



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Aplicación de geomembrana HDPE para mejorar la capacidad de soporte en la av. Defensores Del Morro, Chorrillos - Lima 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Navarro Ochoa, Shirly (ORCID: 0000-0002-9703-5271)

Rivera Maldonado, Pedro (ORCID: 0000-0002-5497-8368)

**ASESORA:**

Mg. Ramos Gallegos, Susy Giovanna (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

CALLAO – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

### **Navarro Ochoa Shirly**

Les dedico este trabajo a mis padres que siempre estuvo apoyándome día a día en cada etapa que eh vivido en la universidad como fuera de ella, que me motivaron a cada día ser mejor; A Dios por permitirme llegara vivir este momento en mi formación profesional.

### **Rivera Maldonado Pedro**

El presente trabajo va dedicado a mi madre que estuvo en todo momento apoyándome, dándome aliento para salir adelante, a mis docentes por el apoyo y los consejos brindados para poder realizar un buen trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

### **Navarro Ochoa Shirly**

Primeramente, agradecer a Dios por brindarme las fuerzas y salud diaria, a mis padres por guiarme a lo largo de mi etapa universitaria, a los docentes por todo el apoyo brindado en el proceso de investigación.

### **Rivera Maldonado Pedro**

Agradezco a Dios por permitirme tener a mi familia en estos momentos difíciles que se está viviendo, a mis docentes por el gran apoyo que nos han brindado para la realización de este trabajo y a mi madre por estar siempre conmigo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	29
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	30
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	31
3.5 PROCEDIMIENTO.....	32
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	33
3.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	33
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Principales Polímeros Utilizados En La Fabricación De Geosintéticos .....	11
Tabla 2 - Funciones De Cada Tipología De Geosintéticos .....	16
Tabla 3 - Campo De Aplicación De Geosintéticos.....	19
Tabla 4 - Clasificación De Suelos .....	21
Tabla 5 - Clasificación De Suelos Método Aashto (Material Granular) .....	22
Tabla 6 - Clasificación De Suelos Método Aashto (Material Limo-Arcilloso) .....	22
Tabla 7 - Tabla De La Clasificación Sucs.....	23
Tabla 8 - California Bearing Ratio – Cbr .....	28
Tabla 9 – Ensayo Granulometría .....	34
Tabla 10 – Resultado De Ensayos De Límite De Atterberg .....	35
Tabla 11 - Resultado De Ensayos De Proctor Modificado .....	35
Tabla 12 - Resultado De Los Ensayos De Cbr Sin Aplicación De Geomembrana Hdpe....	36
Tabla 13 – Cbr Con Geomembrana Hdpe Añadida.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Geotextil .....	12
Figura 2 – Geomembrana - Hdpe .....	13
Figura 3 – Geomalla Biaxiales – Georedes .....	13
Figura 4 – Geomalla Y Geotextil – Geocompuesto .....	14
Figura 5 - Geoceldas .....	15
Figura 6 – Función De Separación.....	16
Figura 7 – Función De Separación.....	17
Figura 8 – Función De Separación .....	19
Figura 9 – Ensayo Proctor.....	25

## **RESUMEN**

A través de esta investigación, se espera determinar cómo influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de la capacidad de soporte en la Av. Defensores del morro de chorrillos, en el departamento de lima por ello, se utilizó tablas de recolección de datos en el trabajo de campo para verificar las características más relevantes de la carretera, y realizó pruebas para comprender el tipo de suelo y determinar la estructura vial más efectiva.

Luego de comparar con los resultados obtenidos por otros autores, y los resultados obtenidos de la investigación la mejora de la capacidad de soporte de la avenida, teniendo en cuenta los factores ambientales. El uso de geosintéticos puede reducir las emisiones de CO2 generadas por la maquinaria, lo que es significativamente diferente del diseño tradicional AASTHO 93.

En el presente estudio se analiza el uso de geomembrana para el reforzamiento de la capacidad de soporte en la avenida defensores del morro - chorrillos, lima. Las geomembranas serán las encargadas de dividir el esfuerzo de carga mejorando así el suelo, también se presenta las diferentes características y funciones de las geomembranas que se utilizan en la rama de ingeniería.

