



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización de suelos empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño del pavimento en Cascajal, Chimbote, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alamo Melgarejo, Juan Carlos (orcid.org/ 0000-0002-4388-3945)

Campos Cano, Luis Alberto (orcid.org/ 0000-0002-6141-646X)

ASESOR:

Mgtr. Solar Jara, Miguel Angel (orcid.org/000-0002-8661-418X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta. A mi familia por estar siempre a mi lado. De manera especial a mi madre Belinda Cano Angeles, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Campos Cano Luis Alberto

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Alamo Melgarejo Juan Carlos

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniera Civil de la Universidad César Vallejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Mgtr. Solar Jara, Miguel Ángel tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de gráficos y figuras | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 9 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 9 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 10 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 11 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 11 |
| 3.5. Procedimientos | 12 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 14 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 14 |
| IV. RESULTADOS | 15 |
| V. DISCUSIÓN | 21 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 25 |
| VII. RECOMENDACIONES | 26 |
| REFERENCIAS..... | 27 |
| ANEXOS | 33 |

Índice de tablas

TABLA 1 RESULTADO DE ENSAYOS DESARROLLADOS.....15

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| FIGURA N°1: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO EN SUELO NATURAL Y CON ADICIONES DEL 5%, 10% Y 15% CON POLVO DE CARBÓN VEGETAL..... | 15 |
| FIGURA N°2: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO EN SUELO NATURAL Y SUELO CON ADICIONES DEL 2.5%, 6% Y 10% CON FIBRA DE VIDRIO..... | 16 |
| FIGURA N°3: RESULTADOS DE CBR EN SUELO NATURAL (PATRÓN) Y SUELO CON ADICIONES DEL 5%, 10% Y 15% CON POLVO DE CARBÓN VEGETAL..... | 17 |
| FIGURA N° 4: RESULTADOS DE CBR EN SUELO NATURAL (PATRÓN) Y SUELO CON ADICIONES DEL 2.5%, 6% Y 10% CON FIBRA DE VIDRIO..... | 18 |
| FIGURAN°5: RESULTADO CBR M.D.S AL 100%. | 19 |
| FIGURA N°6: HIPÓTESIS CORRELACIONAL..... | 20 |

Resumen

La baja capacidad de soporte que presentan los suelos de la carretera entre el C.P Cascajal Derecho y el anexo San Francisco, es desfavorable para ser usadas como subrasante por lo que este trabajo de investigación experimental, tuvo como objetivo resolver el uso de la influencia empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en la estabilización del suelo para el diseño de pavimento, el polvo de carbón vegetal proveniente de una industria ladrillera en el Distrito de Santa y la fibra de vidrio de una planta recicladora en Villa María – Nuevo Chimbote. El estudio se inició tomando muestras de suelo en la carretera a las que se les efectuó ensayos de: humedad natural, granulometría, límites de consistencia, compactación proctor modificado y capacidad de soporte (CBR) a cada muestra de suelo en estado natural. Las muestras adicionadas polvo de carbón vegetal fue 5%, 10% y 15% y para la fibra de vidrio 2.5%, 6% y 10% solo se le realizaron ensayos de compactación proctor modificado y capacidad de soporte (CBR) respectivamente; los resultados incrementaron en la M.D.S al 100% CRB con ambos estabilizantes, concluyendo que estos estabilizantes si mejoran la capacidad portante del suelo tipo SP-SM.

Palabras clave: Estabilización de suelos, diseño de pavimento, cenizas de carbón vegetal, fibra de vidrio.

Abstract

The low support capacity of the soils of the road between the C.P Cascajal Derecho and the San Francisco annex, is unfavorable to be used as a subgrade, so this experimental research work had the objective of solving the use of influence using powder of charcoal and fiberglass in soil stabilization for pavement design, charcoal dust from a brick industry in the District of Santa and fiberglass from a recycling plant in Villa María – New Chimbote. The study began by taking soil samples on the road, which were tested for: natural moisture, granulometry, consistency limits, modified proctor compaction, and bearing capacity (CBR) on each soil sample in its natural state. The samples added charcoal ashes were 5%, 10% and 15% and for fiberglass 2.5%, 6% and 10% only modified proctor compaction tests and support capacity (CBR) were carried out respectively; the results increased in the M.D.S at 100% CRB with both stabilizers, concluding that these stabilizers do improve the bearing capacity of the SP-SM type soil.

Keywords: Soil stabilization, pavement design, charcoal ash, fiberglass.

I. INTRODUCCIÓN

Para el diseño de carreteras, siempre se presta especial atención a las estructuras de pavimento. Primero de todo, por el alto costo estimado de los pavimentos de las carreteras, que a veces llega hasta el 60% del costo de todos los trabajos de, que a veces llega hasta el 60% del costo de todos los trabajos de construcción e instalación. Por lo tanto, por lo general el diseño de la calzada es seleccionado sobre la base de la comparación técnica y económica de varias opciones adecuadas, eligiendo el más barato de ellos. En segundo lugar, las cualidades operativas del transporte por carretera, incluyendo la seguridad del tráfico y la comodidad del movimiento en él, se estiman principalmente por el estado de la carretera (Korochkin, 2021, pág. 1).

Para (Instituto Peruano de Economía, 2017, pág2) En la infraestructura vial, se ha realizado numeroso trabajos de trechos de carretera o reparaciones, sin embargo se sigue localizando inconvenientes en el desarrollo ya que este resultado es desfavorable en su ejecución por su falta de caracterización del suelo.

Según (Nesterenko, 2018, pág.4) En la actualidad se ha encontrado maneras de mejoramiento de suelos que no están localizadas en el manual de carreteras sección suelos y pavimentos del (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) dentro de estos componentes estabilizadores se debe emplear el que contenga mayor resistencia para su evaluación de calidad relativa en el diseño del pavimento. Hasta ahora, se han desarrollado e implementado diferentes materiales de refuerzo. Utilizando varias inclusiones en los mecanismos masivos del suelo, incluyendo ambientalmente geo polímeros amigables, resinas expansivas, materiales naturales como bambú, fibra de vidrio, etc. (Mohanad Muayad Sabri Sabri, 2022, pág. 1).

Unos de los problemas al planificar un camino pavimentado es la condición inestable de la sub rasante debido a su bajo rendimiento, para superar este problema de mejora del suelo se lleva a cabo la utilización de productos químicos y aditivos, La estabilización química es un proceso de agregar ciertos químicos al suelo para que una reacción química ocurre, lo que hace que mejoren los enlaces entre los granos del suelo. En estos estudios se utiliza cenizas carbón vegetal

aprovechando de manera óptima los resultados de estudios previos que indican que la adición de cenizas carbón vegetal puede aumentar el valor del CBR (Andriani, 2021, pág. 2)

La falta de estabilización produce asentamientos y forados ocasionando accidentes y embotellamiento en carreteras mal diseñadas de ser el caso, sobre todo en un centro poblado como Cascajal que en algunas vías no están pavimentadas y existe la posibilidad de mejorar para la comodidad de los pobladores que son residentes a igual de los visitantes. Existen casos que se puede considerar una mejora y reforzamiento del suelo, Palli (2015, p.50) menciona como ejemplos si el material del terreno es muy arenoso, arcilloso, húmedo, también si necesita agregar otro tipo de material más resistente.

Para este proyecto proponemos utilizar dos componentes estabilizadores para el mejoramiento de la subrasante el diseño del pavimento dentro del C.P. Cascajal Derecho, Anexo San Francisco : el polvo de carbón vegetal aprovechando sus componentes naturales disminuyendo las impurezas del suelo y la fibra de vidrio que mediante sus filamentos aumentaría la resistencia del subsuelo. Adicionar estos materiales a la estructura del pavimento mejoraría sus propiedades y estabilidad por tratarse de una zona campestre, agrícola, también por la circulación frecuente de maquinarias pesadas y vehículos livianos, evitaríamos el asentamiento o desgaste de la superficie de la vía vehicular.

Ante lo mencionado se propone el problema general: ¿Cuál es la influencia en la estabilización empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño de pavimento en el C.P. de Cascajal, Chimbote? Se propone los problemas específicos ¿Cómo se caracterizara la estabilización del suelo natural en el C.P. de Cascajal, Chimbote?, ¿Cómo se caracterizara la estabilización del suelo natural empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. de Cascajal, Chimbote?, y ¿Cuál será el análisis al comparar los porcentajes óptimos de la estabilización empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio y sin emplear polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño de pavimento en el C.P. de Cascajal, Chimbote?

Se pretende encontrar una mejora importante en el suelo de la carretera no asfaltada del C.P. Cascajal Derecho, Anexo San Francisco para brindar un impacto visual a la población y calidad para el tránsito vehicular. La fibra de vidrio genera mayor resistencia mecánica y la ventaja de ser muy liviano y ligero al usar. De la misma el de polvo de carbón vegetal, es orgánico y se activa al calor, tiende a reducir toxinas para mejorar las características del suelo.

Ante ello se plantea como objetivo general: Resolver el uso de la influencia empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en la estabilización del suelo para el diseño de pavimento en el C.P. Cascajal, Chimbote 2022. Y llegar a cumplirlo se propone como objetivos específicos: Resolver la calificación del suelo natural sin los estabilizantes de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal. Resolver la calificación del suelo con los estabilizantes de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal. Contrastar los porcentajes óptimos entre la calificación del suelo con la estabilización empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio y sin la estabilización empleando de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio C.P. cascajal.

La justificación del presente proyecto es aportar conocimiento para una apropiada estructura del diseño del pavimento para su soporte de cargas, por esta razón, la superficie del pavimento debe de tener un CBR para la subrasante Buena de $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$. Sabiendo que en la actualidad existen múltiples métodos para estructurar un pavimento, y de esta manera se busca la mejor opción teniendo como base investigaciones de infraestructura vial, se propone hacer uso de materiales como el polvo de carbón vegetal y la fibra de vidrio, para alargar la vida útil, reducir la apariencia de fallas de la estructura del pavimento, permitir el crecimiento de serviciabilidad y bienestar para usuarios de la en el C.P. de Cascajal, Chimbote 2022.

Para ello se formula la siguiente hipótesis general: La estabilización con polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio influirá significativamente en el mejoramiento para el diseño de pavimento en el suelo del CP. Cascajal, Chimbote 2022. Primero se planteó como hipótesis específica: Si la calificación de la estabilización del suelo seria pobre sin emplear el polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P.

Cascajal, Chimbote 2020. Segundo: Si la calificación de la estabilización de suelo sería buena al emplear el polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal, Chimbote 2022. Tercero: La distinción comparativa de su porcentaje óptimo entre la calificación de la estabilización del suelo sin emplear polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio y con la estabilización de suelo empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal, Chimbote 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Se toma como referencia diversos trabajos que para el siguiente proyecto de investigación, entre ellos se encuentran:

En Turquía (Yilmaz, 2018) Ha habido una utilización significativa de cenizas volantes de carbón vegetal y mineral estándar, para la estabilización de suelos. Sin embargo, la mayoría de las cenizas volantes que no cumplen con los estándares químicos se han eliminado en vertederos debido a sus propiedades químicas desfavorables, como el alto contenido de carbono o el alto contenido de SO₃. En este estudio, se estabilizó un suelo arcilloso con diferentes proporciones de cenizas volantes. Los resultados de las pruebas indicaron que las cenizas volantes fuera de especificación mostraron un rendimiento superior en comparación con las cenizas volantes estándar debido a su alto contenido de CaO independientemente de su contenido de SiO₂ > Al₂O₃ > Fe₂O₃ y SO₃. Se recomendó que se utilizaran estándares basados en productos orgánicos-químicos y determinó la selección adecuada para la estabilización del suelo.

En Estados Unidos (Ahmad, 2016) Los materiales reciclados reciclados se han utilizado en muchos proyectos de ingeniería geotécnica, como la mejora del suelo, la erosión del suelo y la estabilidad de taludes. El uso de fibra de vidrio es una buena alternativa para la estabilización del suelo. Para evaluar la fibra de vidrio como una alternativa, este documento se centró en las pruebas de tracción que se han llevado a cabo entre la fibra de vidrio los tipos de suelos encontrados a estabilizar. Las muestras de fibra de vidrio se produjeron a partir de una estera de fibra de hebras cortadas, un tipo de fibra de vidrio de muy bajo costo, que se cura con resina y endurecedor. Se desarrollaron muestras de fibra de vidrio en

espesores de 1 mm, 2 mm, 3 mm y 4 mm en piezas de 100 mm x 300 mm. Se encontró que la fibra de vidrio de 3 mm exhibió la carga máxima de tracción (MTL) y la tensión máxima de tracción (MTS) mayores que otras muestras. El análisis estadístico en fibra de vidrio de 3 mm indicó que en el MTL aproximadamente igual, las muestras de fibra de vidrio experimentaron un 2 %. Los resultados mostraron una relación aproximadamente favorable por lo que la fibra de vidrio expande en su compactación.

En ciudad de Moquegua – Perú (Pérez Collantes, 2018) En este estudio adiciono cenizas de carbón volantes de carbón en un suelo arcilloso par la evaluación de obra de pavimentos. Los ensayos presentan un mejor comportamiento que el suelo puro para su empleo como capa de sub-base y sub-rasante mejorada de pavimentos. Se examinó factores como; tiempo de curado, tiempo de compactación, contenido de agua y otros factores que influyen en el comportamiento de la mezcla final.

En la ciudad de Lima-Perú (Carhuapoma Najarro & Tito Sánchez, 2021) El uso de la fibra de vidrio ha aumentado produciendo un impacto ambiental negativo, no obstante posee un potencial para incorporar como estabilizante en la subrasante, esto contribuirá en el desarrollo de pavimentos sostenible y económicos como se aplican en las normas técnicas de países extrajeras. Al desarrollar los estudios de mecánica de suelo mediante el método AASHTO se logró resultados con finalidad de diseñar la subrasante que soportara cargas máximas. Determinando que influye significativamente un valor CBR de máxima densidad seca de 12.7%

El suelo, definido dentro de la rama de la Ingeniería Civil, se considera en la construcción como el material, utilizado como base en todas las cimentaciones y elementos estructurales. Su composición es principalmente de materia orgánica y minerales disgregados, en partículas que son consecuencia del proceso de meteorización (Macías, 2018).

(Di Loreto Di Raimo & Couto Guimarães, 2022) Los suelos arenosos, formados principalmente por la fracción arena, generalmente se refieren a suelos poco desarrollados. La amplia gama de diferentes suelos arenosos ofrece varias posibilidades de uso para estos suelos. Sin embargo, la difícil caracterización y/o la

falta de estudios específicos hacen que, en práctica, los suelos arenosos deben ser considerados como un grupo único y simple, sin grados de Capacidades de aptitud/uso. Los suelos arenosos pueden formar diferentes clases según la profundidad del perfil, la profundidad de las capas arenosas, la textura gradiente entre horizontes, grado de estructuración, color, condiciones hidromórficas, etc.

La arcilla, está constituida por fragmentos submicroscópicas, su forma es idéntica a las escamas de mica, con proporciones de arcillas minerales y otros. Las partículas son aproximadamente de 2 a 5 micrómetros. (Velarde, 2015).

Para que un pavimento sea flexible sus capas subyacentes (bases, subbases y subrasante) deben ser predominantemente granulares; razón por la cual el contenido de humedad de estas capas, o mejor dicho su grado de saturación, tiene una incidencia directa en su comportamiento estructural y en la evolución de diversos deterioros relacionables. Esto siempre con la posibilidad de representar un grado de variabilidad asociado a las estacionalidades existentes (Rivera, 2022, pág. 1).

Por otro lado, el mejoramiento de suelos se refiere a las actividades necesarias para incrementar las propiedades de resistencia del suelo principalmente. Esto se realiza excavando debajo de los niveles de la sub rasante y luego, se sustituye total o parcialmente el material existente, con material de préstamo de mejor calidad o con aditivos que pueden ser orgánicos, minerales o sintéticos. De esta forma, las propiedades de la subrasante se logra mejorar, los compuestos estabilizadores del suelo también son de uso (Guamán, 2016).

Con respecto a la estabilización de suelos, podemos considerar al procedimiento para transformar las características negativas, como alta compresibilidad, permeabilidad. Modificar la calidad de los suelos está directamente relacionado con la estabilización, en esa medida se hace conveniente hacer un análisis geotécnico de los componentes para verificar los resultados y su rentabilidad (Mantilla, 2011) en (Guamán, 2016).

La estabilización de suelo puede clasificarse en mecánica y química. La estabilización mecánica, debe permitir obtener mayor capacidad de soporte en el

material, a través de alteraciones, no es necesaria la aplicación de agentes externos que producen cambios en la originalidad de sus propiedades (Ponce, 2018).

Con relación a la Granulometría, se conoce que es la determinación de la proporción en que participan las diversas dimensiones de las partículas que constituyen una muestra (ASTM, 2016).

