM | 0012 | 0018 | 0029 | |
| Expansión, % | | | 2.66 | 3.99 | 6.33 | |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | | 11 | 22 | 33 | | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | | 53,880 | 47,200 | 49,380 | | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | | 98,663 | 93,733 | 89,753 | | |
| 03 - Peso del molde (g) | | 4,432.0 | 4,577.0 | 4,572.0 | | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | | 5,384.3 | 4,796.3 | 4,403.3 | | |
| 05 - Peso del agua absorbida (g) | | 76.3 | 76.3 | 85.3 | | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | | 4,770.3 | 4,240.4 | 3,878.8 | | |
| 07 - Absorción de agua (%) | | 1.6 | 1.8 | 2.2 | | |
| 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 | 40.0 | 197.9 | 5.0 | 49.2 | 4.0 | 44.9 |
| 1.3 | 80.0 | 367.9 | 28.0 | 146.9 | 11.0 | 74.7 |
| 1.9 | 110.0 | 495.3 | 49.0 | 236.1 | 21.0 | 117.2 |
| 2.5 | 190.0 | 835.26 | 60.0 | 282.87 | 30.0 | 155.39 |
| 3.2 | 260.0 | 1132.7 | 88.0 | 401.8 | 42.0 | 206.4 |
| 3.8 | 280.0 | 1217.7 | 126.0 | 563.3 | 55.0 | 261.6 |
| 5.08 | 315.0 | 1366.4 | 170.0 | 750.3 | 62.0 | 291.4 |
| 7.6 | 450.0 | 1940.0 | 251.0 | 1094.5 | 80.0 | 367.9 |
| 10.16 | 546.0 | 2347.9 | 290.0 | 1260.2 | 87.0 | 397.6 |
| 12.7 | 630.0 | 2704.9 | 300.0 | 1302.7 | 94.0 | 427.3 |
| Carga [%] | 835.26 kgf. [61.4%] | | 282.87 kgf. [20.8%] | | 155.39 kgf. [11.4%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 286475
 CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

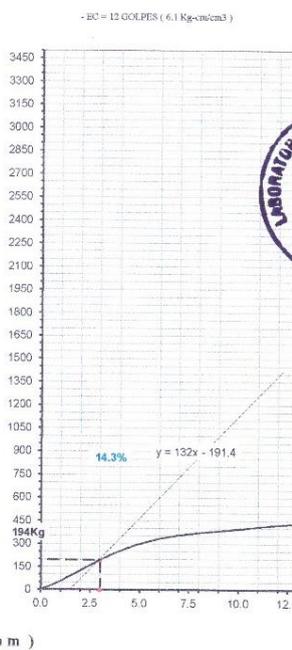
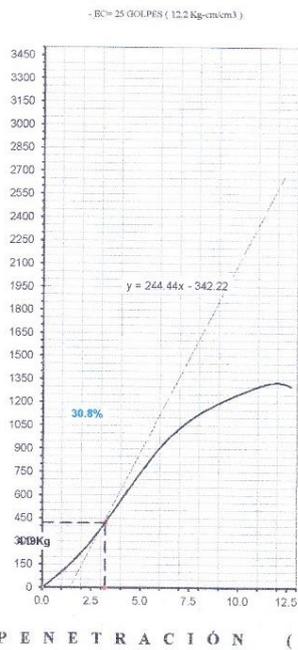
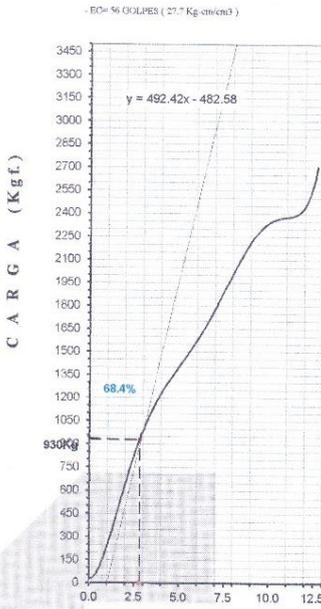
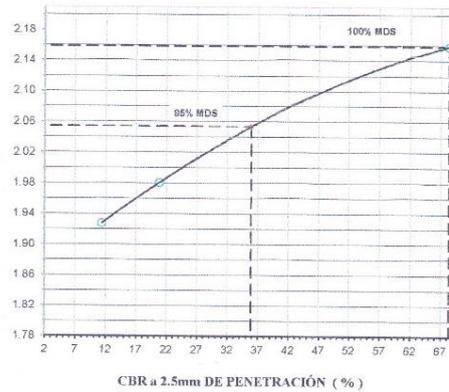
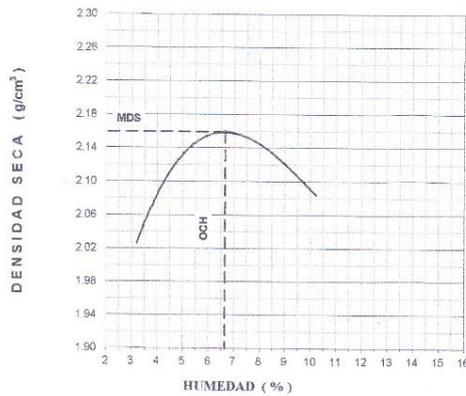


RUC: 20609567199



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-3

| | | | |
|--|--|--|--|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022 | | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C | |
| SOLICITA : BACH Chomba Leyva, Willemis Edgar | | MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.159 | |
| MATERIAL : TERRENO NATURAL | | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.7 | |
| UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD | | CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 68.4 | |
| M - 1 | | CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 35.9 | |
| PROGRESIVA : | | EMBEBIDO 4 DIAS EXPANSIÓN : 2.6 % | |
| FECHA : 13-Oct-2022 | | ABSORCIÓN : 1.6 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 8.3 % | |



Ing. Diego A. Rodas Salazar

 CIP. N° 236475

 CO. C.127515

www.grupoterzaghi.com

 982143812

ventas@grupoterzaghi.com

 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga ,Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

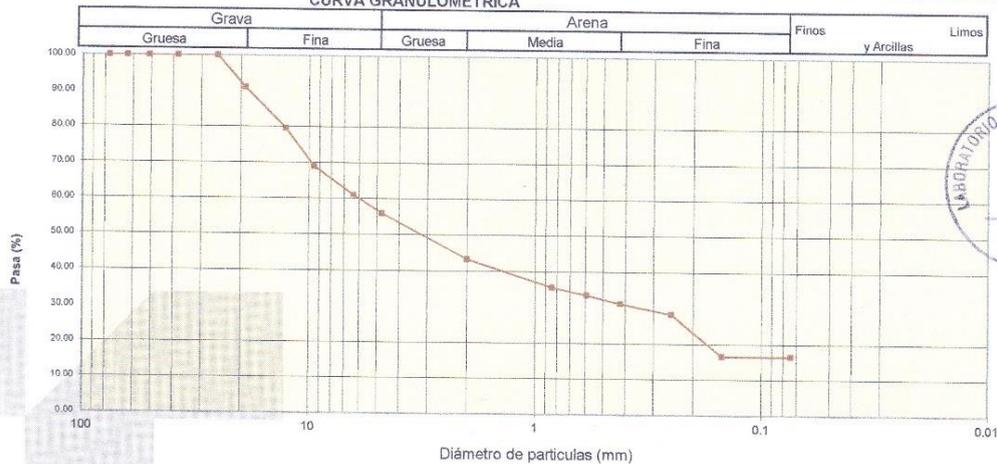
| | | |
|-------------------------|--------|-----|
| Peso Seco Inicial | 2180 | gr. |
| Peso Seco Lavado | 1818.8 | gr. |
| Peso perdido por lavado | 361.2 | gr. |