**Palabras Clave:** Geomembrana HDPE, Estabilización, Estudio De Suelos.

## **ABSTRACT**

Through this research, it is expected to determine how the application of HDPE geomembrane influences the improvement of the support capacity in the Avenue Defensores del morro - Chorrillos, in the department of lima, therefore, data collection tables were used in fieldwork to verify the most relevant characteristics of the road, and carried out tests to understand the type of soil and determine the most effective road structure.

After comparing with the results obtained by other authors, and the results obtained from the investigation, the improvement of the avenue's bearing capacity, taking into account environmental factors. The use of geosynthetics can reduce the CO<sub>2</sub> emissions generated by machinery, which is significantly different from the traditional AASTHO 93 design.

In the present study, the use of geomembrane is analyzed for the reinforcement of the support capacity in defensores del morro avenue - Chorrillos, lima. The geomembranes will be in charge of dividing the loading effort, thus improving the soil. The different characteristics and functions of the geomembranes used in the engineering branch are also presented.

**Keywords:** HDPE GEOMEMBRANE, STABILIZATION, SOIL STUDY

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se ha tratado de aprovechar de la manera más posible el uso de los materiales predominantes en este caso recursos naturales como el suelo, ya que es uno de los elementos más empleados por el hombre para la ejecución de grandes proyectos, sin embargo, siempre se ha buscado obtener un material mucho más resistente. Es así que podemos encontrar intentos de suelos reforzados desde los inicios de la civilización.

En Perú, a medida que aumenta la carga de tráfico y nuestras carreteras y presupuestos se ven afectados por condiciones de uso tan abrumadoras, la necesidad de mejorar el rendimiento del pavimento es más importante que nunca, razón por la cual se utilizan geomallas en las construcciones viales ya que estas ayudan a las agencias de ingeniería, propietarios de viviendas y contratistas a mejorar y fortalecer los cimientos de los pavimentos, ahorrando tiempo, dinero y materiales. Por ello podemos ver que su aplicación tiene impactos positivos, no solo en lo económico sino también en lo ambiental ya que este reduce el impacto de las emisiones de carbón en las actividades de construcción.

En este caso, Palomino señala: «Otro método alternativo que ayuda a mejorar la capacidad portante es reemplazar y separar la capa de suelo blando por rellenos granulares y materiales de refuerzo geosintéticos. Esta nueva capa mejorará la capacidad portante y la distribución de la presión.»

En las últimas décadas, la aplicación de geosintéticos en la construcción de carreteras ha aumentado debido a su instalación, bajo costo, menor impacto en el medio ambiente y calidad y durabilidad de las vías. Respondiendo así a la necesidad a los proyectos de ingeniería. Los geo sintéticos son materiales en base de polímeros creados para fortalecer y mejorar las condiciones del suelo, el geotextil es el geo sintético que separa la estructura del pavimento y el terreno natural, evitando su mezcla con lo que se mantienen intacta la capacidad portante y se consigue un alto grado de compactación, además controla la humedad excesiva del terreno natural evitando la migración de finos y aumentando así el grado de consolidación, la geomalla es el tipo de geo sintético que refuerza, estabiliza y aumenta la resistencia de tensión de la base granular permitiéndole

soportar grandes cargas debido a que distribuye estas cargas de manera uniforme, a esta combinación se le denomina geo compuesto de refuerzo, dando a conocer sus diversas funciones primarias de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

En Perú, se han mejorado las subrasantes de sectores clave como lo son las carreteras de Iquitos-Nauta, Raja-Talma y Cajamarca-Hualgayoc, entre otros, mejorando también las subrasante de los almacenes del Puerto del Callao, en donde además podemos encontrar un suelo pobre y los altos niveles de agua subterránea, sin mencionar los vehículos utilizados para manipular contenedores los cuales también generan mucha carga, La aceleración de los pasos de producción y la posibilidad de compactar materiales en calzadas extremadamente duras significa que es más práctico y económicamente atractivo que la sobre excavación y el reemplazo, Pese a ello, la falta de normatividad en las dependencias estatales impide el uso de esta tecnología, y una gran cantidad de recursos se destinan a movimientos de tierra innecesarios, lo que socava los presupuestos de inversión pública, aumenta el costo de los gastos directos e indirectos relacionados y reduce la posibilidad de construcción.