También existen propiedades características que son de suma importancia para la presente investigación, tales como el Proctor, que se define como enlace como el óptimo contenido de humedad del suelo y la máxima densidad seca, como resultado de ejercer un esfuerzo mediante una energía específica de compactación. (ASTM, 2018).

Otra propiedad es el CBR, que se obtiene mediante un ensayo, el suelo en condiciones estándar y la densidad controlada se determina con el esfuerzo cortante, así mismo mide la carga con el uso de un pistón a velocidad predeterminada, y se logre penetrar en la muestra del suelo compactado, (ASTM, 2018).

Una propiedad que también tiene incidencia en la investigación es el peso específico del suelo, tanto en estado natural como con aditivos, viene a ser la cantidad de peso de un material por el volumen, puede mencionarse como peso unitario o densidad aparente. (ASTM, 2018).

(Sarrión, 2018, pág. 16) Define a la fibra de vidrio como un material polimérico extremadamente fino basado en dióxido de silicio (SiO_2), los cuales están embebidos en matriz plástica, este material es producido en grandes cantidades por su bajo costo de fabricación. La lana de vidrio es un material con millones de filamentos vidrios agrupados con un aglutinante, calentada a temperatura de 200°C. Finalmente se corta el producto y se agrupan en rollos o planchas para facilitar el reforzamiento. El envejecimiento es unas características de fibra de vidrio, donde el material se empieza a deteriorar por ser expuesto a condiciones climáticas y humedad poniendo en riesgo la seguridad de la estructura.

Cabrera y Vivanco (2019, p.3) mencionan que Las fibras de vidrio se empezaron a fabricar hace muchos años a.c con la intención de aplicar en el sector de construcción de la ingeniería donde se utilizaría, además de tener bajo costo y ser muy rígido.

También, Mamani (2021, p.2) plantea como objetivo encontrar el porcentaje ideal de fibra de vidrio para el diseño de pavimento. Concluyendo que las dosificaciones apropiadas para su adición son de 3%, 5% y 10% debido al aumento de su resistencia el material aumenta agregando un mejor diseño. Según normativa para añadir estabilizantes con alto sílice como son el cemento, plástico reforzado, resinas y fibra de vidrio se debe emplear rangos de 2% a 12%.

(Fiestas Ramírez, 2021) El carbón vegetal se produce por calcinación a temperaturas de 400° a 600° este material carbonoso tiene aproximadamente 85% y 97% lo que esta reacción a la madera es llamada pirolisis. Dentro de sus propiedades actualmente el carbón vegetal es muy usado en empresas industriales de acero, química, ladrilleras, restaurantes, pollerías y cocinas domésticas. Su distinción de calidad complementa una contracción de volumen y alto en azufre. Las cenizas tienen una alta proporción de (K₂CO₃) potasio, (CaCO₃) calcio y otros porcentajes minerales.

(Gonzales Perez, 2022) Plantea como objetivo general si la ceniza de carbón vegetal influye de manera óptima en el suelo con finalidad de ser pavimentado, determino un óptimo quemado en temperatura de 500°C, evaluó el comportamiento según su clasificación en suelo arcilloso con baja plasticidad adicionando los porcentajes de cenizas en 10%,15%,20% y 25%. Concluyo que sus porcentajes fueron favorables y recomendando hacer uso en varios tipos de suelos según AASHTO.

(Warner Tuncer, 2019) Es posible utilizar cenizas volantes con alto contenido de calcio y alto contenido de carbono, ya que el alto nivel de carbono evita que las cenizas volantes se utilicen en el hormigón. Se realizaron una serie de pruebas de laboratorio para evaluar el rendimiento de estos materiales, incluido el agregado triturado, RPM sin tratar y RPM tratadas con cenizas volantes con alto contenido de carbono. Las pruebas incluyeron compactación, relación de carga de California,

módulo resiliente y resistencia a la compresión no confinada para RPM tratadas. Se compararon las propiedades de ingeniería de estos materiales determinando óptima resistencia en la compactación.

Por los resultados de las investigaciones mostradas se puede afirmar que los materiales a utilizar en el diseño de pavimento como el polvo de carbón vegetal y la fibra de vidrio son útiles para mejorar su resistencia y a su vez la estabilidad del suelo.

III. METODOLOGÍA

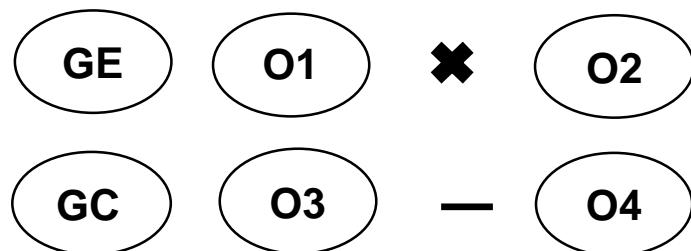
3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Concordante al contenido desarrollado la investigación es de tipo Aplicada, puesto que se aportó fundamentos de nivel científico con conocimientos teórico-práctico que se requirió en el marco teórico sobre el uso de los estabilizantes para la solución de los problemas en el diseño del pavimento.

Diseño de investigación

En función a nuestras variables se desarrolló el diseño experimental de tipo cuasi experimental porque cumple la relación causa y efecto por la variación de la estructura del pavimento empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio al pavimento original.



Dónde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo de control

X: Estímulo

-: Ausencia de estímulo

O1 Y O3: Observaciones de la variable dependiente pre estímulo

O2 Y O4: Observaciones de la variable dependiente post estímulo

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Estabilización de suelos empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio

Definición conceptual

Según (Pavel Reiterman, 2022, pág. 3) Las propiedades de los suelos menos adecuados en la práctica geotécnica se mejoran mediante la adición de un aditivo estabilizador. El proceso de la estabilización radica en la formación de fases de refuerzo insolubles. Estos son sometidos en suelos naturales para su tratamiento, de tal manera que al incorporar insumos naturales, químicos o sintéticos el procedimiento debe ser mecánico así se pueda aprovechar su mejor calidad y la obtención de un suelo duradero, apto al soporte en las reacciones de transitabilidad o severos cambios climáticos.

Definición operacional

Se mide la estabilización de suelo empleando polvo de carbón vegetal con porcentajes añadidos a la muestra del suelo natural de 5%,10%,15% y a la fibra de vidrio de 2.5%,6%,10%. Medición de escala: Razón.

Variable dependiente.

Diseño del pavimento

Definición conceptual

Para (Mohamed Elsaïd, 2020, pág. 3) El diseño de pavimentos no es una ciencia exacta y, por lo tanto, no es posible formular un conjunto de criterios de diseño que podrían cumplir las necesidades de cada camino. El funcionamiento estructural del pavimento es emitir de modo adecuado los esfuerzos producidos por las cargas forzadas en la subrasante, de manera que no padezca alteraciones. Por ellos es importante la obtención de datos de entrada requerida para el diseño y evaluación con método de ensayo AASHTO y CBR.

Definición operacional

Se mide de conforme a la caracterización de suelos como los ensayos estándar y ensayos de compactación. Medición de escala: Razón.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

La población es el conjunto de objetos de investigación de características homogéneas, en este caso se estudió el suelo en la carretera con inicio en el C.P Cascajal Derecho y culmino en el anexo San Francisco con una longitud de 3.5 kilómetros y un ancho de 6 metros.

Muestreo:

La técnica de muestreo que se aplicó, es no probabilística, ya que no es necesaria una elección de las muestras al azar; y fue por conveniencia en aplicación a las normas de suelos del MTC se escogió el tramo más crítico y de condiciones no homogéneas.

Muestra:

La muestra está constituida por el tramo más crítico de la carretera de donde se obtuvo una calicata por kilómetro, dando como resultado un total de 3 calicatas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Se comprendió la técnica de investigación al método de procesos o forma particular de la obtención de datos e información. En esa medida, se pudo argumentar dos técnicas de investigación importantes que se desarrolló en este trabajo de investigación serán los siguientes:

La primera técnica que se empleó son los análisis documentales de parte fundamental del proceso de esta investigación debido a que es metódico y formal, el cual nos permitió realizar la selección, obtención, interpretación y análisis de los datos las fuentes relacionadas con el objeto de investigación. Lo cual nos apoyamos en fuentes secundarias los cuales fueron los repositorios de tesis, páginas web, manuales de programas, documentos municipales, información geotécnicos.

Por otro lado se empleó una segunda técnica que es la observación estructurada. Nos permitió visualizar y captar a través del sentido de la

vista, mediante esta técnica nos permitió percibir y examinar la ubicación actual del territorio de estudio, con los cuales nos permitirán alcanzar los objetivos y posteriormente resolver el problema planteado en la investigación. En donde se empleó fuentes primarias como verificaciones topográficas, verificaciones de mecánica de suelos, cámaras fotográficas.

Instrumentos

Los instrumentos que se realizó para la recolección de datos fueron formatos en papel y digital para el almacenamiento de información.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, presentamos los siguientes instrumentos de investigación de acuerdo a las técnicas citadas líneas arriba: Los formatos de cada instrumento se adjuntaron en anexos, en donde se establecerá las características o indicadores de cada instrumento de investigación continuación se presentara la lista de los instrumentos para su recolección correspondiente.

- ▣ Documentos municipales
- ▣ Información del MTC
- ▣ Equipos para obtener calicatas
- ▣ Fichas de caracterización
- ▣ Equipos para los ensayos de laboratorio.
- ▣ Software de Excel
- ▣ Google Earth Pro

3.5. Procedimientos

Obtención de la muestra del suelo:

Se procedió con la visita a campo para las coordinaciones correspondientes de la extracción de material de suelo mediante calicatas, la carretera de estudio delimita un solo tramo de la salida del C.P Cascajal Derecho hasta el anexo San Francisco que tiene como progresivas 0+0000 KM a 0+3.573

KM. Para las calicatas consideró principalmente el manual de carreteras. Según (MTC, 2014, pág. 28) para tipos de carreteras de Bajo Volumen de Tránsito y con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada el número mínimo es 1 calicata por kilómetro, con profundidad de 1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto.

Obtención del estabilizante:

Carbón vegetal.

Recolección: Ladrillera San Carlos ubicada en Distrito de Santa

Estimulación térmica: Por calcinación, a temperatura de 400 °C, proceso artesanal.

Fibra de Vidrio.

Recolección: Empresa recicladora Villa maría ubicada en Distrito de Nuevo Chimbote.

Las calicatas las ubicamos longitudinalmente y en forma alterna, teniendo un tramo de 3.573 km se realizó 3 calicatas con una profundidad de 1.50m mínimo ya que esto diagnostica las características físicas- mecánicas de la subrasante.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la consultora GEOCYP S.R.L que nos proporcionó resultados respecto a nuestros objetivos.

Se realizó los ensayos de análisis granulométrico por tamizado con norma MTC E-107 en el cual se determinó cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de suelo.

Se realizó los ensayos de Proctor Modificado con norma MTC E-115 y CBR con norma MTC E-132 teniendo en cuenta según (MTC, 2014) “Para carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada el ensayo de módulos

de resiliente o CBR se realiza cada 3km un CBR”. El método A se utilizó para este ensayo ya que la muestra paso el tamiz N°4 y su porcentaje retenido acumulado fue $\leq 25\%$. Se utilizó 3 kg de muestra de suelo natural y en molde de diámetro de 4 pulgadas se colocó 5 capas de igual espesor y se le aplico 25 golpes a cada capa con el pisón normativo con una altura de 18 pulgadas.

3.6. Método de análisis de datos

Con la utilización de fichas se logró la caracterizar el suelo donde se expresa la calificación de los ensayos en suelo natural y la aplicación de sus estabilizantes.

El laboratorio donde se realizó los ensayos nos habilitos los todos resultados, estas fueron organizados e interpretados en tablas y gráficos de simple entrada haciendo el uso del software Excel 2016.

3.7. Aspectos éticos

En el presente estudio se extrajo datos de fuentes reales indexadas de artículos, libros y tesis basándose en los análisis del mejoramiento de suelo aplicando estabilizadores, respetando la procedencia intelectual de los autores de otras investigaciones realizadas, para un servicio a la sociedad con la finalidad de un bajo costo en el presupuesto. Por otra parte se cumple con los lineamientos éticos vigentes de la Universidad Cesar Vallejo y el manual ISO 690 versión 2.

IV. RESULTADOS

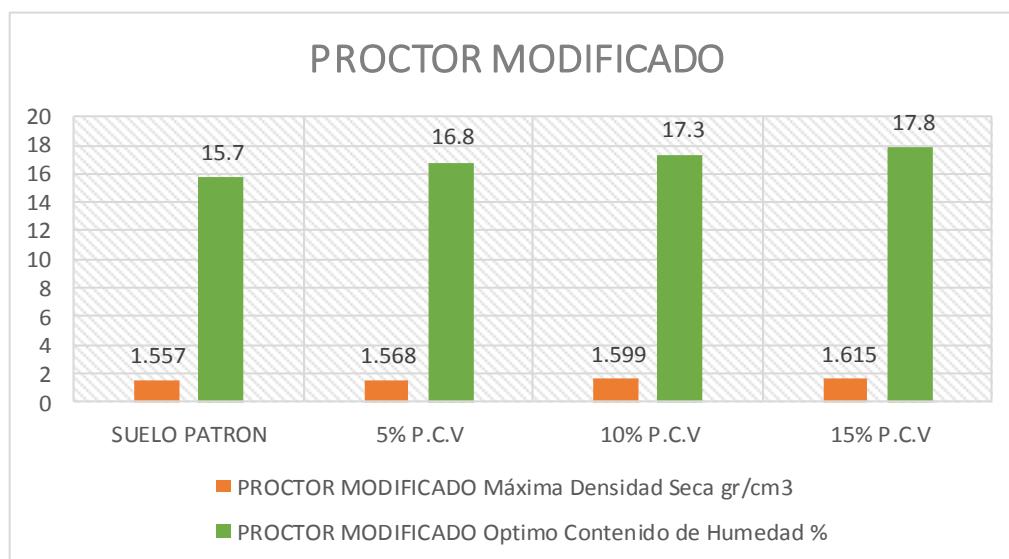
Tabla 1. Resultado de ensayos desarrollados

| Calicata | Profundidad (m) | Peso Muestra Seca | Peso Muestra Lavada | Porcentaje de Agregado | | | Contenido de Humedad | Clasificación SUCS | Clasificación AASHTO | Límite Líquido |
|----------|-----------------|-------------------|---------------------|------------------------|---------|---------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| | | | | % Grava | % Arena | % Finos | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| C-1 | 1.50 M | 321.6 | 303.8 | 0 | 94.6 | 5.4 | 0.63 | SP-SM | A-3 (0) | N.P |
| C-2 | 1.50 M | 396.2 | 361.4 | 0 | 91.1 | 8.9 | 0.69 | SP-SM | A-3 (0) | N.P |
| C-3 | 1.50 M | 378.4 | 347.9 | 0 | 91.9 | 8.1 | 0.85 | SP-SM | A-3 (0) | N.P |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 1 en función a los datos obtenidos de las 3 calicatas, se puede clasificar como un suelo SP arena mal graduada y SM arena limosa. Con relación a AASHTO las tres muestras compete al grupo A3 de materiales granulares con tipología de arena fina, dentro de su estado de consistencia no presenta límite líquido ni índice de plasticidad, la calidad de este material es excelente a buena para poder trabajar los ensayos de compactación y añadir los estabilizantes de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio.

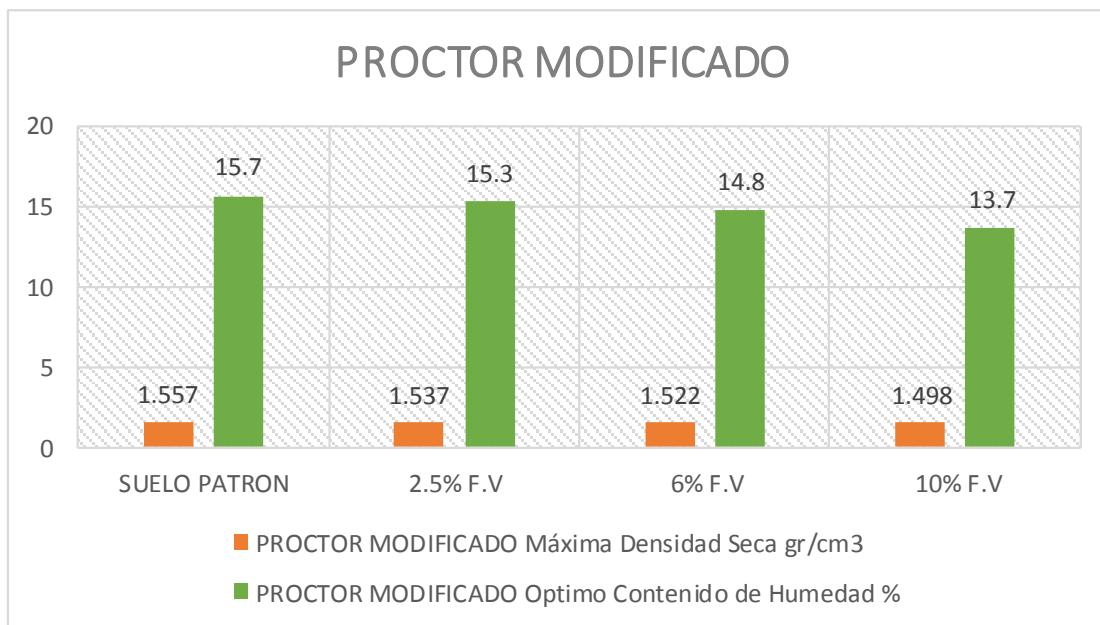
Figura N°1: Resultados de Proctor Modificado en suelo natural (patrón) y suelo con adiciones del 5%, 10% y 15% con polvo de carbón vegetal.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°1 en función a los datos de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de las muestras ensayadas se ubican en forma ascendente desde el suelo natural (Patrón) y la adición del polvo de carbón vegetal en los porcentajes establecidos.