| |
|---------------------------|
| MATERIAL :TERRENO NATURAL |
| CALICATA : C - 2 M-1 |
| PROF : 0.00 - 1.50 |

| Tamiz(Apertura) | Peso Retenido(gr.) | Retenido Parcial(%) | Retenido Acumulado(%) | Pasante (%) | Clasificació AASTO | |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------|---|---|
| N° | (mm) | | | | | |
| 2 1/2" | 76.20 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | Material granular Excelente a bueno como subgrado A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena | |
| 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 | 195.2 | 9.0 | 91.0 | | |
| 1/2" | 12.50 | 248.8 | 11.4 | 79.6 | Valor del índice de grupo (IG): | |
| 3/8" | 9.50 | 232.7 | 10.7 | 31.0 | 69.0 | Clasificación (S.U.C.S.) |
| 1/4" | 6.30 | 172.1 | 7.9 | 38.9 | 61.1 | Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). |
| N° 4 | 4.75 | 112.2 | 5.1 | 44.1 | 55.9 | Grava gruesa con arena OM |
| N° 10 | 2.00 | 275.6 | 12.6 | 56.7 | 43.3 | |
| N° 20 | 0.850 | 168.1 | 7.7 | 64.4 | 35.6 | Pasa tamiz N° 4 (%) : 55.9 |
| N° 30 | 0.600 | 44.8 | 2.1 | 66.5 | 33.5 | Pasa tamiz N° 200 (%) : 16.6 |
| N° 40 | 0.425 | 49.7 | 2.3 | 68.8 | 31.2 | D60 (mm) : 6.02 |
| N° 60 | 0.250 | 63.0 | 2.9 | 71.7 | 28.3 | D30 (mm) : 0.348 |
| N° 100 | 0.150 | 255.7 | 11.7 | 83.4 | 16.6 | D10 (mm) : |
| N° 200 | 0.075 | 0.9 | 0.0 | 83.4 | 16.6 | Cu |
| < 200 | | 361.2 | 16.6 | 100.0 | 0.0 | Cc |
| Total | | 2180.0 | | | 100.0 | |

| | |
|--------------------|------|
| Limite líquido | 0.00 |
| Limite plástico | 0 |
| Índice plasticidad | 0 |

CURVA GRANULOMETRICA



Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CC. C.127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso

TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022

MATERIAL : Terreno natural C-2

LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD

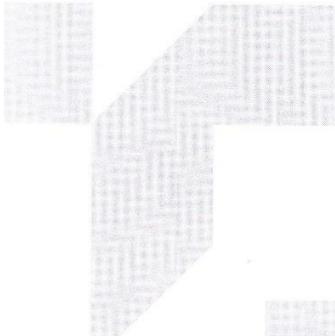
FECHA : 13/10/2022

| ENSAYO N° | M-1 | M-2 |
|--------------------------|--------|--------|
| Peso de tara + MH | 770.50 | 773.30 |
| Peso de tara + MS | 762.00 | 764.70 |
| Peso de tara | 69.20 | 71.40 |
| Peso del agua | 8.50 | 8.60 |
| MS | 692.80 | 693.30 |
| Contenido de humedad (%) | 1.23 | 1.24 |
| PROMEDIO (%) | 1.23 | |



NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
CO. C127515



www.grupoterzaghi.com
982143812

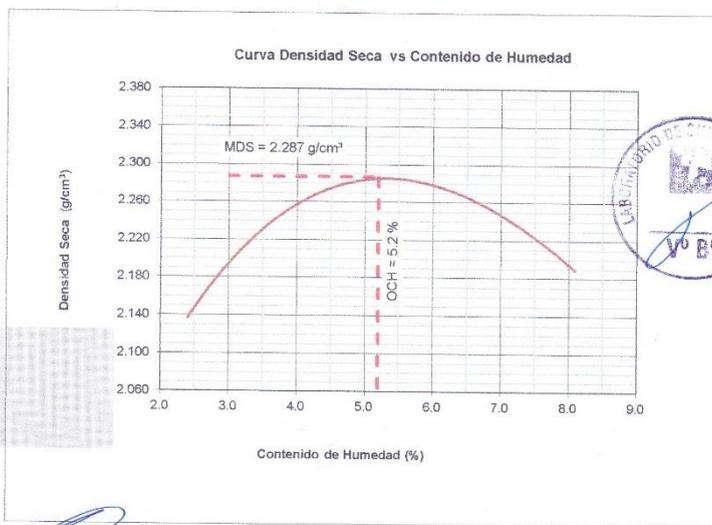
ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

PROCTOR MODIFICADO
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | |
|---|--------|------------------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | | 27.7 Kg.cm / cm ² | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7589.7 | 7994.0 | 8102.0 | 7994.0 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2635.5 | 2635.5 | 2635.5 | 2635.5 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 4954.2 | 5358.5 | 5466.5 | 5358.5 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.188 | 2.367 | 2.415 | 2.367 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 600.0 | 725.5 | 525.3 | 724.4 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 589.8 | 702.3 | 503.6 | 685.2 |
| 09 - Peso del agua (g) | 10.2 | 23.2 | 21.7 | 39.2 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 167.9 | 164.0 | 164.4 | 204.2 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 421.9 | 538.3 | 339.2 | 481.0 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 2.4 | 4.3 | 6.4 | 8.1 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.137 | 2.269 | 2.269 | 2.189 |

Contenido Optimo Humedad **5.2 %** Densidad Seca Maxima, **2.287 g/cm³**




Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-1

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edger
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga ,Willy Alonso

TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022

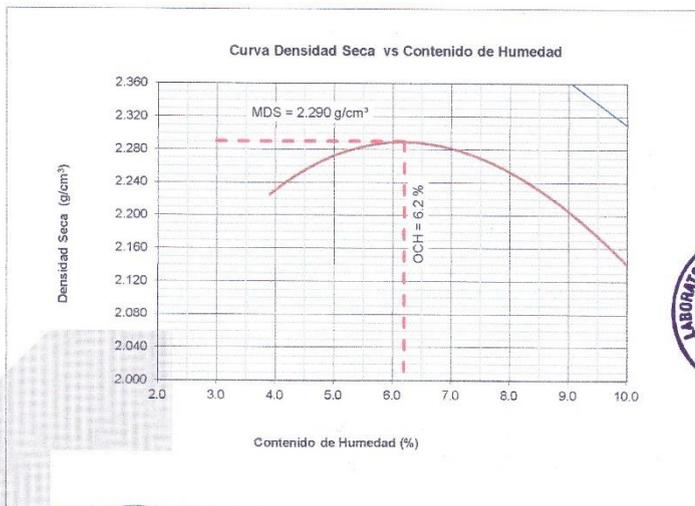
MATERIAL :TERRENO NATURAL CALICATA-2

LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD

FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | 27.7 Kg.cm / cm ³ | | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7840 | 8040 | 8110 | 7718 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2605.0 | 2605.0 | 2605.0 | 2605.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 5235.0 | 5435.0 | 5505.0 | 5113.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 | 2264.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.312 | 2.401 | 2.432 | 2.258 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 460.0 | 465.0 | 465.0 | 656.0 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 445.0 | 445.0 | 435.0 | 595.0 |
| 09 - Peso del agua (g) | 15.0 | 20.0 | 30.0 | 61.0 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 60.0 | 65.0 | 65.0 | 60.0 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 385.0 | 380.0 | 370.0 | 535.0 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 3.9 | 5.3 | 8.1 | 11.4 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.225 | 2.280 | 2.249 | 2.027 |

Contenido Optimo Humedad **6.2 %** Densidad Seca Maxima, **2.290 g/cm³**




 Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 235475
 C.O. C.127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