La contribución de las geomallas como mecanismo de soporte para la base de partículas de estructuras de pavimento generalmente se cuantifica por el aumento en la vida útil medida por el número de repeticiones de carga y / o reducción en el espesor de la capa para cuantificar la base de la acera afectada por tráfico específico, El refuerzo de la cimentación se genera por una serie de mecanismos complejos, entre ellos las restricciones impuestas por la geomalla a través del material de cimentación granular, a través de sus aberturas, es importante enfatizar que el refuerzo de la cimentación se clasifica como un comportamiento a largo plazo del pavimento (otro relacionado El mecanismo puede ser reducir la fatiga periódica), por lo tanto, la incidencia de geomallas se medirá durante la vida útil de la acera.

El lugar de estudio es la Av. Av Defensores Del Morro, Chorrillos – Lima.

La Formulación del Problema es la combinación de dos variables una independiente y la otra dependiente al cual se le señala lugar y año después se elabora 3 problemas específicos los cuales tiene una simetría con mis indicadores

de mi matriz de operacionalizad. (Valderrama, 2013, “Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica”, p. 131).

Considerando los precedentes de investigación y el marco teórico se formula como **Problema general:** ¿De qué manera influye la aplicación de Geomembrana HDPE en la mejora de la capacidad portante en la Av. Defensores del morro - chorrillos, Lima 2020? **Problemas específicos: La primera.** – ¿De qué manera influye la aplicación de Geomembrana HDPE en la mejora de las de las características físicas en la Av. Defensores del morro - ¿Chorrillos, Lima 2020? **Segunda.** - ¿De qué manera influye la aplicación de Geomembrana HDPE en la mejora de las de las características mecánicas en la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020? “APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE EN LA AV DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS - LIMA 2020.”.

Siguiendo la secuencia del nuevo esquema del desarrollo del proyecto de investigación se presenta la justificación del problema. **La Justificación del estudio** Según una encuesta de Bernal Torres (2010), la legitimidad se refiere a por qué se va a realizar la investigación y por qué se va a realizar la investigación para anunciar una investigación que acredite que se realiza una investigación. La razón es que la razón de esta trascendencia se plantea luego de investigaciones afines, en este sentido, suele haber tres aspectos o tipos de argumentos: teoría, práctica y metodología. Algunas investigaciones pueden requerir los tres tipos de defensa, mientras que otras requieren dos. Ello depende de las particularidades de cada investigación. **Justificación Técnica:** Esta investigación se realizó a fin de dar un aporte no solo a la sociedad investigadora sino también como base para que las autoridades puedan hacer algo al respecto, por ello se siguió los estándares de la norma American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) la cual nos ayudara a determinar el tipo de suelo que tenemos y según esos datos poder dar una propuesta de rehabilitación. **Justificación Económica:** Este proyecto aportara una idea de mejora para este tramo logrando que las autoridades tengan una idea de las fallas que sufre este pavimento, así como que tan crítico es su estado y puedan darle alguna solución, ya que en esta vía transitan diversos tipos de transportes tanto de personas que van a su centros de labores o

estudios a diario así como también vehículos de comercio los cuales generan una mejor económica a nivel local y con esto se reduciría en parte el tráfico en la zona.

**Justificación Social:** El presente proyecto plantea una alternativa de solución para mejorar la calidad de viaje que realizan a diario los transeúntes, así como una fluidez vehicular y tranquilidad al circular por el lugar sin que este camino pueda presentar algún daño tanto al vehículo como al conductor.

En la investigación ha sido necesario formular hipótesis. **Hipótesis general:** Influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de la capacidad de soporte de la Av. Defensores del morro - chorrillos, Lima 2020. **Hipótesis específicas:**

**Primera.** – Influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las características físicas de la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020.

**Segunda.** – Influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las características mecánicas de la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020.

Dentro del Proceso de investigación se han trazado **objetivos**, siendo el **Objetivo general:** Determinar como la aplicación de geomembrana HDPE mejora la capacidad de soporte en la Av. Defensores del morro - chorrillos, Lima 2020.