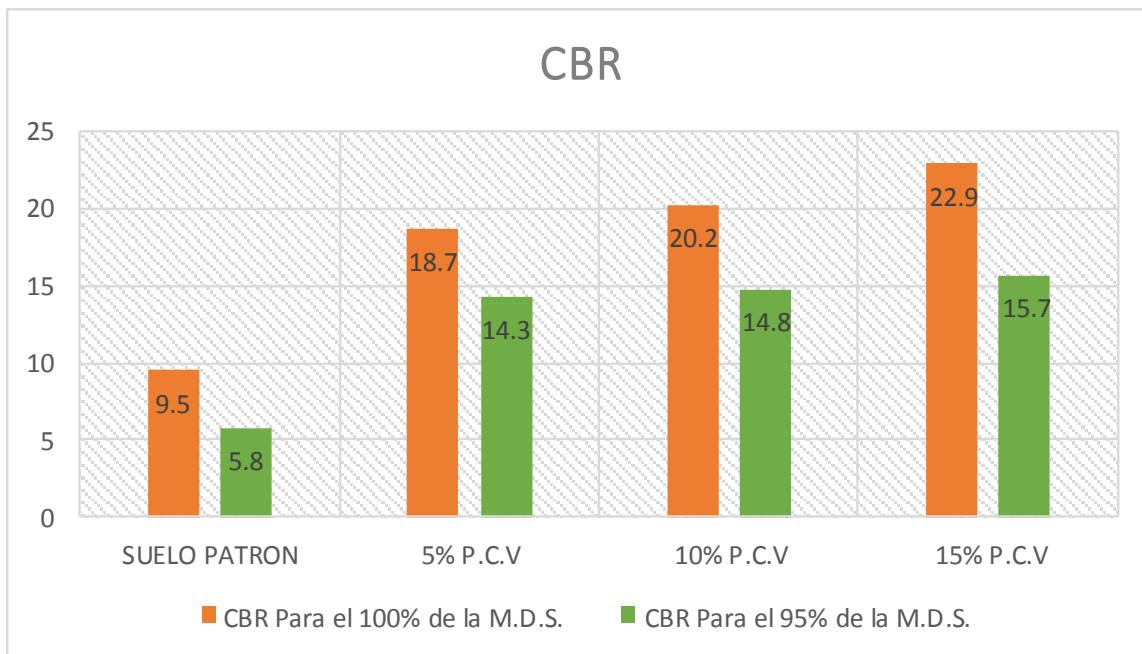
Figura N°2: Resultados de Proctor Modificado en suelo natural (patrón) y suelo con adiciones del 2.5%, 6% y 10% con Fibra de vidrio.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°2 en función a los datos de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de las muestras ensayadas se puede observar que adicionando fibra de vidrio en sus porcentajes establecidos al suelo natural (Patrón) desciende mínimamente.

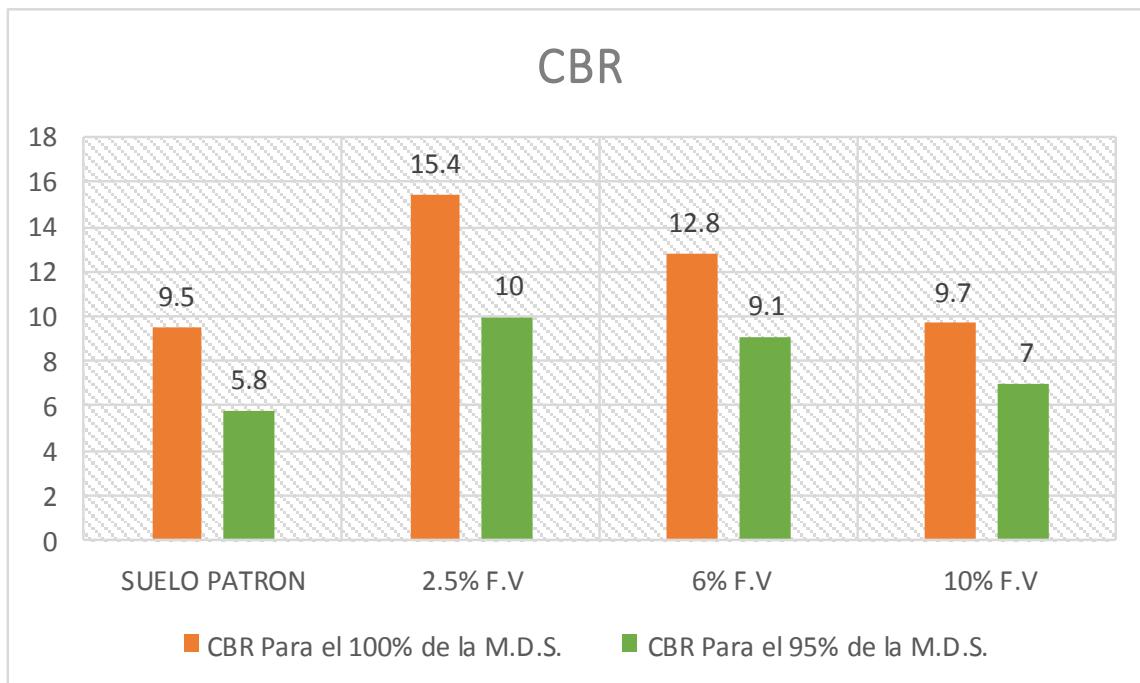
Figura N°3: Resultados de CBR en suelo natural (patrón) y suelo con adiciones del 5%, 10% y 15% con polvo de carbón vegetal.



Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°3 observamos que el resultado de CBR de M.D.S al 100% en terreno natural (Patrón) está dentro de las categorías de subrasante Regular ya que está en el rango de $CBR \geq 6\%$ A $CBR < 10\%$, por lo cual se adicionó polvo de carbón vegetal y se obtuvo un incremento positivo al añadir los porcentajes establecidos teniendo al 15% de P.C.V un CBR para el 100% de la M.D.S de 22.9%, esto establece como subrasante Muy Buena con rango De $CBR \geq 20\%$ A $CBR < 30\%$ según el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.

Figura N° 4: Resultados de CBR en suelo natural (patrón) y suelo con adiciones del 2.5%, 6% y 10% con Fibra de vidrio.

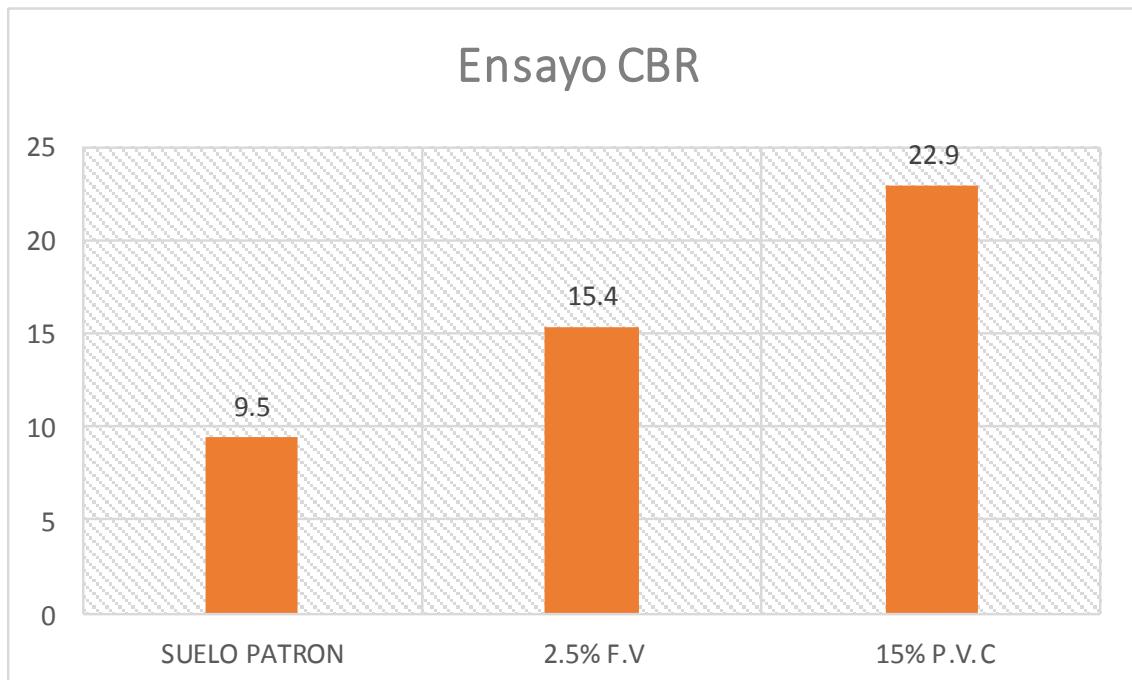


Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura N°4 se observa los resultados del ensayo CBR con adición de fibra de vidrio en sus porcentajes establecidos que hay un efecto descendiente, según categoría en suelo natural (Patrón) y fibra de vidrio al 10% es una subrasante Regular con un rango de $CBR \geq 6\%$ A $CBR < 10\%$. Mientras que en el porcentaje de 2.5% y 6% de fibra de vidrio la categoría es una subrasante buena ya que están dentro del rango De $CBR \geq 10\%$ A $CBR < 20\%$.

Como tercer objetivo específico definimos la contrastación de los porcentajes más optamos de los ensayo CBR en su máxima densidad seca al 100% en suelo natural y empleando los estabilizante de carbón vegetal y fibra de vidrio.

Figura N°5: Resultado CBR M.D.S al 100%.

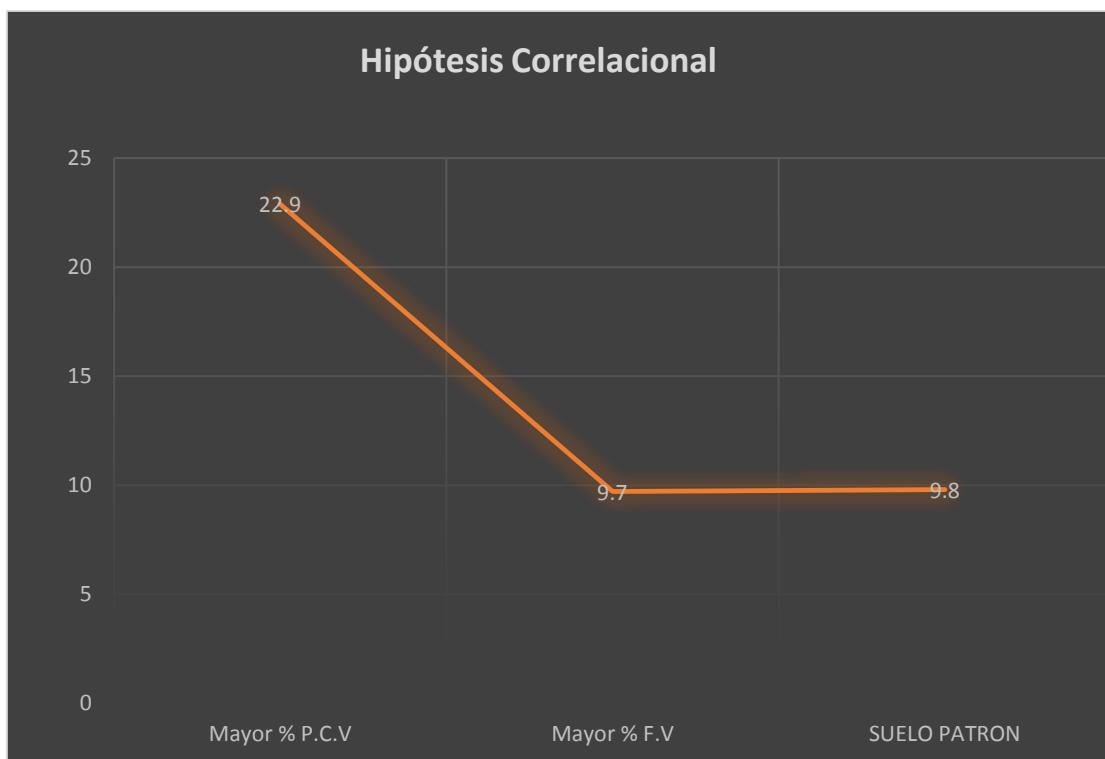


Fuente: Elaboración Propia.

Se observa en la Figura N°5 la contrastación para el suelo natural que tiene un valor de CBR al 100% de 9.5% M.D.S con categoría de subrasante “Regular”, con respecto a los siguientes valores más altos de los ensayos de CBR 100% de M.D.S está el estabilizante empleando fibra de vidrio al 2.5% en suelo natural con un valor de 15.4% de M.D.S con categoría de subrasante “Buena”, para el estabilizante empleando polvo de carbón vegetal al 15% en suelo natural se obtuvo un valor de 22.9% de M.D.S con categoría de subrasante “Muy Buena”.

En cuanto a nuestra hipótesis de investigación basada en el objetivo general y específicos damos respuesta a los planteamientos de problema de las preguntas centrales en relación a las dos variables de estudio. El tipo de hipótesis es correlacional ya que hay relación que una la determina a otra en su defecto.

Figura N°6: Hipótesis Correlacional.



Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Respecto a los resultados obtenidos de la estabilización en empleando polvo de carbón vegetal en un 5%, 10%, 15% y fibra de vidrio en un 2.5%, 6%, 10% para el diseño del pavimento en el C.P Cascajal, Chimbote. Se realiza la comparación de los resultados encontrados de teorías científicas actual.

El trabajo de investigación experimental con título “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada” (Labajos & Núñez, 2020) aplicaron el uso de su metodología de análisis centrándose en la estabilización de suelo con cenizas de carbón vegetal proveniente de una industria ladrillera ubicada en el distrito de Chachapoyas para el mejoramiento de soporte en la subrasante, en ello realizaron los ensayos de clasificación de sus muestras de suelos, en la calicata C-1 la clasificación pertenece al grupo CH con arcilla orgánica con alta plasticidad y según AASHTO corresponde al grupo A-7-6 definiéndolo como un suelo arcilloso con contenido de humedad de 32.70% , en la calicata C-2 la clasificación pertenece al grupo OH con una arcilla orgánica alta y según AASHTO corresponde I grupo A-7 definiéndolo como un suelo arcilloso con contenido de humedad de 28.31%.

Con respecto a sus resultados de ensayos al CBR 100% M.D.S “0.1” añadieron adición de porcentajes de carbón vegetal en 15%,20% y 25% en cual obtuvieron en la C-1 al 0% M.D.S 2.1%, 15% M.D.S 2.3%, 20% M.D.S 2.9% y 25% M.D.S 3.5%. En cuanto a la C-2 al 0% M.D.S 2.2%, 15% M.D.S 2.6%, 20% M.D.S 3.0% y 25% M.D.S 3.7%.

En la tesis “Influencia de la cal y ceniza de carbón vegetal en la trocha Aramay - Tabla Grande, Huayllapampa, Ancash 2022” (Padilla Tiburcio & Romero Muñoz, 2022) aplicaron un diseño de investigación experimental, donde plantearon controlar con los estabilizantes de cal y ceniza de carbón una reacción en la subrasante. Según los ensayos que realizaron en laboratorio de mecánica de suelos obtuvieron resultados en la clasificación de suelos (SUCS) que pertenece a SC identificado como arena arcillosa, mezcla de arena y arcilla, perteneciente al grupo A-1 de materiales granulares y con un contenido de húmedas de 1.8%.