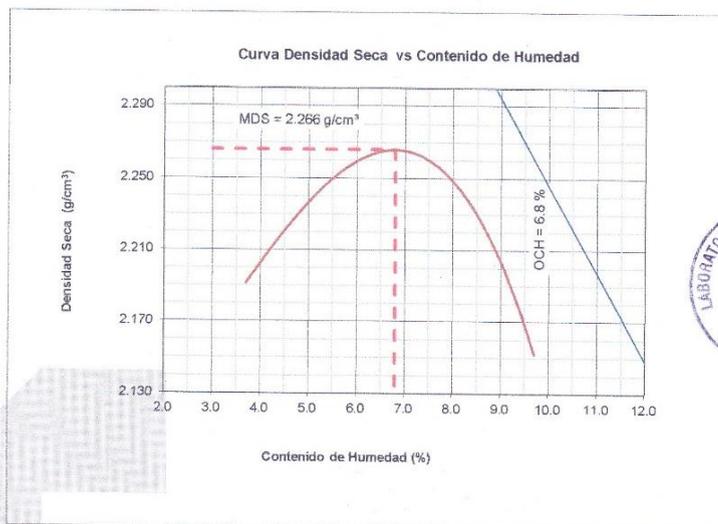
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-2

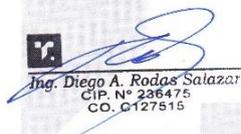
NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solís Zuñiga ,Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|---|--------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standard | | | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7840 | 8083 | 8196 | 8042 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 5168.0 | 5411.0 | 5524.0 | 5370.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.272 | 2.378 | 2.428 | 2.360 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 582.0 | 604.3 | 568.5 | 660.0 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 568.5 | 583.0 | 544.0 | 619.6 |
| 09 - Peso del agua (g) | 13.5 | 21.3 | 24.5 | 40.4 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 207.5 | 202.5 | 209.7 | 204.5 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 361.0 | 380.5 | 334.3 | 415.1 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 3.7 | 5.6 | 7.3 | 9.7 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.191 | 2.252 | 2.263 | 2.152 |

Contenido Optimo Humedad **6.8 %** Densidad Seca Maxima, **2.266 g/cm³**




 Ing. Diego A. Rodas Salazar
 C.P. N° 236475
 C.O. 0127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb.Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



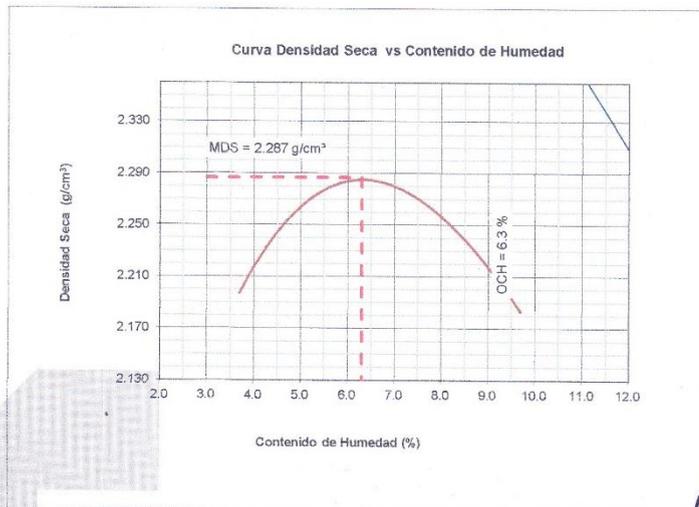
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-3

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

| Metodo Compactación: | "C" | Número de Golpes | | 56 |
|---|--------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar | | | | |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g) | 7855 | 8148 | 8225 | 8120 |
| 02 - Peso del Molde (g) | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 | 2672.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g) | 5183.0 | 5476.0 | 5553.0 | 5448.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm ³) | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 | 2275.0 |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³) | 2.278 | 2.407 | 2.441 | 2.395 |
| 06 - Tarro N° | 01 | 02 | 03 | 04 |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 582.0 | 604.3 | 568.5 | 660.0 |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 568.5 | 583.0 | 544.0 | 619.6 |
| 09 - Peso del agua (g) | 13.5 | 21.3 | 24.5 | 40.4 |
| 10 - Peso del tarro (g) | 207.5 | 202.5 | 209.7 | 204.5 |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 361.0 | 380.5 | 334.3 | 415.1 |
| 12 - Contenido de Humedad (%) | 3.7 | 5.6 | 7.3 | 9.7 |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³) | 2.197 | 2.279 | 2.275 | 2.183 |

Contenido Optimo Humedad **6.3 %** Densidad Seca Maxima, **2.287 g/cm³**



Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C127515



www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
FECHA : 13/10/2022

M - 1

| Características | | | | | | |
|---|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Numero de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Numero de Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Numero de Golpe | 56 | | 25 | | 12 | |
| Energia Compactacion [kg-cm/cm ³] | 27.7 | | 12.2 | | 6.1 | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | 11,432.1 | | 10,797.4 | | 10,358.0 | |
| 02 - Peso del molde (g) | 6,115.0 | | 6,115.0 | | 6,115.0 | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | 5,317.1 | | 4,682.4 | | 4,243.0 | |
| 04 - Volumen de molde, cm ³ | 2,210.000 | | 2,210.000 | | 2,210.000 | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³) | 2.406 | | 2.119 | | 1.920 | |
| 06 - Tarro N° | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 495.8 | | 502.5 | | 499.3 | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 475.4 | | 481.2 | | 478.4 | |
| 09 - Peso del agua (g) | 20.4 | | 21.3 | | 20.9 | |
| 10 - Peso del tarro (g) | 162.0 | | 153.0 | | 157.0 | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 313.4 | | 328.2 | | 321.4 | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | 5.2 | | 5.2 | | 5.2 | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³) | 2.287 | | 2.014 | | 1.825 | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | |
| Dia 01 | | 5.00PM | 1.8 | 2.6 | 3.2 | |
| Dia 02 | | 5.00PM | 0.5 | 1.2 | 2.1 | |
| Dia 03 | | 5.00PM | 0.4 | 1.0 | 1.2 | |
| Dia 04 | | 5.00PM | 0.3 | 0.9 | 0.9 | |
| Expansión, % | | | 1.2 | 1.3 | 1.8 | |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | 5,317.1 | | 4,682.4 | | 4,243.0 | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | 11,538.2 | | 10,939.8 | | 10,515.3 | |
| 03 - Peso del molde (g) | 6,115.0 | | 6,115.0 | | 6,115.0 | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | 5,423.2 | | 4,824.8 | | 4,400.3 | |
| 05 - Peso del agua absorbida (g) | 106.1 | | 142.4 | | 157.3 | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | 5,054.3 | | 4,450.9 | | 4,033.3 | |
| 07 - Absorción de agua (%) | 2.1 | | 3.2 | | 3.9 | |
| 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 | 32.0 | 163.7 | 15.0 | 91.8 | 11.2 | 75.5 |
| 1.3 | 84.6 | 387.4 | 37.6 | 187.7 | 23.2 | 126.5 |
| 1.9 | 134.4 | 599.1 | 67.7 | 315.5 | 40.0 | 197.9 |
| 2.5 | 186.1 | 818.77 | 94.0 | 427.34 | 52.8 | 252.27 |
| 3.2 | 255.7 | 1114.3 | 119.4 | 535.2 | 73.6 | 340.7 |
| 3.8 | 318.7 | 1381.9 | 161.7 | 714.9 | 82.4 | 378.0 |
| 5.08 | 376.9 | 1629.6 | 199.3 | 874.7 | 109.6 | 493.6 |
| 7.6 | 479.4 | 2065.0 | 272.6 | 1186.2 | 148.0 | 656.8 |
| 10.16 | 520.8 | 2240.7 | 314.9 | 1366.0 | 168.0 | 741.8 |
| 12.7 | 562.1 | 2416.4 | 351.6 | 1521.7 | 188.0 | 826.8 |
| Carga [%] | 818.77 kgf. [60.2%] | | 427.34 kgf. [31.4%] | | 252.27 kgf. [18.5%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
CO. C127515