**Objetivos específicos: Primera.** – Determinar de qué manera influye la aplicación de geomembranas HDPE en las características físicas de la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020. **Segunda.** – Determinar de qué manera influye la

aplicación de geomembranas HDPE en las características mecánicas de la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación se detalla los **antecedentes nacionales** se tiene a Juscel Torres Ccoyllaren el año 2017 en la Universidad Peruana los Andes para obtener el título profesional de Ingeniera Civil desarrollo el tema "Evaluación de la condición actual del pavimento flexible de la av. Calmell del solar e incidencia del geotextil no tejido en su rehabilitación como alternativa de solución – Huancayo 2016", esta investigación tuvo como objetivo determinar como como influye el geotextil en la rehabilitación de un pavimento de la Av. Calmell según la condición del pavimento, donde el problema general fue como incide el uso de este geotextil en la rehabilitación de esta avenida en base a la evaluación del pavimento flexible, la cual tuvo como población todas las calles y avenidas de pavimento flexibles que se encuentran en el distrito de Huancayo tomando como muestra una cuadra de la Av. Calmell del solar, se utilizó el método aplicado. Concluyendo que la utilización de geotextil ayudara a reducir en un 33.3% lo que sería la capa a repavimentar por lo cual recomendaron utilizar geotextiles para lograr una mejor serviciabilidad en la rehabilitación de pavimentos flexibles, así como la duración de este. Con esto podemos decir que los Geosintético sirven como propuesta de mejora para un pavimento flexible ya que dan buenos resultados.

De igual manera Chorres Severino Miguel en el año 2017 en la universidad Cesar Vallejo para obtener el título de ingeniero civil realizo la tesis "Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla – 2017". El objetivo general es mejorar la base superficial de suelos arenosos mediante el uso de geotextiles en el asentamiento humano de Pachacútec en la región de Ventanilla, y el problema general es cómo utilizar geotextiles para mejorar el suelo de cimentación superficial en suelos de dunas. Suelo arenoso, uso descriptivo de la población como suelo de cimentación de 50 viviendas del asentamiento humano Pachacútec en la región de ventanilla, como muestra de suelo obtenida de viviendas. Este trabajo tiene como conclusión que la utilización del geotextil mejoro un 4% del CBR dando resultados positivos.

También se menciona a Mayra Silva Arce que en el año 2016 desarrollo la investigación en la Universidad privada del Norte para obtener el título de Ingeniera civil con su tesis titulada "Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – la molina - Cajamarca 2016", cuyo objetivo general fue evaluar de qué manera mejoro esta vía con la utilización de esta geomalla multiaxial y tiene como problema general como mejora el uso de geomallas multiaxial de tipo TX 140 y TX 160 en este tramo de la carretera, teniendo como población a la calle alemana en el distrito de Cajamarca de la cual se tiene como muestra 80 metros de esta calle teniendo como método descriptivo ya que se realizara una evaluación mediante procedimientos en laboratorio pasados a análisis e interpretación, la cual llevo a la conclusión que la utilización de estas geomallas ayuda en un 63% a mejorar la subrasante por lo cual recomendó el uso de geomallas ya que ahorra no solo en material sino también en mano de obra y futuras reparaciones. Podemos tomar de este trabajo que el uso de geomallas reduce el costo del proyecto sino también mejoran de gran manera nuestra subrasante.

Del mismo modo, Matilde Ramos Pereira (2019) en la Universidad José Carlos Mariátegui para obtener el título de Ingeniera Civil son tesis "mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo a nivel de subrasante a través de la utilización del sistema roca mix entre la prolongación de la avenida san Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del centro poblado San Antonio – Moquegua, 2017", cuyo objetivo general fue mejorar la capacidad de soporte de una subrasante utilizando el sistema rocamix en de la Av. San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del C. P. San Antonio – Moquegua y su problema general fue saber si el sistema de rocamix mejorara la capacidad de soporte de subrasante en de la Av. San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del C. P. San Antonio – Moquegua. Teniendo como población la subrasante de la Av. San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda de 2 de octubre del centro poblado San Antonio del distrito de Moquegua de la provincia de Mariscal Nieto de la región de Moquegua tomando como muestra 03 calicatas de entre 1.60m y 1.80m de profundidad por esto fue que utilizo el tipo aplicativa con un diseño experimental ya que realizaran las pruebas de 03 calicatas. Con esto llego a la conclusión que el

sistema rocamix mejora a un 201.67 % el CBR y disminuye hasta un 0.09% la expansión, pero incrementa el costo a diferencia de un estabilizante recomendado por el MTC por esto recomendó una mayor demanda en el mercado para que este disminuya su precio y sea utilizado ya que si cumple con lo que pide el MTC. Este trabajo sirve como base para la mejora de nuestra subrasante ya que nos dice que tenemos que seguir ciertas pautas que brinda el MTC en este caso.