En cuanto a los ensayos que realizaron de CBR 100% M.D.S “0.1” añadieron cal y ceniza de carbón vegetal en porcentajes de 5%, 9% y 14% en cual obtuvieron resultados al suelo natural 0% M.D.S 44.1%, 5% M.D.S 88.2%, 9% M.D.S 99.6% y 14% M.D.S 129%

En la tesis de (Cubas Benavides & Chávez Arroyo, 2016) “EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS DE CARBÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE ACTIVACIÓN ALCALINA Y APLICACIÓN EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS” tienen como objetivo evaluar la cenizas de carbón vegetal proveniente de una ladrillera en Lambayeque para el mejoramiento de subrasante. En los ensayos que realizaron de clasificación de suelos es un SP arena probablemente graduada que pertenece al grupo A-3 de materiales granulares con un contenido de humedad de 6.96%.

Con respecto a sus ensayos de Proctor Modificado obtuvieron resultados con la adición de ceniza de carbón vegetal en los porcentaje de 7%, 14% y 21% en suelo natural una (M.D.S) 1.607 gr/cm³ y (O.C.H) 3.20%, para 7% de carbón vegetal (M.D.S) 1.764 gr/cm³ y (O.C.H) 4.00%, para 14% (M.D.S) 1.689 gr/cm³ y (O.C.H) 1.69%, para 21% (M.D.S) 1.861 gr/cm³ y (O.C.H) 2.69%.

Comparando los resultados en las investigaciones científicas actuales en el proyecto experimental de (Labajos & Núñez, 2020) las cenizas de carbón vegetal mejoran mínimamente al suelo tipo CH pero sus porcentaje más alto en CBR AL 100% son de 3.5% y 3.7 estos resultados lo definen como una subrasante Ineficiente. De otra manera estas las tesis de investigación de (Padilla Tiburcio & Romero Muñoz, 2022) y (Cubas Benavides & Chávez Arroyo, 2016) donde también adicionan porcentajes de carbón vegetal y concluyen con sus resultados de CBR al 100% ubicando como una subrasante Muy Buena y Excelente.

La tesis de investigación de los autores (Carhuapoma Najarro & Tito Sánchez, 2021) “Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú” estuvo en posición al mejoramiento de suelo con

estabilizante de polvo de fibra de vidrio, según los ensayos que realizo en el laboratorio de mecánica de suelos lo clasifica como un suelo CL arcilla inorgánica con baja o media plasticidad y en el grupo A-6 materiales limo – arcillosos, con contenido de humedad de 35.39%. Así mismo obtuvo como resultados de Límites de Attemberg en los ensayos de Limite Liquido 34.08%, Limite Plástico 25.01% e Índice de plasticidad 9.07%.

Con respecto a su ensayo de Proctor Estándar obtuvo resultados en suelo natural de Máxima Densidad Seca 1.725 gr/cm³ y Óptimo Contenido de Humedad 17.25%. Los resultados de CBR no fueron favorables en suelo natural ya que el CBR al 95% de su M.D.S fue 3.7% categorizándolo como una subrasante ineficiente, añadió los porcentajes de 6%, 8% y 10% al suelo natural para su estabilización con resultados de CBR al 95% de 6% M.D.S 7.7%, 8% M.D.S 9.4%, 10% M.D.S 12.1%.

En la tesis “Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, avenida Rosales, Carabayllo, Lima 2022” (Pasache Paredes & Vilca Bustinza, 2022) nos detalla con finalidad de como la fibra de vidrio influye en las propiedades de la subrasante, la metodología que aplico fue de tipo aplicada con investigación exploratoria, respecto a sus ensayos que realizo en laboratorio de mecánica de suelos obtuvo la clasificación del suelo natural como GM gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo ubicado en el grupo A-1 de materiales granulares con tipología de fragmentos de piedra con un contenido de humedad de 1.8% , los Límites de Attemberg obtuvieron resultados de Limite Liquido 28%, Limite Plástico 23% e Índice de plasticidad 5%. Para los ensayos de Proctor Modificado en suelo natural obtuvo resultados de Máxima Densidad Seca 2.118 gr/cm³ y Óptimo Contenido de Humedad 6.40%.Respecto a los ensayos de CBR en suelo natural al 100% M.D.S “0.1” fueron favorables con un porcentaje de 20.8%, añadió porcentajes del fibra de vidrio en 1%,3% y 5% al suelo natural para su estabilización con resultados de CBR al 100% de 1% M.D.S 41%, 3% M.D.S 29.70%, 5% M.D.S 31.20%.

Comparando los resultados de las tesis haciendo el uso de la fibra de vidrio como estabilizantes con mejoramiento a la subrasante los autores (Carhuapoma Najarro & Tito Sánchez, 2021) en su investigación experimental obtuvieron un suelo arcilloso con baja plasticidad por lo que al emplear polvo de fibra de vidrio en los porcentajes más altos dieron con resultados favorables de CBR al 95% determinando como tipo de categoría una subrasante “BUENA”. Por otro lado la tesis de (Pasache Paredes & Vilca Bustinza, 2022) logra alcanzar en suelo natural una categoría de subrasante “Muy Buena” esto determina que no es necesario estabilizar empleando fibra de vidrio u otro componente para su mejoramiento.

VI. CONCLUSIONES

Completando nuestro objetivo principal se resolvió que añadiendo los estabilizantes de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio hay un cambio positivo para el diseño del pavimento que influye en el diseño del pavimento hasta alcanza su máxima densidad seca al 100%.

Contrastando la calificación obtenida mediante los ensayos de Clasificación de suelos, Proctor modificado y CBR el suelo sin los estabilizantes añadidos como el polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio tiene como resultado dentro de la categoría para tipos de carreteras como una subrasante “Regular”.

Contrastando la calificación de suelos al emplear los estabilizantes en el suelo natural mediante los ensayos realizados por el laboratorio se obtuvo resultados favorables ya que se logró alcanzar un valor de 22.9% de M.D.S con categoría de subrasante “Muy Buena” aplicando polvo de carbón vegetal y para la fibra de vidrio un valor de 15.4% de M.D.S con categoría de subrasante “Buena”.

Concluyendo con el tercer objetivo del diagnóstico entre la calificación, es conveniente que se establece empleando polvo de carbón vegetal con un 15%, en cuanto a la fibra de vidrio un 2.5% ya que con estos resultados obtenidos alcanzan su mayor valor de máxima densidad seca al 100%.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la plataforma Myloft brindada por la Universidad Cesar Vallejo ya que hay fuentes y repositorio de mucha ayuda para la investigación científica.
- Se recomienda hacer uso del manual de carreteras del MTC y así poder realizar los ensayos correspondientes para el diseño del pavimento.
- Se recomienda realizar siempre el ensayo de clasificación de suelo natural para que no sea reemplazado por un material de préstamo.
- Se recomienda la aplicación del carbón vegetal en un 15% ya que se encuentran mejoras para la estabilización de la subrasante.
- Se recomienda la aplicación de fibra de vidrio en 2.5% ya que se encuentran mejoras para la estabilización de la subrasante.
- Se recomienda que al extraer estos insumos se utilice una protección adecuada ya que son muy volátiles y pueda afectar en nuestra salud.
- Como recomendación final es importante que las Municipalidades, empresas constructoras y consultoras tenga información de estos estabilizantes ya que en un futuro puedan ser aprobados en el manual de ensayos de carreteras del MTC.

REFERENCIAS

AHMAD, F. Development of Soil Stabilization at Low Cost Using Recycled Material. Conference Series Materials Science and Engineering, 85-95. Los Angeles (2016). Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/305627338>

AKBAR, A., GUNEY, C., ASGHAR, A., & SHOJAEI, M. (2017). Fundamentals of soil stabilization. International Journal of Geo-Engineering.

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-017-0064-9>

ANDRIANI, R. Y. Utilization of Coconut Shell Charcoal to Improve Bearing. IOP Publishing, 1-9. Andalas University - Indonesia (2021).

Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/832/1/012041>

ASTM. Laboratory test manual. IOP Publishing, 1-120. Pensilvania (2018).

Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/ntp400-norma-tecnica-peruana-granulometria-de-los-agregados/4659039>

BAQUE, Byron. Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (tramo II), Manta, Provincia de Manabí. Dominio de las ciencias [en línea]. 6(2), 203-228 (2020).

Disponible en: <file:///C:/Users/maxel/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEstadoDelPavimentoFlexibleMedianteEIM-7398457.pdf>

BAYSHAKHI, D., GRYTAN, S., SUMI, S., Rokunuzzaman, & RAFIQUL, I. (2018). Geotechnical Properties of Wood Ash-Based Composite Fine-Grained Soil. Advances in Civil engineering.

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/9456019>

CABRERA, Nathaly y VIVANCO, Bladimir. Diseño de Pavimento Rígido Empleando Fibras de Vidrio al Concreto en el Grupo 1a, Sector 6, Villa El Salvador, 2019. Lima: Universidad César Vallejo, 2019. 94 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50908>

CARHUAPOMA Najarro, A. C., & TITO Sánchez, B. Propuesta de mejora del comportamiento mecánico de Pavimentos Flexibles mediante la aplicación de polvo de fibra de vidrio reciclado sobre subrasante arcillosa de baja plasticidad aplicada al tramo I de la carretera Rodríguez de Mendoza, Amazonas - Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 1-231. Lima (2021).

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656814>

DI LORETO Di Raimo & COUTO Guimarães. Caracterización y modelado de suelos arenosos tropicales. MDPI stays, 1-22 Bragantia (2022).

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/363863855>

Fiestas Ramírez, J. E. Producción, rendimiento y estudio del carbón vegetal de. Universidad de Piura, 1-194. (2021).

Disponible

en:https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5319/ING_2120.pdf

GONZALES Perez, Y. M. Estudio de la influencia de la ceniza de carbón en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso con fines de pavimentación". Universidad Señor de Sipan, 1-166. (2022).

Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/10340>

GUAMÁN, V .Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales en la productividad de los suelos. Remediaciones. 1-35 Bogotá: Revista Colombiana de cienciaanimal. (2016).

Disponible en: <https://docplayer.es/86620259-Efectos-de-la-compactacion>

HAUASHDH, A., RADIN, R., JUNAIDAH, J., & RAHMAN, J. (2020). Stabilization of Peat Soil Using Fly Ash, Bottom Ash and Portland Cement: Soil Improvement and Coal Ash Waste Reduction Approach. Conf. Ser.: Earth Environ.

Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/498/1/012011>

INSTITUTO PERUANO DE ECONOMIA. ¿Hacia dónde va la infraestructura del transporte en el Perú? Revista Cobos- Lima 2017.

Disponible en: <https://www.ipe.org.pe/portal/hacia-donde-va-la-infraestructura-del-transporte-en-el-peru/>

KOROCHKIN, A. Pavement Design in the USA. MATEC Web of Conferences, 1-8. MADI, Leningradsky Prospekt, 64, Moscow (2021).

Disponible en: <https://www.matecconferences.org/articles/matecconf/pdf/2021/10/>

LEIVA, F., PÉREZ, E., AGUILAR, J. y LORÍA, L. modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición del pavimento. Revista ingeniería de construcción 32(1), 2017, 37-46. (2021).

Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v32n1/art04.pdf>

MALUQUIS, A., & ZEGARRA, J. (2019). Uso de las cenizas volantes de carbón para mejorar la subrasante en la Avenida San Josemaría Escrivá de Balaguer [Progresiva: 2+880-3+880], Piura, 2018. [Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36686>

MAMANI, Joel. Diseño y evaluación de pavimento rígido con incorporación de fibra de vidrio en el Jr. Andrés Razuri – Puno 2021. Lima: Universidad César Vallejo, 2021. 116 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74195>

MASSENLLI, Gianina y PAIVA, Cassio. Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. Revista chilena de ingeniería [en línea]. 27(4), , 613-624(2019).

Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v27n4/0718-3305-ingeniare-27-04-613.pdf>

MOHAMED Elsaïd, A. M. Flexible Pavement Design Suitable. FES Journal of Engineering Sciences, 1-8. University of Khartoum, Sudan (2020).

Disponible en: <https://journal.oiu.edu.sd/index.php/fjes/article/view/706>

MOHANAD Muayad Sabri Sabri, N. I. Vertical Fiberglass Micropiles as Soil-Reinforcing Elements. Materials, Boston 1-15. (2022).

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9000301/>

MTC. (2014). MANUAL DE CARRETERAS. Biblioteca Nacional del Peru, 1-296.

Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC

MUSA, Ince. Simulation based modelling of the unpaved road deterioration and maintenance program in heavy construction and mining sectors, [en línea]. Lakehead University, 2019, [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://lurepository.lakeheadu.ca/bitstream/handle/2453/4472/InceM2019m-1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NESTERENKO, Darko. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Piura: Universidad de Piura, 2018. 25 pp.

Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3474>

PALLI, Edwin. Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. 184 pp

Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3274635>

PAVEL Reiterman, P. M. Utilization of concrete slurry waste for soil stabilization. Case Studies in Construction Materials, 0-17. Los Angeles (2022).

Disponible en: <https://www.researcher-app.com/paper/10407280>

PÉREZ Collantes, R. d. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Red Repositorio Latino Americano - UNI, 1-150. Lima (2018).

Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2343129>

PONCE, J. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente. Universidad del Valle. 1-45 Cúcuta 2018.

Disponible en: https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530/3417

PORRAS, Pahola, TOVAR, Andrés y REYES, Oscar. Diseño, construcción e instrumentación del equipo de ahuellamiento para pavimentos flexibles. Prospectiva [en línea]. 15(2) , 126-134. (2021).

Disponible en: <https://Dialnet-DisenoConstruccionEInstrumentacion/225456/599t>

RIVERA, José. Julián. Los Pavimentos Flexibles y su Entorno Ambiente. Congreso Acercando la Vialidad a los Arquitectos, 1-2. La Plata(2022).

Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Rivera-92>

SANTOS, Pedro, FERREIRA, Luiz, NOBRE, Ernesto & CALHEIROS, Aline. Pavement management tools to economically evaluate interventions on unpaved roads. [en línea]. Revista facultad de ingeniería. 2019, 424-437. [fecha de consulta: 16 de octubre de 2021].

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Omar-Albatayneh/publication/340237736_Utilizing_Smartphones_and_Image_Processing_Analysis_for_Evaluating_Dust_on_Gravel_Roads/links/5e7e8fce458515efa0b0fe8a/Utilizing-Smartphones-and-Image-Processing-Analysis-for-Evaluating-Dust-on-Gravel-Roads.pdf#page=436

SARRIÓN, H. Propiedades y aplicaciones de los polímeros sintéticos en la construcción. Escuela Técnica Superior de Arquitectura- VALENCIA, 1-93. (2018).

Disponible en: https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116197/memoria_

SROMONA, Chatterjee, POUYA, Saeedfar, SCAHIN, Tofangchi & LUTZ, Kolbe. Intelligent road maintenance: A machine Learning approach for surface defect detection. [en línea]. Esci, 2018. [Fecha de consulta: 16 de octubre 2021].

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Schahin-Tofangchi/publication/325542549_INTELLIGENT_ROAD_MAINTENANCE_A_MACHINE_LEARNING_APPROACH_FOR_SURFACE_DEFECT_DETECTION/links/5b1538050f7e9b498109a069/INTELLIGENT-ROAD-MAINTENANCE-A-MACHINE-LEARNING-APPROACH-FOR-SURFACE-DEFECT-DETECTION.pdf

TELLO, Lizette, AGUIRRE, Marcela, DÍAZ, Jean y HERNÁNDEZ, Francisco. Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. Tecnológicas [en línea]. 24(50), (2021).

Disponible en: <https://DialnetEvaluacionDeDanosEnPavimentoFlexibleUsandoFo>

THOMPSON, J. & PERONI, R. Minig haul roads. Primera. [en línea]. AMUNCIC e INFOM, 2019, 86-96. [Consulta: 15-10-2021].

Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/Roger-Thompson-ebook/dp/B07MVNCKXF>

URRÉA, H. R. Metodología de la investigación científica. Ed cumbre, 1-230. Guadalajara (2021).

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/356568692_

U.S. Department of Transportation. (2021). Fly Ash Facts for Highway Engineers. Chapter 7 - Fly Ash in Soil Improvement:

Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/fafacts.pdf>

VALLE, Wilfredo. Estabilización de Suelos Arcillosos Plásticos con Mineralizadores en Ambientes Sulfatados o Yesíderos. Tesis (Máster en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno, 2010. 68 pp.

Disponible en: <http://oa.upm.es/4512/>

VELARDE, L. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 1-89. San Gil (2015).

Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/707/> =1

VOLOVSKI, Matthew, MURILLO, Jackeline, USMAN, Tariq & LABI, Samuel. Estimation of routine maintenance expenditures for highway pavement segments: Accounting for heterogeneity using random-effects models. [en línea]. Technical papers, 143, 2017. [fecha de consulta: 16 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/JTEPBS.0000041>

WARNER Tuncer, J. Laboratory comparison of crushed aggregate and recycled paving material with and without high carbon fly ash. Geotechnical and Geological Engineering, 405-411. (2019).

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/225722173_Laboratory_

YILMAZ, Y. Use of carbon fly ash specification for soil stabilization. Revista de Materiales en Ingeniería Civil, 30-45.Bursa (2018).