www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

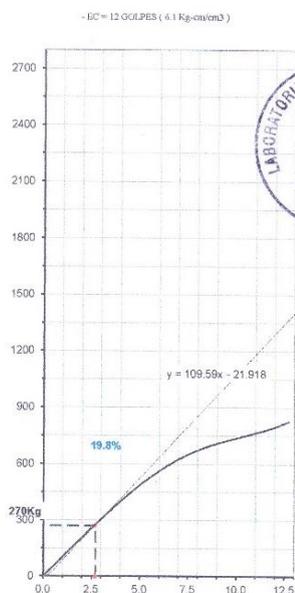
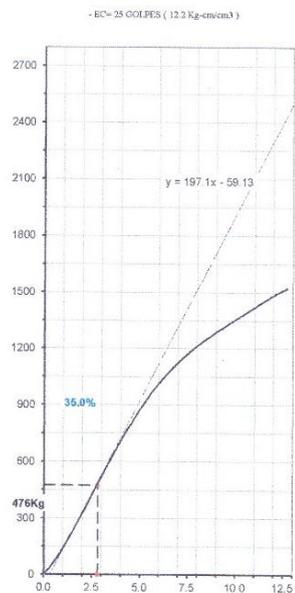
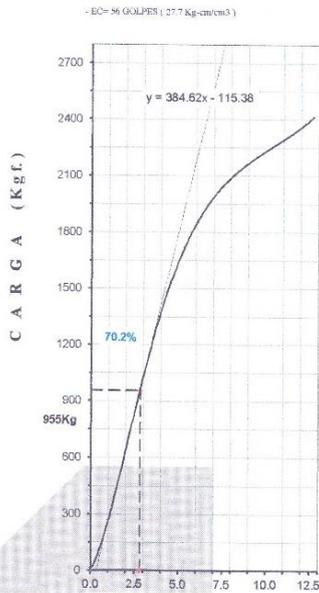
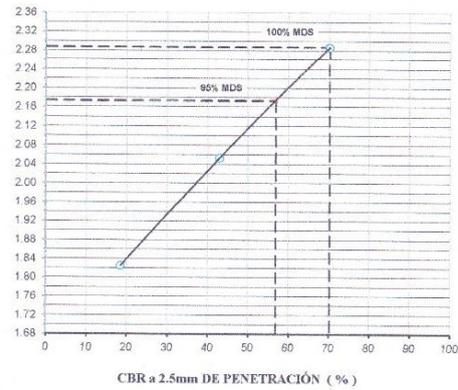
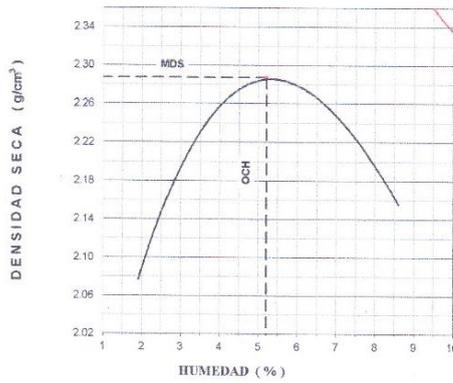


RUC: 20609567199



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

| | |
|---|--|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022 SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edjar BACH: Vasquez Sols Zurfiga ,Wily Alonso MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA- 2 UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD M - 1 PROGRESIVA : FECHA : 13-Oct-2022 | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.287 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.2 CBR AL 100% DE LA M.D.S (%) : 70.2 CBR AL 95% DE LA M.D.S (%) : 56.8 RET. ACUM : 3/4" : 3/8" : N° 4 : N° 200 : SUCS : LL : IP : G _s : AASHTO : EMBEBIDO : 1 días EXPANSIÓN : 1.2 % ABSORCIÓN : 2.1 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 7.3 % |
|---|--|



Ing. Mónica...
 C.A. No. 270475
 C.O. C127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



RELACION DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-1
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
 BACH: Vasquez Solis Zuñiga ,Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
 Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

M - 1

| Características | | | | | | |
|---|--------------------|--------------|------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Numero de Molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| Numero de Capas | | 5 | 5 | 5 | | |
| Numero de Golpe | | 56 | 25 | 12 | | |
| Energia Compactacion [kg-cm/cm³] | | 27.7 | 12.2 | 6.1 | | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | | 9,615.8 | 9,893.6 | 9,249.5 | | |
| 02 - Peso del molde (g) | | 4,460.0 | 4,898.0 | 4,695.0 | | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | | 5,155.8 | 4,995.6 | 4,554.5 | | |
| 04 - Volumen de molde, cm³ | | 2,120.0 | 2,222.0 | 2,140.0 | | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm³) | | 2.432 | 2.248 | 2.128 | | |
| 06 - Tarro N° | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | | 510.1 | 493.2 | 510.4 | | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | | 487.5 | 470.1 | 488.1 | | |
| 09 - Peso del agua (g) | | 22.6 | 23.1 | 22.3 | | |
| 10 - Peso del tarro (g) | | 164.0 | 140.0 | 170.0 | | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | | 323.5 | 330.1 | 318.1 | | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | | 6.2 | 6.2 | 6.2 | | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm³) | | 2.290 | 2.117 | 2.004 | | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | |
| Dia 01 | | 5.00PM | 2.5 | 3.5 | 2.6 | |
| Dia 02 | | 5.00PM | 2.6 | 3.7 | 2.9 | |
| Dia 03 | | 5.00PM | 2.8 | 3.9 | 3.2 | |
| Dia 04 | | 5.00PM | 2.9 | 4.1 | 3.4 | |
| Expansión, % | | | 0.3 | 0.5 | 0.7 | |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | | 5,155.8 | 4,995.6 | 4,554.5 | | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | | 9,665.5 | 9,950.2 | 9,308.2 | | |
| 03 - Peso del molde (g) | | 4,460.0 | 4,898.0 | 4,695.0 | | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | | 5,205.5 | 5,052.2 | 4,613.2 | | |
| 05 - Peso del agua absorbida (g) | | 49.7 | 56.6 | 58.7 | | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | | 2,072.5 | 2,175.9 | 2,098.0 | | |
| 07 - Absorción de agua (%) | | 2.4 | 2.6 | 2.8 | | |
| 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 | 44.6 | 217.3 | 27.7 | 145.7 | 17.5 | 102.3 |
| 1.3 | 112.4 | 505.7 | 73.2 | 339.1 | 49.4 | 238.0 |
| 1.9 | 170.7 | 753.3 | 112.3 | 505.2 | 76.9 | 354.5 |
| 2.5 | 236.8 | 1034.2 | 156.6 | 693.5 | 108.0 | 486.7 |
| 3.2 | 298.8 | 1297.4 | 198.2 | 870.0 | 137.1 | 610.5 |
| 3.8 | 347.9 | 1506.0 | 231.1 | 1009.9 | 160.2 | 708.7 |
| 5.08 | 419.0 | 1808.2 | 278.8 | 1212.6 | 193.7 | 850.9 |
| 7.6 | 553.6 | 2380.3 | 369.1 | 1596.2 | 257.0 | 1120.2 |
| 10.16 | 696.8 | 2988.8 | 465.1 | 2004.3 | 324.4 | 1406.5 |
| 12.7 | 768.4 | 3293.1 | 513.1 | 2208.3 | 358.1 | 1549.7 |
| Carga [%] | 1034.16 kgf. [76%] | | 693.5 kgf. [51%] | | 486.66 kgf. [35.8%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C127515