A continuación, se detalla los antecedentes nacionales se tiene Fidel Sagastegui Plasencia (2019) desarrollo la investigación en la universidad privada Antenor Orrego para obtener el título profesional de Maestro en transportes y conservación vial con la tesis titulada "Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Ongon. Provincia de Pataz. La Libertad", El objetivo principal es diseñar una capa base granular reforzada con mallas biaxiales para optimizar la calidad constructiva del pavimento flexible, y el problema general es saber optimizar el diseño de capa base granular reforzada con mallas biaxiales. La calidad de la construcción de las aceras flexibles, la población total de infraestructura vial es de 23.596 kilómetros, de los cuales 15 kilómetros + 753,79 metros. El tercer tramo es de la Autopista Tayabamba - Ongon; Km 29 + 860 al Km 45 + 613.79 . Provincia de Pataz, Departamento La Libertad, esta investigación fue cuantitativo ya que los resultados se expresan en magnitudes cuantificables, con esto llegaron a la conclusión que es mejor utilizar la geomalla biaxial LBO 202 ya que genera una mayor optimización.

Y finalmente Anselmo Núñez Condori en el año 2016 en la universidad nacional del altiplano para obtener el título de ingeniero civil con la tesis titulada "optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geo-sintéticos", El objetivo principal es utilizar geosintéticos para analizar el espesor de la base y sub-base de la carretera, identificar las propiedades físicas y mecánicas, con el fin de optimizar el costo, tiempo de construcción y analizar los efectos positivos y negativos que produce durante mucho tiempo., por lo cual se realiza la aplicación de geosintéticos en vías de pavimentos flexibles, en especial el uso de geotextiles en el caso de las estructuras de vías las cuales cumplen dos funciones que es de separación y refuerzo. Esta investigación brinda también mejores resultados con el medio

ambiente ya que su aplicación reduce espesores de las capas logrando prolongar la vida útil de la misma, teniendo así un pavimento más eficiente.

Para conocer más ampliamente la investigación realizada sobre la rehabilitación de carpeta asfáltica se han efectuado diferentes investigaciones a **nivel internacional** tal como lo describe, Andrés Bustamante Noboa en el año 2016 en la Universidad de Cuenca para obtener el título de Master en Ingeniería en vialidad y transportes con la tesis titulada “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil”, el cual tuvo como objetivo principal determinar la resistencia de una subrasante utilizando al mismo tiempo una geomalla y geotextil como reforzamiento en la estructura; teniendo como población la carretera Matanga - Gualaquiza y como muestra se seleccionó el tramo Matanga - Gualaquiza, esta investigación fue de método empírico ya que estas tomando consideraciones en el refuerzo con geosintéticos en la estructura de los pavimentos así mismo experimental ya que se realizaron diversas pruebas en laboratorio. Con este trabajo llego a la conclusión que el uso de geo sintéticos en la subrasante le da un mejor comportamiento elástico y deformación a nuestra estructura, pero al final recupera su forma original por esto no se producen deformaciones permanentes por lo cual recomienda el uso de geotextil para dar el reforzamiento que se necesita para una mejor estructura de nuestro pavimento además este evitara que las partículas finas ingresen a la subrasante. En esta investigación podemos ver el uso de Geosintético el cual nos da un alcance de la mejora que pueden dar hacia un terreno para soportar cargas.

Así mismo, Para conocer más ampliamente la investigación realizada sobre la rehabilitación de carpeta asfáltica se han efectuado diferentes investigaciones a nivel internacional tal como lo descrito por Arévalo Fredy (2016) en la Universidad de Guayaquil, para obtener el título de Ingeniero Civil desarrollo la investigación “utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La estacada”. El cual tuvo como objetivo general Analizar la utilización de la geomalla biaxial en “Diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La Estacada”, y el problema general fue si será la mejor metodología para el área rural el uso de geomallas en el diseño de vías de comunicación, cuya

población fue la carretera Pedro Carbo- La estacada, con esto llego a la conclusión que el costo de la utilización de la geomalla es casi la misma que sin ella ya que al utilizarla se reducen los espesores de la sub base.