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/344585044>

ANEXOS

Matriz Operacionalización de variables

Matriz de Consistencia

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala |
|--|---|---|--|--|---------------|
| Vi: Estabilización de suelos empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio | Según (Pavel Reiterman, 2022, pág. 3) Las propiedades de los suelos menos adecuados en la práctica geotécnica se mejoran mediante la adición de un aditivo estabilizador. El proceso de la estabilización radica en la formación de fases de refuerzo insolubles. A través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se aplican en los suelos de subrasante regular, inadecuado o pobre. El cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose un suelo estable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas. | Se mide empleando los estabilizantes al suelo natural. | Sin adición de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio. Con adición de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio. | Sin adición de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio. 0% Con adición de polvo de carbón vegetal 5% 10% 15% Con adición de fibra de vidrio 2.5% 6% 10% | Razón |
| Vd: Diseño del pavimento | Para (Mohamed Elsaïd, 2020, pág. 3) El diseño de pavimentos no es una ciencia exacta y, por lo tanto, no es posible formular un conjunto de criterios de diseño que podrían cumplir las necesidades de cada camino. La función estructural de un pavimento es transmitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas impuestas a la subrasante, de modo que no sufra deformaciones. Por ellos es importante la obtención de datos de entrada requerida para el diseño y evaluación con método de ensayo AASHTO y CBR. | Se mide de conforme a la caracterización de suelos como los ensayos estándar y ensayos de compactación. | Análisis granulométrico, Según SUCS y AASHTO Límites de Consistencia LL, LP, IP. Proctor Modificado CBR | % Agregados % Humedad Clasificación SUCS Clasificación AASHTO Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) Optimo Contenido de Humedad (%) | Razón |

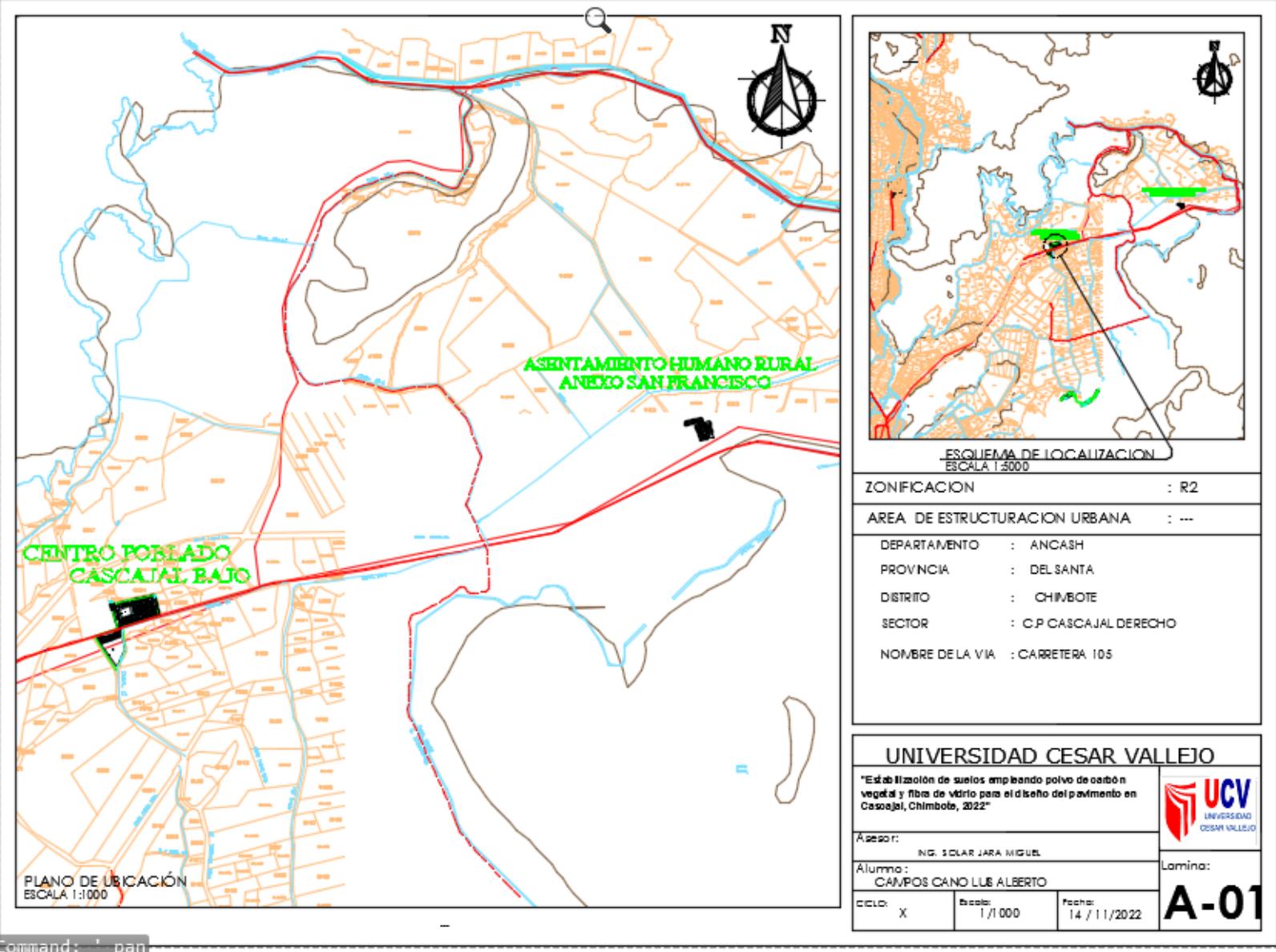
Matriz de Consistencia

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variable e Indicadores | Metodología |
|---|--|---|---|--|
| Problema Principal ¿Cuál es la influencia en la estabilización empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño de pavimento en el C.P. de Cascajal, Chimbote? | Objetivo General Resolver el uso de la influencia empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en la estabilización del suelo para el diseño de pavimento en el C.P. Cascajal, Chimbote 2022. | Hipótesis General La estabilización con polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio influirá significativamente en el mejoramiento para el diseño de pavimento en el suelo del CP. Cascajal, Chimbote 2022 | Variable Independiente La Estabilización de suelo empleando polvo de carbón vegetal con porcentajes añadidos a la muestra del suelo natural de 5%,10%,15% y a la fibra de vidrio de 2.5%,6%,10%escala de medición: Razón. | Tipo de Investigación Aplicada |
| Problemas específicos ¿Cómo se caracterizara la estabilización del suelo natural en el C.P. de Cascajal, Chimbote?, ¿Cómo se caracterizara la estabilización del suelo natural empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. de Cascajal, Chimbote?, y ¿Cuál será el análisis al comparar los porcentajes óptimos de la estabilización empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio y sin emplear polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño de pavimento en el C.P. de Cascajal, Chimbote? | Objetivo específicos Resolver la calificación del suelo natural sin los estabilizantes de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal. Resolver la calificación del suelo con los estabilizantes de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal. Contrastar los porcentajes óptimos entre la calificación del suelo con la estabilización empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio y sin la estabilización empleando de polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio C.P. cascajal. | Hipótesis Específicos Si la calificación de la estabilización del suelo sería pobre sin emplear el polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal, Chimbote 2020. Segundo: Si la calificación de la estabilización de suelo sería buena al emplear el polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal, Chimbote 2022. Tercero: La distinción comparativa de su porcentaje optimo entre la calificación de la estabilización del suelo sin emplear polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio y con la estabilización de suelo empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio en el C.P. Cascajal, Chimbote 2022. | Variable Dependiente Como variable dependiente tenemos al diseño de pavimento, porque cambiaremos su estabilidad del suelo al adicionar polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio. Definición operacional: Esta variable se medirá de acuerdo a: Análisis granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor y CBR. Escala de medición: Razón. | Tipo de Investigación Aplicada |

ANEXO 03

PLANO DE LOCALIZACION Y UBICACIÓN

DEL PROYECTO DE INVESTIGACION



Command: ' pan'

Anexo 04

Ficha de observación y medición – Infraestructura vial

Ficha de observación y medición – Infraestructura vial

Localización: Centro Poblado Cascajal – Anexo San Francisco

Tipo de vía: Rural en campo

Número de carril: 1

Medida ancho de la carretera: 6 metros

Medida largo de la carretera: 0+0000 KM a 0+3.573 KM.

Foto de referencia:



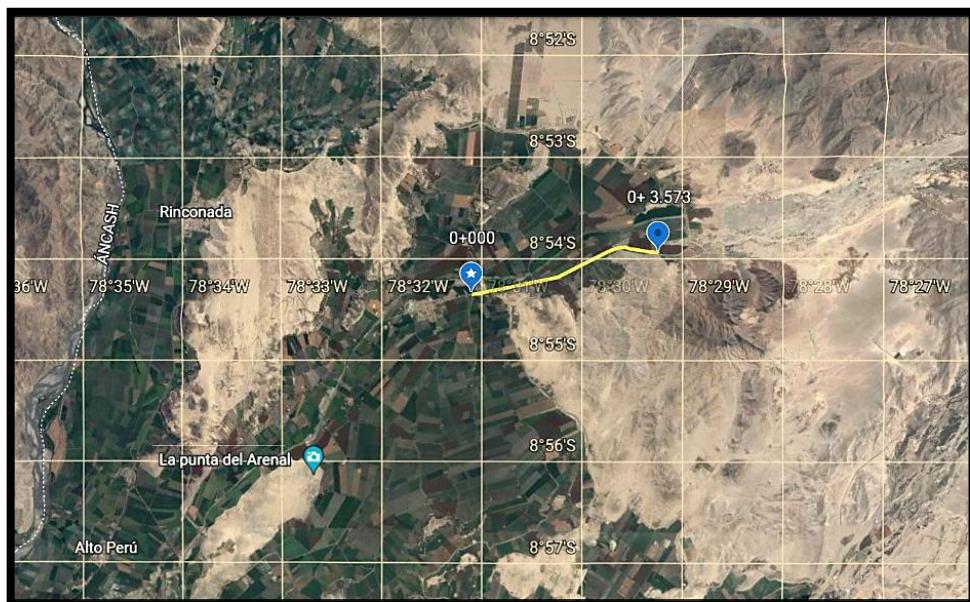
Anexo 05

Ficha de Topografía

Ficha Topográfica

Proyecto: Estabilización de suelos empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño del pavimento en Cascajal, Chimbote, 2022

| | | |
|---|------------------|--------------------|
| Departamento: Ancash | Provincia: Santa | Distrito: Chimbote |
| Lugar: C.P Cascajal Derecho – Anexo San Francisco | | |



| Puntos | Distancia | Coordenadas | | Cota | Observación |
|--------|-----------|-------------|-------------|-------|------------------------|
| 1 | 0+000 | -8.9058296 | -78.5165243 | 2.225 | Inicio -Puente |
| 2 | 0+650 | -8.9052378 | -78.5157608 | 2.123 | Extracción-calicata 1 |
| 3 | 1+040 | -8.9010563 | -78.5056116 | 2.186 | Compuerta |
| 4 | 1+590 | -8.8970737 | -78.5100531 | 2.158 | Casetas bombeo |
| 5 | 1+890 | -8.8995061 | -78.5100618 | 2.178 | Extracción-calicata 2 |
| 6 | 2+360 | -8.8970737 | -78.5100531 | 2.222 | Drenaje |
| 7 | 2+820 | -8.9019222 | -78.5028725 | 2.128 | Alcantarilla de acero |
| 8 | 3+150 | -8.8994348 | -78.4931042 | 2.280 | Extracción-calicata 3 |
| 9 | 3+573 | -8.8994358 | -78.4931045 | 2.145 | Final- Tramo Carretera |

Anexo 06

Manual de Carretera - Ensayos



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14



Lima, Abril de 2014

Cuadro 4.1
Número de Calicatas para Exploración de Suelos

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

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

Cuadro 4.11
Categorías de Sub rasante

| Categorías de Sub rasante | CBR |
|---|--------------------------|
| S ₀ : Sub rasante Inadecuada | CBR < 3% |
| S ₁ : Sub rasante insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S ₂ : Sub rasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S ₃ : Sub rasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S ₄ : Sub rasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S ₅ : Sub rasante Excelente | CBR ≥ 30% |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.2
Número de Ensayos M_R y CBR

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

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

(*): La necesidad de efectuar los ensayo de modulos de resiliencia, será determinado en los respectivos términos de referencia, previa evaluación de la zona de estudio y la importancia de la obra.

Cuadro 4.9
Correlación de Tipos de suelos AASHTO – 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: US Army Corps of Engineers

Anexo 07

Certificados de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos

CLASIFICACIÓN DE SUELOS



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

CLASIFICACION DE SUELOS

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)
PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
MATERIAL : SUELO NATURAL
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 | | | | | | | LIMITES DE ATERBERG ASTM D 1515 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|------------------|-------------|----------------------|------------|--|----|------------|------------------|-------------------------|-------|----|-------|----|--------|----|-------|----|-------|----|--------|--------|--------|-----|---------|-----|---------|----|--------|---|--|---|--|-----|------|--------|--|---|--|---|--|---------------------|--------|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|-------|-------|--|--|--|-------|------|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|-----|--------|-------|-------|------|------|------|--|--------|-------|-------|------|------|-----|--|----------|-------|------|-----|-------|--|--|---|--|--|
| Calicata : C-1 Muestra : M-1 Prof. (m) : 0.30-1.50 | | | | | | | DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO MTC E 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca : 321.6 Peso de la muestra Lavada : 303.8 | | | | | | | Nº de golpes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><thead><tr><th>TAMIZ</th><th>AASHTO T-27 (mm)</th><th>PESO RETENIDO</th><th>% RETENIDO</th><th>% ACUMULADO</th><th>% QUE PASA</th><th>% AGREGADO</th></tr></thead><tbody><tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2"</td><td>50.300</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>% GRAVA</td></tr><tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.0</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 4</td><td>4.760</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td><td>94.6</td></tr><tr><td>Nº 20</td><td>0.840</td><td>0.3</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>99.9</td><td></td></tr><tr><td>Nº 30</td><td>0.590</td><td>0.4</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>99.8</td><td></td></tr><tr><td>Nº 40</td><td>0.426</td><td>0.5</td><td>0.2</td><td>0.4</td><td>99.6</td><td></td></tr><tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>4.1</td><td>1.3</td><td>1.7</td><td>98.3</td><td>5.4</td></tr><tr><td>Nº 100</td><td>0.149</td><td>191.9</td><td>59.7</td><td>61.4</td><td>38.6</td><td></td></tr><tr><td>Nº 200</td><td>0.074</td><td>106.6</td><td>33.2</td><td>94.6</td><td>5.4</td><td></td></tr><tr><td>< Nº 200</td><td>FONDO</td><td>17.4</td><td>5.4</td><td>100.0</td><td></td><td></td></tr></tbody></table> | TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % ACUMULADO | % QUE PASA | % AGREGADO | 3" | 76.200 | | | | | | 2" | 50.300 | | | | | | 1 1/2" | 38.100 | | | | | % GRAVA | 1" | 25.400 | | | | | 0.0 | 3/4" | 19.050 | | | | | | 1/2" | 12.700 | | | | | | 3/8" | 9.525 | | | | | | 1/4" | 6.350 | | | | | | Nº 4 | 4.760 | | | | | | Nº 10 | 2.000 | | | | 100.0 | 94.6 | Nº 20 | 0.840 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 99.9 | | Nº 30 | 0.590 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 99.8 | | Nº 40 | 0.426 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 99.6 | | Nº 60 | 0.250 | 4.1 | 1.3 | 1.7 | 98.3 | 5.4 | Nº 100 | 0.149 | 191.9 | 59.7 | 61.4 | 38.6 | | Nº 200 | 0.074 | 106.6 | 33.2 | 94.6 | 5.4 | | < Nº 200 | FONDO | 17.4 | 5.4 | 100.0 | | | DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO MTC E 111 | | |
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % ACUMULADO | % QUE PASA | % AGREGADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | % GRAVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 4 | 4.760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | | | | 100.0 | 94.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 99.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 30 | 0.590 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 99.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 40 | 0.426 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 99.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 4.1 | 1.3 | 1.7 | 98.3 | 5.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 100 | 0.149 | 191.9 | 59.7 | 61.4 | 38.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 200 | 0.074 | 106.6 | 33.2 | 94.6 | 5.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| < Nº 200 | FONDO | 17.4 | 5.4 | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Tara + Suelo Húm. Peso Tara + Suelo Seco Peso de Tara Peso de Agua Peso de Suelo Seco % de Humedad | | | | | | | NO PRESENTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Diagrama de Fluidez</th></tr></thead><tbody><tr><td>de Humedad</td><td>Número de golpes</td></tr><tr><td>29</td><td></td></tr><tr><td>27</td><td></td></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>23</td><td></td></tr><tr><td>21</td><td></td></tr><tr><td>19</td><td></td></tr><tr><td>17</td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td></tr><tr><td>13</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td></tr><tr><td>0</td><td></td></tr></tbody></table> | | | | | | | Diagrama de Fluidez | | de Humedad | Número de golpes | 29 | | 27 | | 25 | | 23 | | 21 | | 19 | | 17 | | 15 | | 13 | | 11 | | 9 | | 7 | | 5 | | 3 | | 1 | | 0 | | Diagrama de Fluidez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diagrama de Fluidez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| de Humedad | Número de golpes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite Líquido | | | | | | | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite Plástico | | | | | | | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | | | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLASIFICACION SUCS | | | | | CLASIFICACION AASHTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SP-SM | | | | | A-3 (0) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CURVA GRANULOMETRICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><caption>Approximate data points from the Granulometric Curve graph</caption><thead><tr><th>Apertura (mm)</th><th>Porcentaje que pasa (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.100</td><td>0</td></tr><tr><td>0.200</td><td>10</td></tr><tr><td>0.300</td><td>35</td></tr><tr><td>0.400</td><td>60</td></tr><tr><td>0.500</td><td>90</td></tr><tr><td>1.000</td><td>100</td></tr><tr><td>10.000</td><td>100</td></tr><tr><td>100.000</td><td>100</td></tr></tbody></table> | | | | | | | | | | Apertura (mm) | Porcentaje que pasa (%) | 0.100 | 0 | 0.200 | 10 | 0.300 | 35 | 0.400 | 60 | 0.500 | 90 | 1.000 | 100 | 10.000 | 100 | 100.000 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apertura (mm) | Porcentaje que pasa (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.100 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.200 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.300 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.400 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.500 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.000 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.000 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100.000 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Mandique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226

Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

CLASIFICACION DE SUELOS

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)
PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"
LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
MATERIAL : SUELO NATURAL
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 | | | | | | | LIMITES DE ATERBERG ASTM D 1515 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|------------------|-------------|-------------|------------|--|------|-----------------|------|-----------------------|------|--|--|----|--------|--|--|--|--|--|--------|--------|--|--|--|--|---------|----|--------|--|--|--|--|-----|------|--------|--|--|--|--|--|------|--------|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|---------|------|-------|--|--|--|--|--|-------|-------|--|--|--|-------|------|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|---------|--------|-------|-------|------|------|------|-----|--------|-------|-------|------|------|-----|--|----------|-------|------|-----|-------|--|--|-------------|--|--|
| Calicata : C- 2 | | | | | | | DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO MTC E 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muestra : M- 2 | | | | | | | Nº de golpes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prof. (m) : 0.30-1.50 | | | | | | | Peso Tara + Suelo Húm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca : 396.2 | | | | | | | Peso Tara + Suelo Seco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la muestra Lavada : 361.4 | | | | | | | Peso de Tara | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>AASHTO T-27 (mm)</th> <th>PESO RETENIDO</th> <th>% RETENIDO</th> <th>% ACUMULADO</th> <th>% QUE PASA</th> <th>% AGREGADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.300</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>% GRAVA</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.0</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>% ARENA</td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4.760</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td><td>91.1</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.840</td><td>0.4</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>99.9</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 30</td><td>0.590</td><td>0.5</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>99.8</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.426</td><td>0.7</td><td>0.2</td><td>0.4</td><td>99.6</td><td></td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>5.3</td><td>1.3</td><td>1.7</td><td>98.3</td><td>% FINOS</td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>0.149</td><td>204.2</td><td>61.5</td><td>53.2</td><td>46.8</td><td>8.9</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.074</td><td>150.3</td><td>37.9</td><td>91.1</td><td>8.9</td><td></td></tr> <tr><td>< Nº 200</td><td>FONDO</td><td>34.8</td><td>8.9</td><td>100.0</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> | TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % ACUMULADO | % QUE PASA | % AGREGADO | 3" | 76.200 | | | | | | 2" | 50.300 | | | | | | 1 1/2" | 38.100 | | | | | % GRAVA | 1" | 25.400 | | | | | 0.0 | 3/4" | 19.050 | | | | | | 1/2" | 12.700 | | | | | | 3/8" | 9.525 | | | | | | 1/4" | 6.350 | | | | | % ARENA | Nº 4 | 4.760 | | | | | | Nº 10 | 2.000 | | | | 100.0 | 91.1 | Nº 20 | 0.840 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 99.9 | | Nº 30 | 0.590 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 99.8 | | Nº 40 | 0.426 | 0.7 | 0.2 | 0.4 | 99.6 | | Nº 60 | 0.250 | 5.3 | 1.3 | 1.7 | 98.3 | % FINOS | Nº 100 | 0.149 | 204.2 | 61.5 | 53.2 | 46.8 | 8.9 | Nº 200 | 0.074 | 150.3 | 37.9 | 91.1 | 8.9 | | < Nº 200 | FONDO | 34.8 | 8.9 | 100.0 | | | NO PRESENTA | | |
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % ACUMULADO | % QUE PASA | % AGREGADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | % GRAVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | % ARENA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 4 | 4.760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | | | | 100.0 | 91.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 99.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 30 | 0.590 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 99.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 40 | 0.426 | 0.7 | 0.2 | 0.4 | 99.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 5.3 | 1.3 | 1.7 | 98.3 | % FINOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 100 | 0.149 | 204.2 | 61.5 | 53.2 | 46.8 | 8.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 200 | 0.074 | 150.3 | 37.9 | 91.1 | 8.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| < Nº 200 | FONDO | 34.8 | 8.9 | 100.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | | | | | | | Peso de Suelo Seco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.69 | | | | | | | Peso de Agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLASIFICACION SUCS | | | | | | | Peso de Suelo Húm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SP-SM | | | | | | | Peso de Tara | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CURVA GRANULOMETRICA | | | | | | | NO PRESENTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Diagrama de Fluidez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>Límite Líquido</td><td>N.P.</td></tr> <tr><td>Límite Plástico</td><td>N.P.</td></tr> <tr><td>Índice de Plasticidad</td><td>N.P.</td></tr> </table> | | | | | | | Límite Líquido | N.P. | Límite Plástico | N.P. | Índice de Plasticidad | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite Líquido | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Límite Plástico | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de Plasticidad | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

CLASIFICACION DE SUELOS

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)
PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"
LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
MATERIAL : SUELO NATURAL
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 | | | | | | | LIMITES DE ATERBERG ASTM D 1515 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|------------|---------|-------------|------------|--|---------------------|------------------|------------|---------|-------------|------------|------------|----|--------|--|--|--|--|--|--|----|--------|--|--|--|--|--|---------|--------|--------|--|--|--|--|--|-----|----|--------|--|--|--|--|--|--|------|--------|--|--|--|--|--|--|------|--------|--|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|--|------|-------|--|--|--|--|--|--|-------|-------|--|--|--|--|-------|------|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|--|-------|-------|-----|-----|-----|------|--|---------|--------|-------|-------|------|------|------|--|--|--------|-------|-------|------|------|-----|--|--|----------|-------|------|-----|-------|--|--|-----|---|--|--|
| Calicata : C-3 Muestra : M-3 Prof. (m) : 0.30-1.20 | | | | | | | DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO MTC E 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca : 378.4 Peso de la muestra Lavada : 347.9 | | | | | | | Nº de golpes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th><th>AASHTO T-27 (mm)</th><th>PESO RETENIDO</th><th>% RETENIDO</th><th>PARCIAL</th><th>% ACUMULADO</th><th>% QUE PASA</th><th>% AGREGADO</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.300</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>% GRAVA</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.0</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.050</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.700</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.525</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.350</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4.760</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>2.000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>100.0</td><td>91.9</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>0.840</td><td>0.3</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>99.9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 30</td><td>0.590</td><td>0.4</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>99.8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>0.426</td><td>0.5</td><td>0.1</td><td>0.3</td><td>99.7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>0.250</td><td>6.7</td><td>1.8</td><td>2.1</td><td>97.9</td><td></td><td>% FINOS</td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>0.149</td><td>199.7</td><td>52.7</td><td>54.8</td><td>45.2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.074</td><td>140.3</td><td>37.1</td><td>91.9</td><td>8.1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>< Nº 200</td><td>FONDO</td><td>30.5</td><td>8.1</td><td>100.0</td><td></td><td></td><td>8.1</td></tr> </tbody> </table> | | | | | | | TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | PARCIAL | % ACUMULADO | % QUE PASA | % AGREGADO | 3" | 76.200 | | | | | | | 2" | 50.300 | | | | | | % GRAVA | 1 1/2" | 38.100 | | | | | | 0.0 | 1" | 25.400 | | | | | | | 3/4" | 19.050 | | | | | | | 1/2" | 12.700 | | | | | | | 3/8" | 9.525 | | | | | | | 1/4" | 6.350 | | | | | | | Nº 4 | 4.760 | | | | | | | Nº 10 | 2.000 | | | | | 100.0 | 91.9 | Nº 20 | 0.840 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 99.9 | | | Nº 30 | 0.590 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 99.8 | | | Nº 40 | 0.426 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 99.7 | | | Nº 60 | 0.250 | 6.7 | 1.8 | 2.1 | 97.9 | | % FINOS | Nº 100 | 0.149 | 199.7 | 52.7 | 54.8 | 45.2 | | | Nº 200 | 0.074 | 140.3 | 37.1 | 91.9 | 8.1 | | | < Nº 200 | FONDO | 30.5 | 8.1 | 100.0 | | | 8.1 | DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO MTC E 111 | | |
| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | PARCIAL | % ACUMULADO | % QUE PASA | % AGREGADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3" | 76.200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.300 | | | | | | % GRAVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 9.525 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 4 | 4.760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 10 | 2.000 | | | | | 100.0 | 91.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 20 | 0.840 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 99.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 30 | 0.590 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 99.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 40 | 0.426 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 99.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 60 | 0.250 | 6.7 | 1.8 | 2.1 | 97.9 | | % FINOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 100 | 0.149 | 199.7 | 52.7 | 54.8 | 45.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº 200 | 0.074 | 140.3 | 37.1 | 91.9 | 8.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| < Nº 200 | FONDO | 30.5 | 8.1 | 100.0 | | | 8.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | | | | | | | Peso Tara + Suelo Húm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.85 | | | | | | | Peso Tara + Suelo Seco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLASIFICACION SUCS | | | | | | | Peso de Tara | NO PRESENTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SP-SM | | | | | | | Peso de Agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CURVA GRANULOMETRICA | | | | | | | Peso de Suelo Seco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | % de Humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Límite Líquido | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Límite Plástico | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Índice de Plasticidad | N.P. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Celular: 975489080 - 992512283 / celman50@hotmail.com

ENsayos de proctor modificado



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3425 | 3480 | 3520 | 3581 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1590 | 1645 | 1685 | 1746 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.634 | 1.691 | 1.732 | 1.794 |
| Humedad | | | | | |
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 106.0 | 129.2 | 131.8 | 129.9 |
| Tara + suelo seco | gr | 101.4 | 120.6 | 120.4 | 116.5 |
| Peso de agua | gr | 4.6 | 8.6 | 11.4 | 13.4 |
| Peso de tara | gr | 26.8 | 28.0 | 27.0 | 28.7 |
| Peso suelo seco | gr | 74.6 | 92.6 | 93.4 | 87.8 |
| Contenido de humedad | % | 6.2 | 9.3 | 12.2 | 15.3 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.539 | 1.547 | 1.543 | 1.557 |
| Maxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.557 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 15.7 | | | |
| CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD | | | | | |
| | | | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 5% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3442 | 3485 | 3542 | 3608 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1607 | 1650 | 1707 | 1773 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.652 | 1.696 | 1.754 | 1.822 |
| Humedad | | | | | |
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 143.5 | 140.3 | 132.9 | 122.0 |
| Tara + suelo seco | gr | 135.5 | 129.7 | 120.3 | 108.6 |
| Peso de agua | gr | 8.0 | 10.6 | 12.6 | 13.4 |
| Peso de tara | gr | 28.6 | 29.4 | 26.9 | 26.3 |
| Peso suelo seco | gr | 106.9 | 100.3 | 93.4 | 82.3 |
| Contenido de humedad | % | 7.5 | 10.5 | 13.5 | 16.3 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.537 | 1.534 | 1.546 | 1.567 |
| Máxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.568 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 16.8 | | | |

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD

| Humedad (%) | Densidad Seca (gr/cm³) |
|-------------|------------------------|
| 7.5 | 1.537 |
| 8.5 | 1.535 |
| 10.5 | 1.534 |
| 13.0 | 1.540 |
| 16.8 | 1.568 |
| 17.5 | 1.565 |
| 19.0 | 1.522 |





GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 10% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3442 | 3509 | 3589 | 3656 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1607 | 1674 | 1754 | 1821 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.652 | 1.720 | 1.803 | 1.872 |
| Humedad | | | | | |
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 88.1 | 72.2 | 105.8 | 109.5 |
| Tara + suelo seco | gr | 83.7 | 67.2 | 96.1 | 97.4 |
| Peso de agua | gr | 4.4 | 5.0 | 9.7 | 12.1 |
| Peso de tara | gr | 26.4 | 21.9 | 27.0 | 26.6 |
| Peso suelo seco | gr | 57.3 | 45.3 | 69.1 | 70.8 |
| Contenido de humedad | % | 7.7 | 11.0 | 14.0 | 17.1 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.534 | 1.549 | 1.581 | 1.598 |
| Maxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.599 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 17.3 | | | |

CURVA DENSIDAD SECA vs. HUMEDAD

| Humedad (%) | Densidad Seca (gr/cm³) |
|-------------|------------------------|
| 8.0 | 1.534 |
| 10.0 | 1.545 |
| 12.0 | 1.560 |
| 14.0 | 1.580 |
| 16.0 | 1.599 |
| 17.3 | 1.599 |
| 20.0 | 1.570 |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

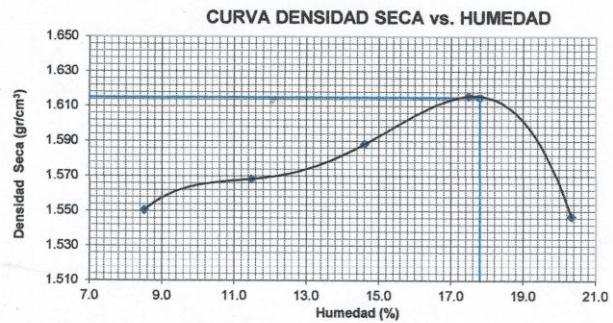
LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 15% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3472 | 3536 | 3606 | 3682 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1637 | 1701 | 1771 | 1847 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.682 | 1.748 | 1.820 | 1.898 |

| Humedad | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 97.8 | 92.3 | 83.3 | 108.9 |
| Tara + suelo seco | gr | 92.1 | 85.3 | 76.1 | 96.8 |
| Peso de agua | gr | 5.7 | 7.0 | 7.2 | 12.1 |
| Peso de tara | gr | 25.1 | 24.3 | 26.8 | 27.6 |
| Peso suelo seco | gr | 67.0 | 61.0 | 49.3 | 69.2 |
| Contenido de humedad | % | 8.5 | 11.5 | 14.6 | 17.5 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.551 | 1.568 | 1.588 | 1.616 |
| Máxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.615 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 17.8 | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

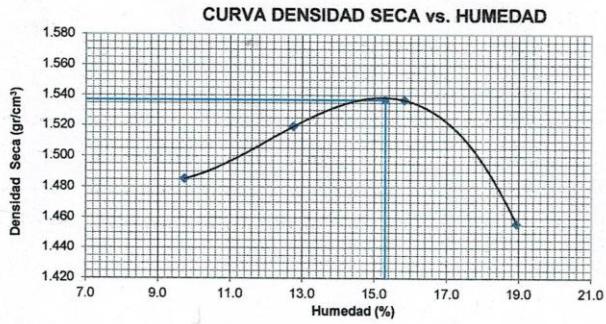
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 2.5% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3421 | 3502 | 3567 | 3520 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1586 | 1667 | 1732 | 1685 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.630 | 1.713 | 1.780 | 1.732 |

| Humedad | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 120.8 | 110.2 | 136.3 | 124.7 |
| Tara + suelo seco | gr | 112.5 | 100.9 | 121.3 | 108.3 |
| Peso de agua | gr | 8.3 | 9.3 | 15.0 | 16.4 |
| Peso de tara | gr | 27.3 | 28.0 | 26.5 | 21.7 |
| Peso suelo seco | gr | 85.2 | 72.9 | 94.8 | 86.6 |
| Contenido de humedad | % | 9.7 | 12.8 | 15.8 | 18.9 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.485 | 1.519 | 1.537 | 1.456 |
| Máxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.537 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 15.3 | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
C.P. 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