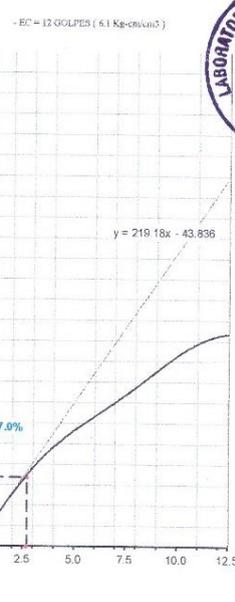
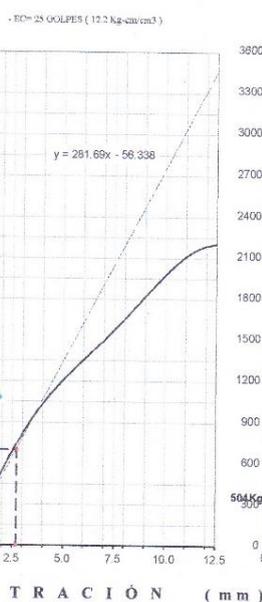
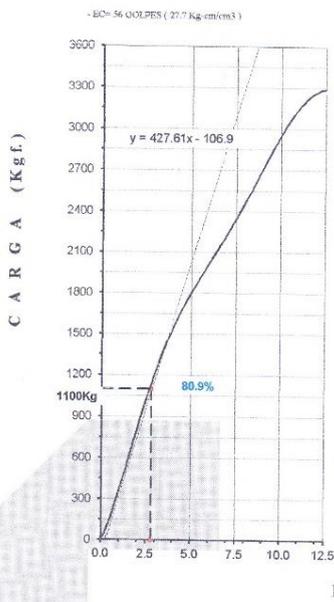
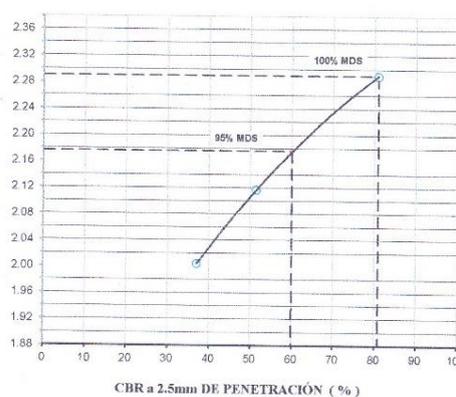
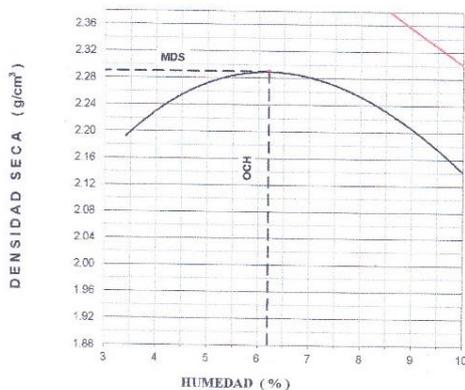
www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb.Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-1

| | | | |
|---|--|---|------------------|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimiento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guatemala La Libertad -2022 | | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C | |
| SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar | | MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 2.290 | |
| BACH: Vasquez Sofo Zurhigo, Willy Alonso | | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.2 | |
| MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2 | | CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 80.9 | |
| UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD | | CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 58.9 | |
| M-1 | | RET. ACUM. 3/4" : 13.4% | 3/8" : 28.9% |
| PROGRESIVA : | | SUCS : GW-GM | N°4 : 43% |
| FECHA : 13-Oct-2022 | | LL : | N°200 : 7.2% |
| | | AASHTO : A-1-a (0) | IP : |
| | | ABSORCIÓN : 2.4% | G _s : |
| | | EMBEBIDO : 1 días | EXPANSIÓN : 0.3% |
| | | HUMEDAD DE PENETRACIÓN : | 8.6% |




 Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 286475
 CO. 0127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RUC: 20609567199



RELACION DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-2
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible,
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
FECHA : 13/10/2022

M - 1

| Características | | | | | | |
|--|----------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Numero de Molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| Numero de Capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Numero de Golpe | 56 | | 25 | | 12 | |
| Energia Compactacion [kg-cm]/cm ³ | 27.7 | | 12.2 | | 6.1 | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | 9,782.0 | | 9,514.0 | | 9,004.0 | |
| 02 - Peso del molde (g) | 4,432.0 | | 4,577.0 | | 4,572.0 | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | 5,350.0 | | 4,937.0 | | 4,432.0 | |
| 04 - Volumen de molde, cm ³ | 2,210.000 | | 2,141.000 | | 2,012.000 | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³) | 2.421 | | 2.306 | | 2.203 | |
| 06 - Tarro N° | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | 609.0 | | 561.0 | | 633.6 | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | 583.0 | | 536.0 | | 604.0 | |
| 09 - Peso del agua (g) | 26.0 | | 25.0 | | 29.6 | |
| 10 - Peso del tarro (g) | 202.2 | | 166.5 | | 167.5 | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | 380.8 | | 369.5 | | 436.5 | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | 6.8 | | 6.8 | | 6.8 | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³) | 2.266 | | 2.160 | | 2.063 | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial |
| Dia 01 | | 5.00PM | 0.05 | 0.03 | | 0.02 |
| Dia 02 | | 5.00PM | 0.05 | 0.05 | | 0.06 |
| Dia 03 | | 5.00PM | 0.06 | 0.05 | | 0.05 |
| Dia 04 | | 5.00PM | 0.06 | 0.05 | | 0.05 |
| Expansión, % | | | 1.3 | 1.1 | | 1.3 |
| Absorcion | | | | | | |
| Numero de molde | 1 | | 2 | | 3 | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | 5,350.0 | | 4,937.0 | | 4,432.0 | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | 9,857.1 | | 9,569.5 | | 9,049.7 | |
| 03 - Peso del molde (g) | 4,432.0 | | 4,577.0 | | 4,572.0 | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | 5,425.1 | | 4,992.5 | | 4,477.7 | |
| 05 - Peso del agua absorvida (g) | 75.1 | | 55.5 | | 45.7 | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | 5,008.1 | | 4,624.1 | | 4,150.5 | |
| 07 - Absorción de agua (%) | 1.5 | | 1.2 | | 1.1 | |
| 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 | 25.0 | 134.1 | 20.0 | 112.9 | 10.0 | 70.4 |
| 1.3 | 80.0 | 367.9 | 57.0 | 270.1 | 34.0 | 172.4 |
| 1.9 | 125.0 | 559.1 | 94.0 | 427.3 | 63.0 | 295.6 |
| 2.5 | 230.0 | 1005.22 | 126.0 | 563.31 | 86.0 | 393.35 |
| 3.2 | 350.0 | 1515.1 | 253.0 | 1103.0 | 142.0 | 631.3 |
| 3.8 | 440.0 | 1897.5 | 320.0 | 1387.6 | 192.0 | 843.8 |
| 5.08 | 490.0 | 2110.0 | 362.0 | 1566.1 | 230.0 | 1005.2 |
| 7.6 | 580.0 | 2492.4 | 493.0 | 2122.7 | 294.0 | 1277.2 |
| 10.16 | 750.0 | 3214.8 | 560.0 | 2407.4 | 351.0 | 1519.4 |
| 12.7 | 840.0 | 3597.2 | 623.0 | 2675.1 | 365.0 | 1578.9 |
| Carga [%] | 1005.22 kgf. [73.9%] | | 563.31 kgf. [41.4%] | | 393.35 kgf. [28.9%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
CIP. N° 236475
C.O. C127515