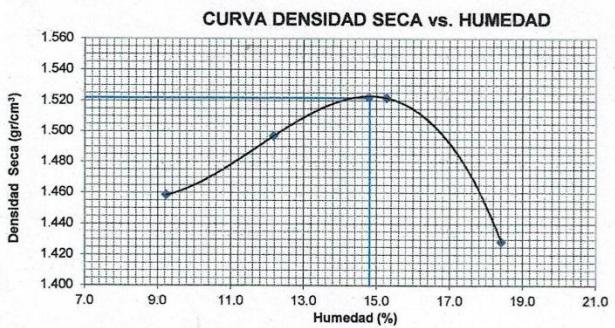
PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL +6% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3385 | 3469 | 3542 | 3481 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1550 | 1634 | 1707 | 1646 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.593 | 1.679 | 1.754 | 1.692 |
| Humedad | | | | | |
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 99.3 | 122.9 | 92.9 | 114.8 |
| Tara + suelo seco | gr | 93.3 | 112.5 | 84.5 | 101.3 |
| Peso de agua | gr | 6.0 | 10.4 | 8.4 | 13.5 |
| Peso de tara | gr | 28.3 | 27.1 | 29.5 | 28.0 |
| Peso suelo seco | gr | 65.0 | 85.4 | 55.0 | 73.3 |
| Contenido de humedad | % | 9.2 | 12.2 | 15.3 | 18.4 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.458 | 1.497 | 1.522 | 1.429 |
| Maáxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.522 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 14.8 | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Marriquie Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO METODO "A"
MTC E-115**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

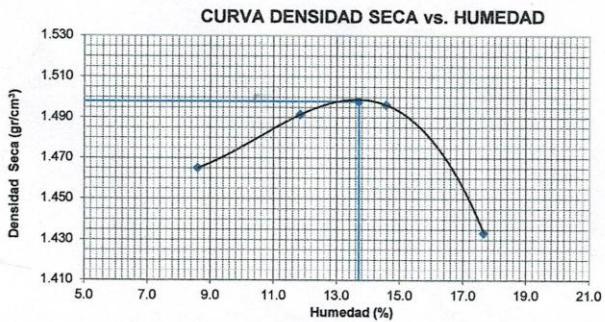
PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 10% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Compactación | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Prueba N° | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Nº de capas | | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Nº de golpes por capa | | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso del molde + Suelo compacto | gr | 3383 | 3458 | 3503 | 3476 |
| Peso del Molde | gr | 1835 | 1835 | 1835 | 1835 |
| Peso suelo compacto | gr | 1548 | 1623 | 1668 | 1641 |
| Volumen del Molde | cm ³ | 973 | 973 | 973 | 973 |
| Densidad Húmeda | gr/cm ³ | 1.591 | 1.668 | 1.714 | 1.687 |
| Humedad | | | | | |
| Tara N° | | | | | |
| Tara + suelo húmedo | gr | 97.8 | 128.2 | 92.3 | 125.3 |
| Tara + suelo seco | gr | 92.1 | 117.6 | 84.3 | 110.5 |
| Peso de agua | gr | 5.7 | 10.6 | 8.0 | 14.8 |
| Peso de tara | gr | 25.8 | 28.1 | 29.4 | 26.7 |
| Peso suelo seco | gr | 66.3 | 89.5 | 54.9 | 83.8 |
| Contenido de humedad | % | 8.6 | 11.8 | 14.6 | 17.7 |
| Densidad seca | gr/cm ³ | 1.465 | 1.491 | 1.496 | 1.433 |
| Máxima Densidad Seca | gr/cm ³ | 1.498 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad | % | 13.7 | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Mamque Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90228



ENSAYOS DE CBR



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL

FECHA : 2 OCTUBRE DEL 2022

| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | : | 1.557 | | | |
|--|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : | 15.7 | | | |
| MOLDE Nº | I | II | III | | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | | |
| Contenido de Humedad % | 15.7 | 15.7 | 15.7 | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.557 | 1.489 | 1.380 | | |
| | | | | | |
| APLICACIÓN DE CARGA | | | | | |
| Penetración (pulg) | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | MOLDE 1 | MOLDE 2 | MOLDE 3 | |
| | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | |
| 0.025 | | 21 | 17 | 13 | |
| 0.050 | | 42 | 34 | 23 | |
| 0.075 | | 73 | 52 | 38 | |
| 0.100 | 1000 | 102 | 75 | 52 | |
| 0.150 | | 160 | 121 | 79 | |
| 0.200 | 1500 | 192 | 165 | 108 | |
| 0.250 | | 192 | 177 | 133 | |
| 0.300 | 1900 | 192 | 177 | 133 | |
| 0.400 | 2300 | 192 | 177 | 133 | |
| 0.500 | 2600 | 192 | 177 | 133 | |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % | 9.5 | | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % | 5.8 | | |
| | | | | | |
| EXPANSION | | | | | |
| FECHA | | HORA | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Expansión Promedio | | % | No Presenta | | |



Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO) MTC E-132

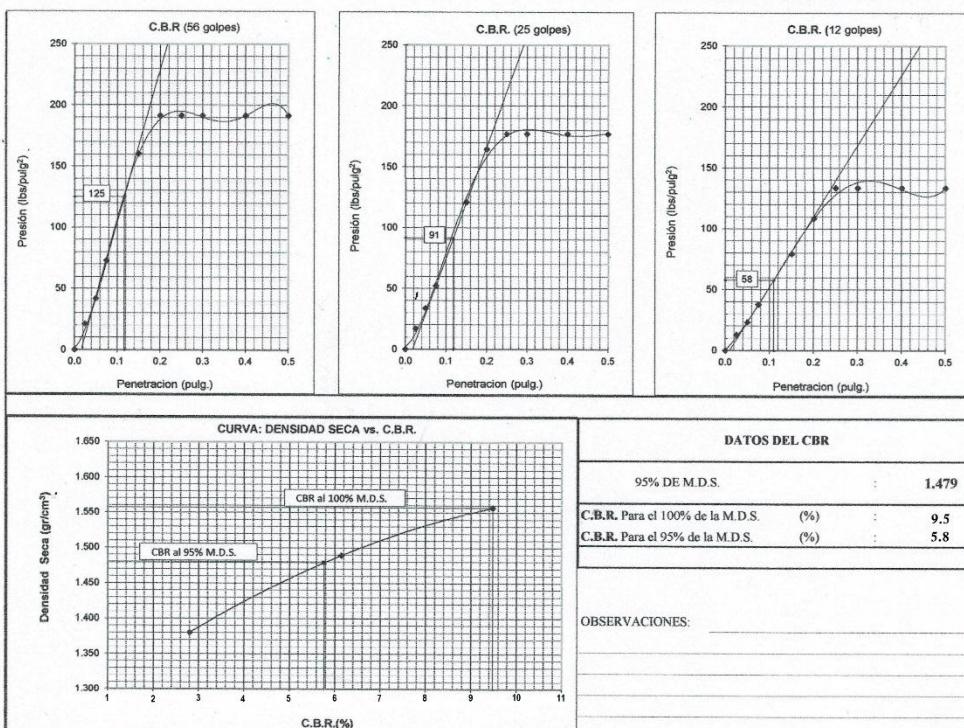
SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 5% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | : | 1.568 | | |
|--|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : | 16.8 | | |
| MOLDE Nº | I | II | III | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | |
| Contenido de Humedad % | 16.8 | 16.8 | 16.8 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.568 | 1.484 | 1.392 | |
| APLICACIÓN DE CARGA | | | | |
| Penetración (pulg) | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) |
| 0.025 | | 23 | 19 | 15 |
| 0.050 | | 54 | 42 | 27 |
| 0.075 | | 98 | 77 | 42 |
| 0.100 | 1000 | 148 | 115 | 54 |
| 0.150 | | 244 | 183 | 98 |
| 0.200 | 1500 | 269 | 227 | 142 |
| 0.250 | | 269 | 227 | 169 |
| 0.300 | 1900 | 269 | 227 | 169 |
| 0.400 | 2300 | 269 | 227 | 169 |
| 0.500 | 2600 | 269 | 227 | 169 |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % | 18.7 | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % | 14.3 | |
| EXPANSION | | | | |
| FECHA | HORA | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Expansión Promedio | | % | No Presenta | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Mariano Cornelio
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 90226



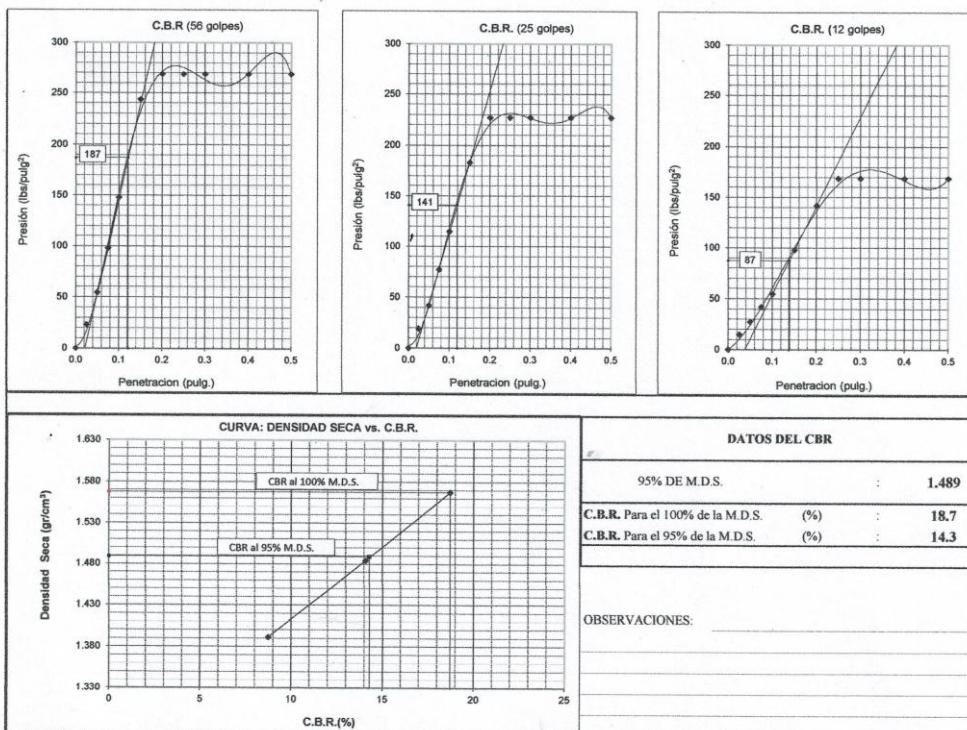


GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO) MTC E-132

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)
PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH
MATERIAL : SUELO NATURAL + 5% POLVO DE CARBON VEGETAL
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
ZIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 10% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|-----|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | : | 1.599 | | |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : | 17.3 | | |
| MOLDE N° | I | II | III | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | |
| Contenido de Humedad % | 17.3 | 17.3 | 17.3 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.599 | 1.528 | 1.446 | |
| MOLDE N° | I | II | III | |
| Penetración | | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Presión Aplicada (Lb/pulg ²) | 202 | 155 | 108 | |
| Presión Patrón (Lb/pulg ²) | 1000 | 1000 | 1000 | |
| C.B.R. (%) | 20.2 | 15.5 | 10.8 | |

| APLICACIÓN DE CARGA | | | EXPANSION | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Penetración (pulg) | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III | |
| | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | |
| 0.025 | | 19 | 15 | 13 | |
| 0.050 | | 42 | 29 | 25 | |
| 0.075 | | 75 | 48 | 40 | |
| 0.100 | 1000 | 117 | 73 | 69 | |
| 0.150 | | 225 | 154 | 121 | |
| 0.200 | 1500 | 300 | 242 | 171 | |
| 0.250 | | 325 | 304 | 200 | |
| 0.300 | 1900 | 325 | 316 | 200 | |
| 0.400 | 2300 | 325 | 316 | 200 | |
| 0.500 | 2600 | 325 | 316 | 200 | |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % | 20.2 | | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % | 14.8 | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226





GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO) MTC E-132

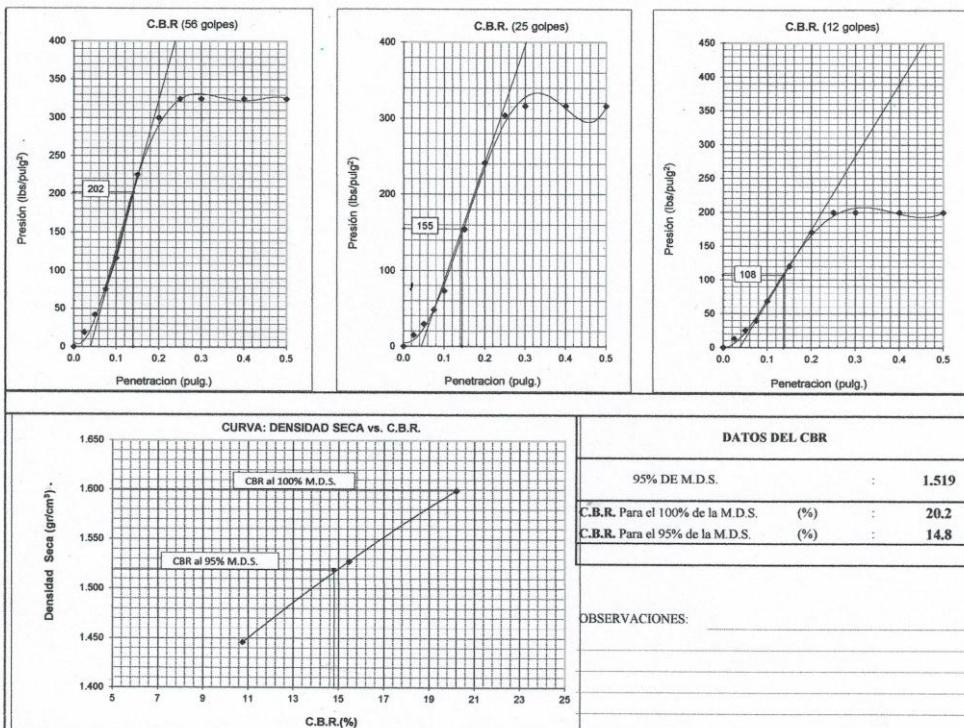
SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 10% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Martínez Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 15% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--|------------------|------|---------|----------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | : | 1.615 | | | | | | |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : | 17.8 | | | | | | |
| MOLDE N° | I | II | III | MOLDE N° | I | | | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | Penetración | 0.1 | | | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | Presión Aplicada (Lb/pulg ²) | 229 | | | |
| Contenido de Humedad % | 17.8 | 17.8 | 17.8 | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | 1000 | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.615 | 1.540 | 1.457 | C.B.R. (%) | 22.9 | | | |
| APLICACIÓN DE CARGA | | | | | | | | |
| Penetración (pulg) | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III | EXPANSION | | | |
| | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | FECHA | HORA | MOLDE I | MOLDE II |
| 0.025 | | 34 | 21 | 17 | | | | |
| 0.050 | | 79 | 65 | 34 | | | | |
| 0.075 | | 138 | 92 | 52 | | | | |
| 0.100 | 1000 | 198 | 146 | 75 | | | | |
| 0.150 | | 310 | 196 | 113 | | | | |
| 0.200 | 1500 | 398 | 231 | 144 | | | | |
| 0.250 | | 398 | 254 | 163 | | | | |
| 0.300 | 1900 | 398 | 254 | 169 | | | | |
| 0.400 | 2300 | 398 | 254 | 169 | | | | |
| 0.500 | 2600 | 398 | 254 | 169 | | | | |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % 22.9 | Expansion Promedio % No Presenta | | | | | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % 15.7 | | | | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CP 90226





GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

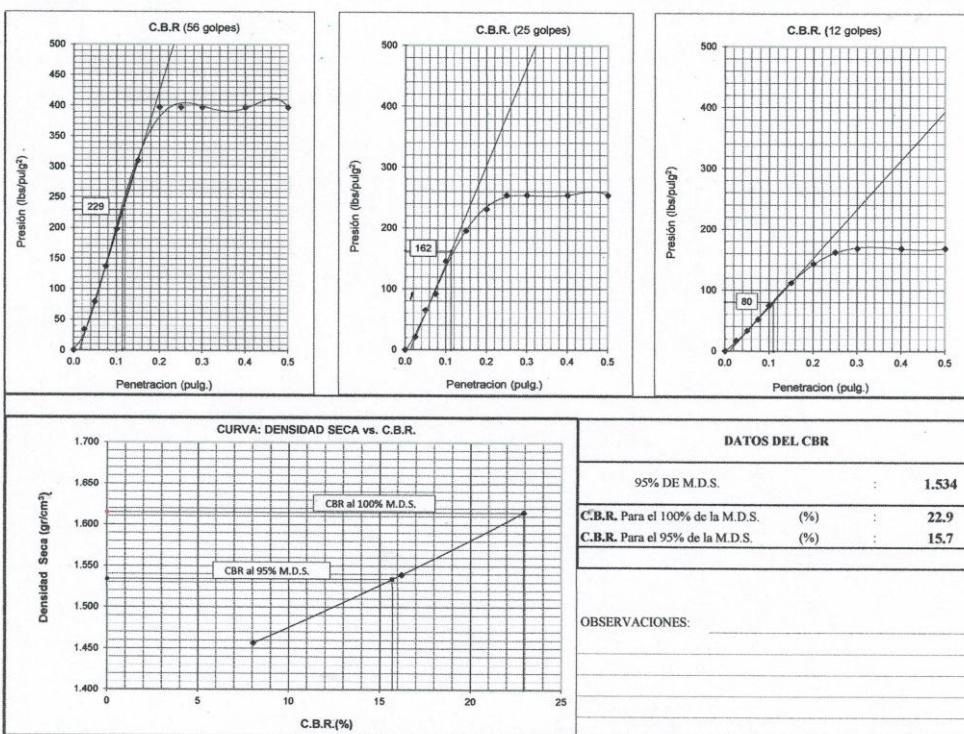
SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