www.grupoterzaghi.com
982143812

ventas@grupoterzaghi.com
urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

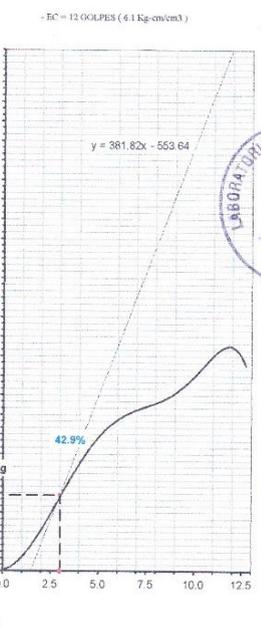
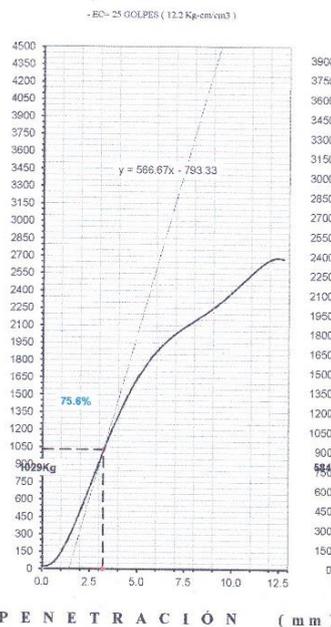
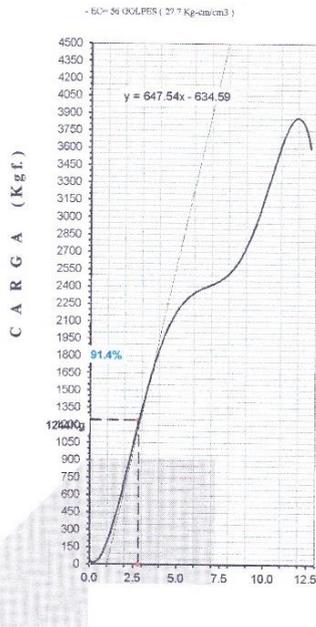
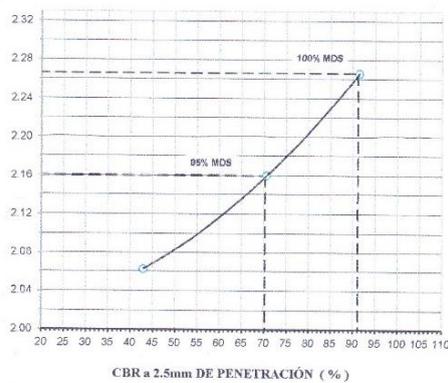
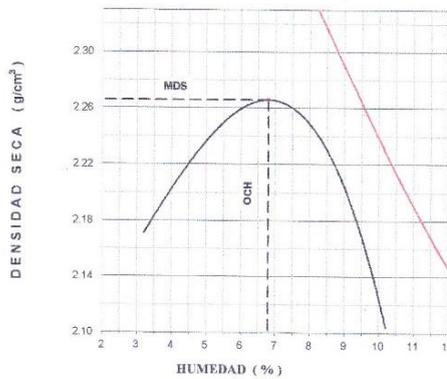


RUC: 20609567199



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

| | | | |
|---|---------------------|---|--------------------------------|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad-2022 | | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : A | |
| SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar | | MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) : 2.296 | |
| BACH: Viquez Sotz Zúñiga, Willy Alonso | | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.8 | |
| MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2 | | CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 91.4 | |
| UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD | | CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 70.2 | |
| M - 1 | | EMBERIDO : 4 DIAS EXPANSIÓN : 1.3 % | |
| PROGRESIVA : | FECHA : 13-Oct-2022 | ABSORCIÓN : 1.5 % | HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 8.3 % |



Ing. Diego A. Rodas Sotz

 CIP- N° 236477

 C.D. C127515

www.grupoterzaghi.com

 982143812

ventas@grupoterzaghi.com

 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote

RELACION DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-3
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : BACH: Chomba Leyva, Williams Edgar
BACH: Vasquez Solis Zuñiga, Willy Alonso
 TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible.
Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022
 MATERIAL : TERRENO NATURAL CALICATA-2
 LUGAR : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD
 FECHA : 13/10/2022

M - 1

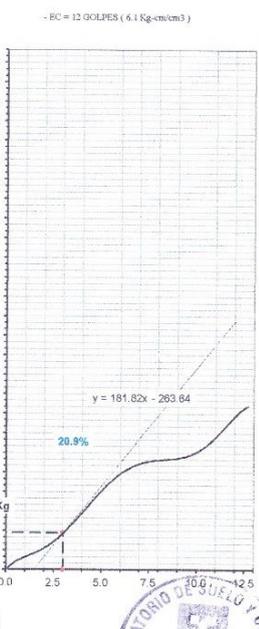
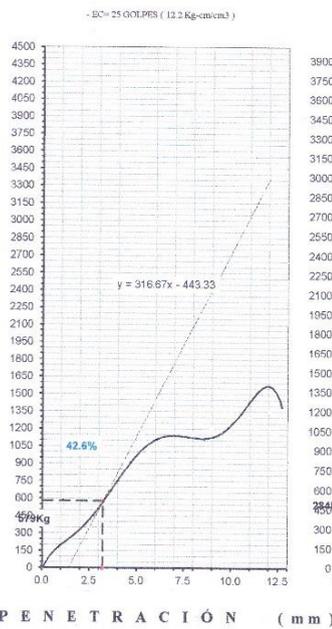
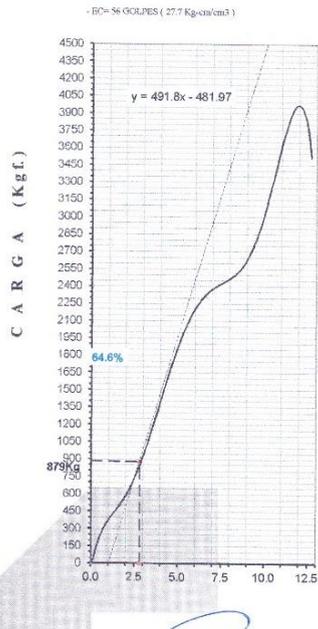
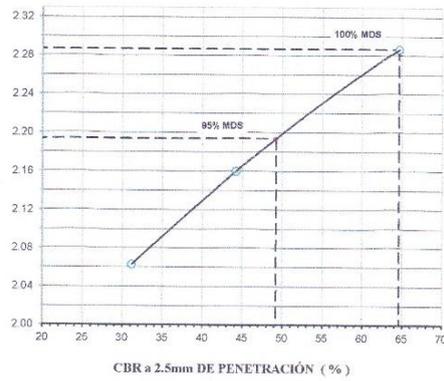
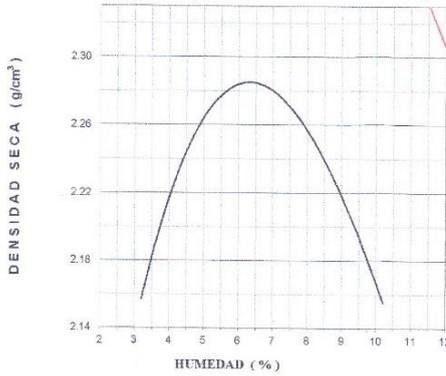
| Características | | | | | | |
|---|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Numero de Molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| Numero de Capas | | 5 | 5 | 5 | | |
| Numero de Golpe | | 56 | 25 | 12 | | |
| Energía Compactación [kg-cm/cm³] | | 27.7 | 12.2 | 6.1 | | |
| Densidad Seca [CBR] | | | | | | |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g) | | 9.832.0 | 9.514.0 | 9.004.0 | | |
| 02 - Peso del molde (g) | | 4.432.0 | 4.577.0 | 4.572.0 | | |
| 03 - Peso suelo humedo (g) | | 5.400.0 | 4.937.0 | 4.432.0 | | |
| 04 - Volumen de molde, cm³ | | 2.210.000 | 2.141.000 | 2.012.000 | | |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm³) | | 2.443 | 2.306 | 2.203 | | |
| 06 - Tarro N° | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g) | | 609.0 | 561.0 | 633.6 | | |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g) | | 583.0 | 536.0 | 604.0 | | |
| 09 - Peso del agua (g) | | 26.0 | 25.0 | 29.6 | | |
| 10 - Peso del tarro (g) | | 202.2 | 166.5 | 167.5 | | |
| 11 - Peso suelo seco (g) | | 380.8 | 369.5 | 436.5 | | |
| 12 - Contenido de humedad (%) | | 6.8 | 6.8 | 6.8 | | |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm³) | | 2.287 | 2.160 | 2.063 | | |
| Saturación | | | | | | |
| Embebido | Fecha | Hora | Lec. Dial | Lec. Dial | Lec. Dial | |
| Dia 01 | | 5.00PM | 0.05 | 0.03 | 0.02 | |
| Dia 02 | | 5.00PM | 0.05 | 0.05 | 0.06 | |
| Dia 03 | | 5.00PM | 0.06 | 0.05 | 0.05 | |
| Dia 04 | | 5.00PM | 0.06 | 0.05 | 0.05 | |
| Expansión, % | | | 1.3 | 1.1 | 1.3 | |
| Absorción | | | | | | |
| Numero de molde | | 1 | 2 | 3 | | |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g) | | 5.400.0 | 4.937.0 | 4.432.0 | | |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g) | | 9.907.8 | 9.569.5 | 9.049.7 | | |
| 03 - Peso del molde (g) | | 4.432.0 | 4.577.0 | 4.572.0 | | |
| 04 - Peso suelo embebido (g) | | 5.475.8 | 4.992.5 | 4.477.7 | | |
| 05 - Peso del agua absorbida (g) | | 75.8 | 55.5 | 45.7 | | |
| 06 - Peso del suelo seco (g) | | 5.054.9 | 4.624.1 | 4.150.5 | | |
| 07 - Absorción de agua (%) | | 1.5 | 1.2 | 1.1 | | |
| 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 | 37.0 | 185.1 | 20.0 | 112.9 | 10.0 | 70.4 |
| 1.3 | 99.0 | 448.6 | 57.0 | 270.1 | 20.0 | 112.9 |
| 1.9 | 140.0 | 622.8 | 70.0 | 325.4 | 30.0 | 155.4 |
| 2.5 | 190.0 | 835.26 | 90.0 | 410.34 | 50.0 | 240.38 |
| 3.2 | 230.0 | 1005.2 | 110.0 | 495.3 | 60.0 | 282.9 |
| 3.8 | 260.0 | 1132.7 | 180.0 | 792.8 | 90.0 | 410.3 |
| 5.08 | 470.0 | 2025.0 | 220.0 | 962.7 | 140.0 | 592.8 |
| 7.6 | 560.0 | 2407.4 | 260.0 | 1132.7 | 190.0 | 820.5 |
| 10.16 | 820.0 | 3129.8 | 290.0 | 1260.2 | 210.0 | 882.0 |
| 12.7 | 820.0 | 3512.2 | 320.0 | 1387.6 | 290.0 | 1260.2 |
| Carga [%] | 835.26 Kgf. [61.4%] | | 410.34 kgf. [30.2%] | | 240.38 kgf. [17.7%] | |

Ing. Diego A. Rodas Salazar
C.I.P. N° 236475
C.O. C127615



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-3

| | |
|--|---|
| TESIS : Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas en Subrasantes del Pavimento Flexible Utilizando Vinaza y Polímero en Guadalupe La Libertad -2022 SOLICITA : BACH. Chombe Leyva, Williams Edojar BACH. Vasquez Sofo Zuñiga, Willy Alonso MATERIAL : TERRENO NATURAL CALCATA - 2 | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) : C MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 2.020 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.3 CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%) : 64.6 CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) : 42.2 |
| UBICACIÓN : GUADALUPE - LIBERTAD - LIBERTAD M : 1 PROGRESIVA : FECHA : 19-Oct-2022 | ABSORCIÓN : 1.5 % EMBEBIDO : 4 DIAS EXPANSIÓN : 1.3 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 11.8 % |




 Ing. Diego A. Rodas Salazar
 CIP. N° 236475
 CO. C-127515

www.grupoterzaghi.com
 982143812

ventas@grupoterzaghi.com
 urb. Los Álamos B-1 - Nvo. Chimbote



Figura N° 9: Calicata N° 1 y perfil estratigráfico, Prog. Km 0+100



Figura N° 10: Calicata N° 2 y perfil estratigráfico, Prog. Km 0+600



Figura N° 11: Recolección de muestras



Figura N° 12: Análisis granulométrico de muestras por tamizado (m1 y m2)



Figura N° 13: Límites de Atterberg (copa de Casagrande)