LUGAR : CHIMBOLE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 15% POLVO DE CARBON VEGETAL

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226





GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 2.5% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.537 | | | |
|--|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 15.3 | | | |
| MOLDE N° | I | II | III | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | |
| Contenido de Humedad % | 15.3 | 15.3 | 15.3 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.537 | 1.460 | 1.386 | |
| APLICACIÓN DE CARGA | | | | |
| Penetración (pulg) | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | MOLDE I | MOLDE 2 | MOLDE 3 |
| | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) |
| 0.025 | | 23 | 19 | 17 |
| 0.050 | | 54 | 38 | 29 |
| 0.075 | | 94 | 61 | 46 |
| 0.100 | 1000 | 131 | 94 | 61 |
| 0.150 | | 183 | 136 | 96 |
| 0.200 | 1500 | 227 | 158 | 121 |
| 0.250 | | 258 | 175 | 133 |
| 0.300 | 1900 | 258 | 175 | 133 |
| 0.400 | 2300 | 258 | 175 | 133 |
| 0.500 | 2600 | 258 | 175 | 133 |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % 15.4 | | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % 10.0 | | |
| EXPANSION | | | | |
| FECHA | HORA | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Expansión Promedio | % | No Presenta | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

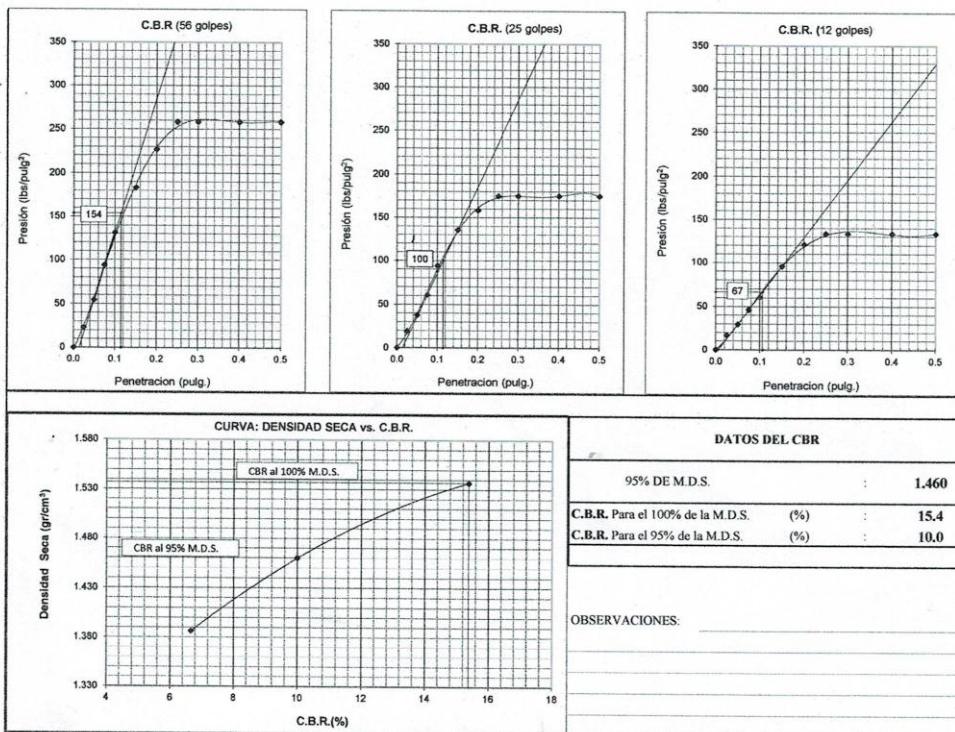
SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 2.5% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Montañez Cornelio
INGENIERO CIVIL
C.E.P. 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL +6% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| | | | | | |
|--|--------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | : | 1.522 | | | |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : | 14.8 | | | |
| MOLDE N° | I | II | III | | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | | |
| Contenido de Humedad % | 14.8 | 14.8 | 14.8 | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.522 | 1.461 | 1.377 | | |
| MOLDE N° | I | II | III | | |
| Penetración | | 0.1 | 0.1 | | |
| Presión Aplicada (Lb/pulg ²) | 128 | 97 | 69 | | |
| Presión Patrón (Lb/pulg ²) | 1000 | 1000 | 1000 | | |
| C.B.R. (%) | 12.8 | 9.7 | 6.9 | | |
| APLICACIÓN DE CARGA | | | | | |
| Penetración (pulg) | | MOLDE 4 | MOLDE 5 | MOLDE 6 | |
| Presión Patrón (Lb/pulg ²) | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | |
| 0.025 | | 19 | 17 | 15 | |
| 0.050 | | 38 | 34 | 27 | |
| 0.075 | | 65 | 52 | 40 | |
| 0.100 | 1000 | 98 | 77 | 59 | |
| 0.150 | | 161 | 125 | 92 | |
| 0.200 | 1500 | 221 | 148 | 117 | |
| 0.250 | | 267 | 175 | 131 | |
| 0.300 | 1900 | 267 | 175 | 142 | |
| 0.400 | 2300 | 267 | 175 | 146 | |
| 0.500 | 2600 | 267 | 175 | 146 | |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % | 12.8 | | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % | 9.1 | | |
| | | | EXPANSION | | |
| FECHA | | HORA | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| | | | | | |
| Expansión Promedio | | % | No Presenta | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Mansique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

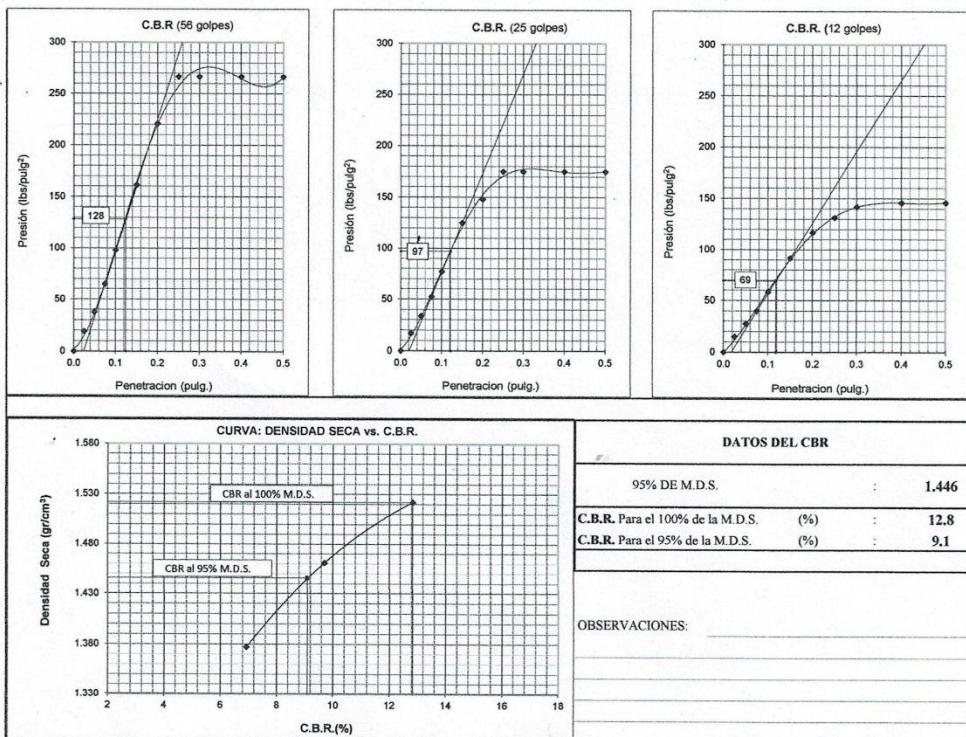
SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL +6% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226



GEOCYP S.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES**

**ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO)
MTC E-132**

SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN CASAJAL, CHIMBOTE, 2022"

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 10% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.498 | | | |
|--|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 13.7 | | | |
| MOLDE N° | I | II | III | |
| Nº de capas | 5 | 5 | 5 | |
| Numero de golpes/capa | 56 | 25 | 12 | |
| Contenido de Humedad % | 13.7 | 13.7 | 13.7 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.498 | 1.420 | 1.336 | |
| MOLDE N° | I | II | III | |
| Penetración | | | 0.1 | |
| Presión Aplicada (Lb/pulg ²) | | 97 | 70 | |
| Presión Patrón (Lb/pulg ²) | | 1000 | 1000 | |
| C.B.R. (%) | | 9.7 | 7.0 | |
| | | | 4.6 | |
| APLICACIÓN DE CARGA | | | | |
| Penetración (pulg) | Presión Patrón (Lb/pulg ²) | MOLDE 7 | MOLDE 8 | MOLDE 9 |
| | | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) | Corrección (Lb/pulg ²) |
| 0.025 | | 19 | 17 | 13 |
| 0.050 | | 29 | 25 | 17 |
| 0.075 | | 52 | 40 | 25 |
| 0.100 | 1000 | 73 | 56 | 34 |
| 0.150 | | 125 | 92 | 54 |
| 0.200 | 1500 | 167 | 123 | 79 |
| 0.250 | | 190 | 146 | 98 |
| 0.300 | 1900 | 196 | 156 | 111 |
| 0.400 | 2300 | 196 | 158 | 123 |
| 0.500 | 2600 | 196 | 158 | 125 |
| C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 0.1" | | % | 9.7 | |
| C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 0.1" | | % | 7.0 | |
| EXPANSION | | | | |
| FECHA | HORA | MOLDE I | MOLDE II | MOLDE III |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Expansión Promedio | % No Presenta | | | |



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
CIP 90226





GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE CBR DE SUELOS (CALIFORNIA BEARING RATIO) MTC E-132

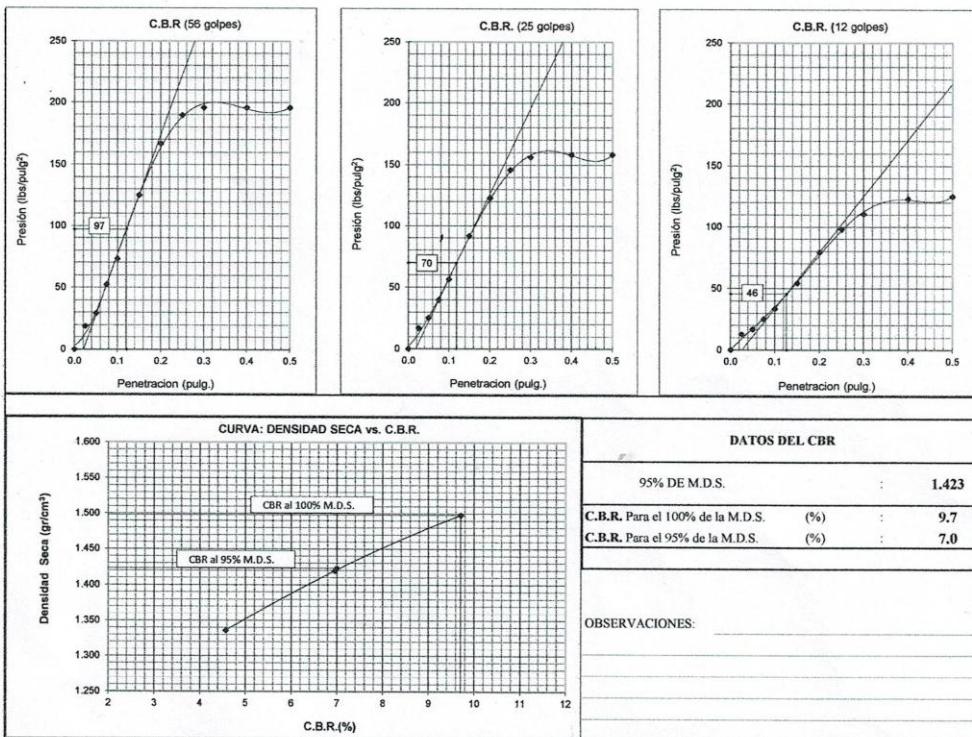
SOLICITA : ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS (ORCID: 0000-0002-4388-3945)
CAMPOS CARO LUIS ALBERTO (ORCID: 0000-0002-6141-646X)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DE SUELOS EMPLEANDO POLVO DE CARBON VEGETAL Y FIBRA DE VIDRIO PARA EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO EN CASCAJAL, CHIMBOLE, 2022"

LUGAR : CHIMBOLE, PROVINCIA DE SANTA - ANCASH

MATERIAL : SUELO NATURAL + 10% DE FIBRA DE VIDRIO

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



GEOCYP S.R.L.
Celso Manrique Cornelio
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 90226

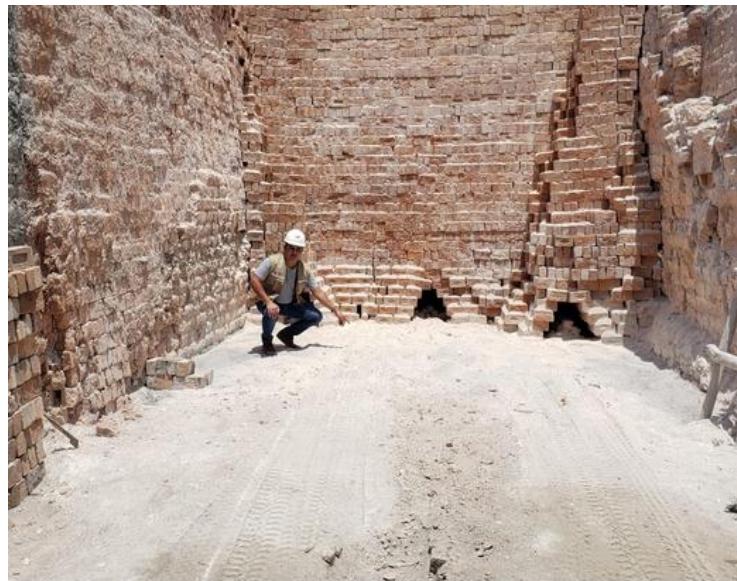
ANEXO 08
PANEL FOTOGRÁFICO



.Reconocimiento del terreno tramo de la carretera en C.P Cascajal Derecho con anexo San Francisco.



.Visita al almacén de reciclaje de fibra de vidrio en Villar María – Distrito de Nuevo Chimbote



.Visita en el almacén de la ladrillera San Carlos – Distrito de Santa.



.Visita y coordinaciones en el laboratorio de mecánica de suelos GEOCYP S.R.L.



.Se realizó la extracción de las muestra.



.En la imagen se observa la Muestra obtenida en la progresiva 1+890km.



.Se realizó el tamizado de las muestras obtenidas para su clasificación de suelo.



.Se realizaron los pesos y secados de las muestras para obtener el contenido de humedad.



.Se realizaron los ensayos de Proctor Modificación en suelos natural.



.En la imagen se observa la muestra de polvo de carbón vegetal.



.En imagen se observa la muestra de fibra de vidrio.



.Se realizó la mezcla de ceniza de carbón vegetal en muestra de suelo natural en los porcentajes establecidos.



.Se realizó la mezcla de fibra de vidrio en muestra de suelo natural en los porcentajes establecidos.



.Se realizó el pesaje de los moldes con los estabilizantes en la muestra de suelo natural.



.Se sumergió en agua todos los moldes para medir el hinchamiento del material.



.Se utilizó una prensa manual que está especialmente diseñada para aplicar la carga con una velocidad de 0.1" y 0.2", generalmente este aparato lleva anillos calibrados.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SOLAR JARA MIGUEL ANGEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de suelos empleando polvo de carbón vegetal y fibra de vidrio para el diseño del pavimento en Cascajal,

Chimbote,

2022

", cuyos autores son CAMPOS CANO LUIS ALBERTO, ALAMO MELGAREJO JUAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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.

CHIMBOTE, 06 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| SOLAR JARA MIGUEL ANGEL DNI: 18148900 ORCID: 0000-0002-8661-418x | Firmado electrónicamente por: MASOLARJ el 14-12- 2022 10:22:19 |

Código documento Trilce: TRI - 0476045