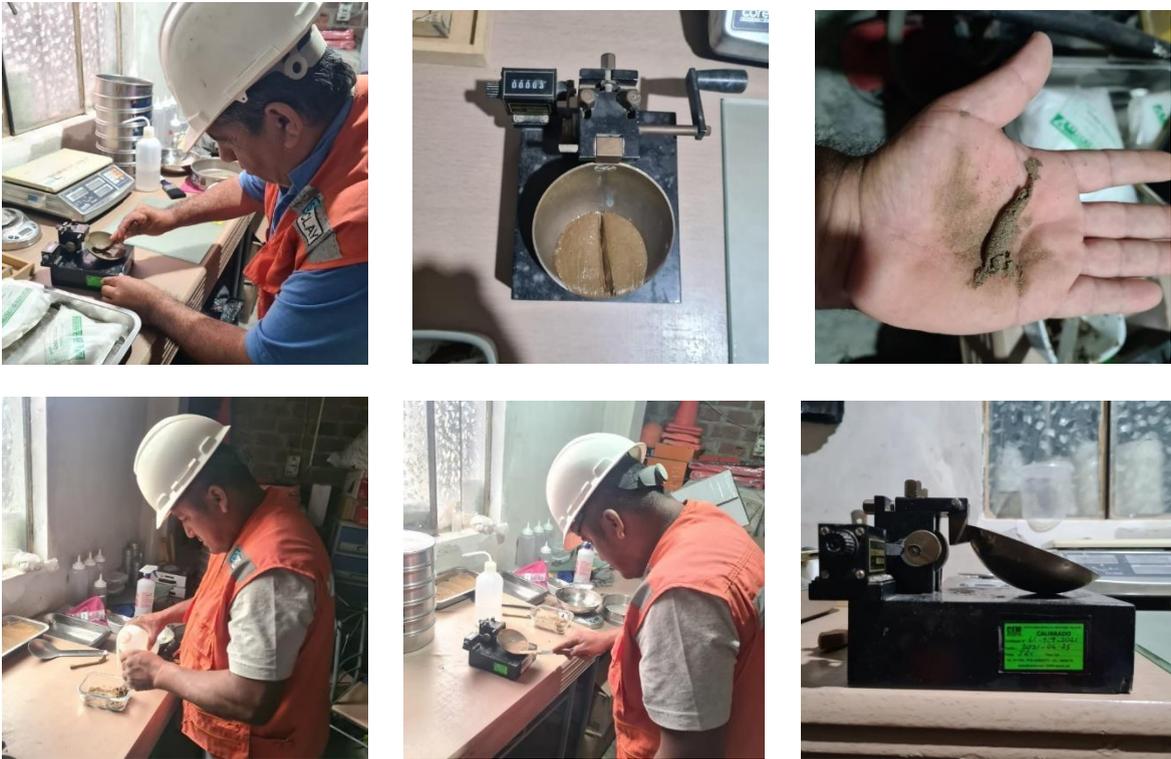


Figura N° 14: Ensayo de Proctor modificado a muestras en estado natural

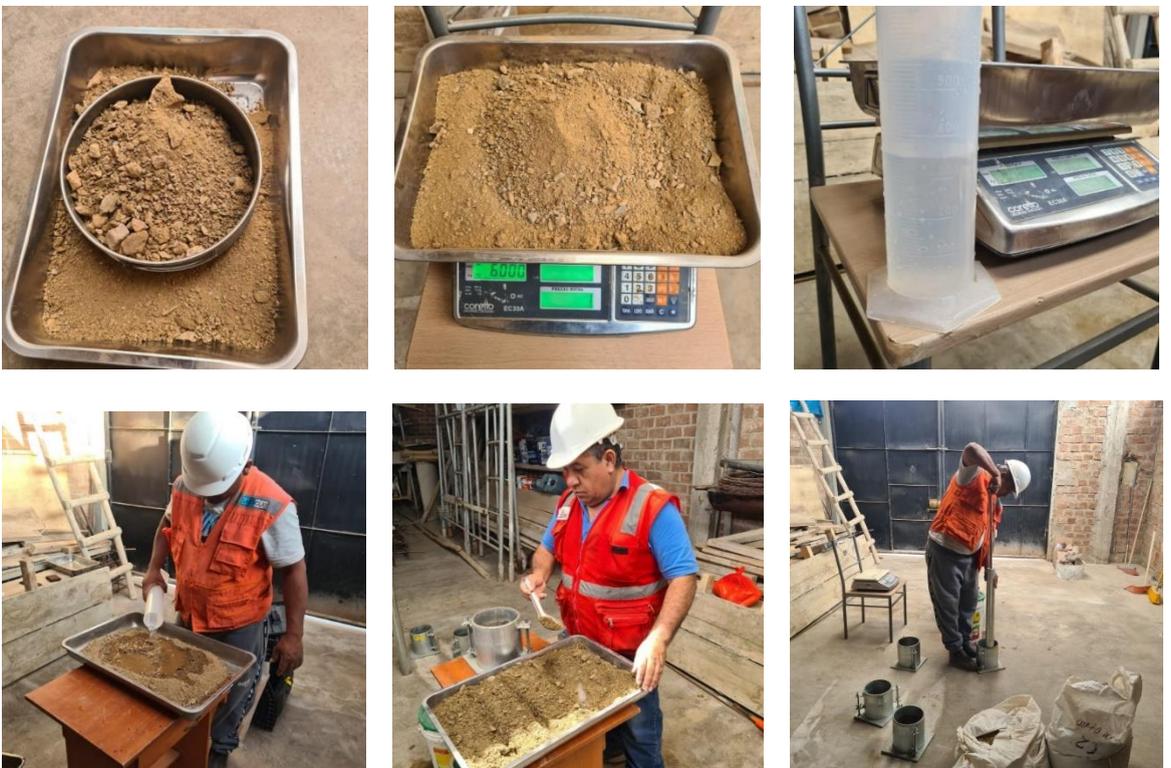


Figura N° 15: Enrasado, secado, pesado de muestras y toma de lecturas.

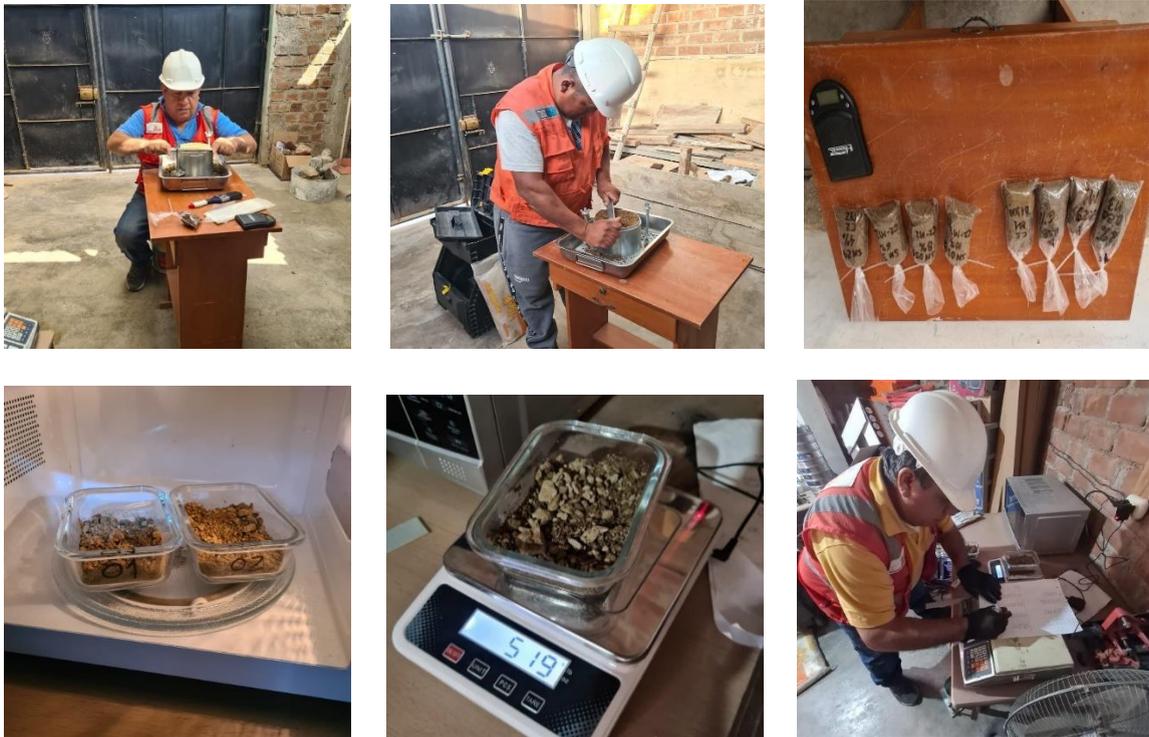
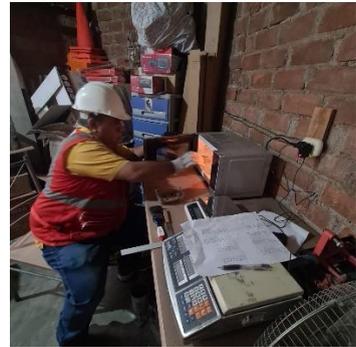


Figura N° 16: Ensayo de Proctor modificado experimental incorporando a las muestras vinaza y polímero.



Figura N° 17: Ensayo de CBR a muestras en estado natural y experimental.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Determinar las propiedades físicas y mecánicas en subrasantes del pavimento flexible, utilizando vinaza y polímero en Guadalupe La Libertad -2022", cuyos autores son CHOMBA LEYVA WILLIAMS EDGAR, VASQUEZ SOLIS ZUÑIGA WILLY ALONSO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 14 de Octubre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463 | Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 14- 10-2022 08:47:10 |

Código documento Trilce: TRI - 0434442