Del mismo modo Rojas Maria (2018) en la universidad de Cuenca, para obtener el título de Ingeniero Civil con la tesis titulada “Suelo reforzado con Geosintético: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el Geosintético en la resistencia del conjunto”. El cual tuvo como objetivo general comprender de qué manera se comporta el suelo al ser reforzado con un Geosintético a través de la inter relación entre el volumen del suelo confinado y su comportamiento frente a refuerzos; teniendo como muestra material granular de la mina Rookaazul ubicada en la provincia de Cañar, en este trabajo se llegó a la conclusión que a mayores cantidades de capas de geosintéticos se aplicaran aumenta la resistencia del suelo.

En las **Teorías relacionadas al tema** vamos a inquirir más en la aplicación de Geomembrana HDPE. Por lo cual se procederá a dar a conocer ciertas definiciones.

Los geosintéticos son materiales elaborados a través de un proceso industrial a base de polímeros, que actúa conjuntamente con el suelo para reforzarlo, dependiendo de su función este actuara separando los tipos de suelos con diferentes CBR, para garantizar que se respete las propiedades y ofreciendo así una mejor resistencia y mejores propiedades. Su aplicación ofrecerá una mejora portante del suelo, ya que controlará que los espesores diseñados en un paquete se mantengan en el tiempo. En la ingeniería lineal general, especialmente en la ingeniería vial, la popularidad de las soluciones de ingeniería que consideran el uso de geosintéticos es muy alta, por lo que hoy se puede decir que el 100% de los proyectos en países desarrollados o en desarrollo utilizan algún tipo de geosintéticos. Materiales para mejorar las condiciones laborales.

el uso de Geomembrana HDPE en la conciencia ambiental, así como el avance de la tecnología es claramente una facilidad para reducir los agentes contaminantes, no solo para el control de basura, sino también para el manejo y control de residuos dejados atrás por las grandes industrias, por ello podemos afirmar que el uso de Geomembrana HDPE contribuye con el desarrollo ambiental y la protección de

ecosistemas, los geomembranas HDPE son geosintéticos que representan el segundo más importante de todo su grupo, sin embargo si nos referimos al nivel económico podemos decir que es el primero ya que su crecimiento ha sido estipulado por regulaciones gubernamentales las cuales se siguen desarrollando en nuestro país, su vida útil es estimada de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante, generalmente para este tipo de geosintético se considera una durabilidad de 20 años

LAVOIE, Fernando (2020), Se han realizado muchas investigaciones sobre geomembranas de HDPE en todo el mundo durante más de 30 años, se realizaron pruebas de laboratorio en las muestras originales para simular las condiciones de campo, así también se probaron muestras excavadas de la geomembrana HDPE en el laboratorio para comprender su rendimiento, y se realizaron estudios de campo para verificar las condiciones límite de servicio

Los Geomembrana HDPE, brindaran resistencia, aumentara la estabilidad de las vías ofreciendo una mejora en el comportamiento del firme frente a la tracción, ya que son muy útiles para la reparación de carreteras y zonas pavimentadas en donde se han producido fracturas previniéndolas también a futuro mejorando la fiabilidad de la reparación.

Tabla 1 - Principales Polímeros Utilizados En La Fabricación De Geosintéticos

POLIMERO	TIPO DE GEOSINTÉTICO	VENTAJAS	DESVENTAJE
<b>Polietileno (PE)</b>	Geotextiles Geomembranas Geocompuestos Geomallas	- Actividad química nula en soluciones acidas y básicas.	- Modulo elástico reducido.
<b>Polipropileno (PP)</b>		- Bajo costo.	- Deformabilidad elevada bajo carga constante.
<b>Poliéster (PET)</b>	Geomallas Geotextiles Geocompuestos	- Elevado modulo elástico. - Baja deformabilidad bajo carga constante. - Costo relativamente bajo.	- Reducción de las características mecánicas en soluciones muy alcalinas.
<b>Cloruro de Polivinilo (PVC)</b>	Geomembranas Geocompuestos		
<b>Poliamida (PA)</b>	Geotextiles Geocompuestos Geomallas	- Modulo elástico elevado. - Resistencia a la abrasión alta.	- Perdida de las características mecánicas por permanencia prolongada en agua. - Costo elevado.

Fuente: (MACCAFERRI, MANUAL TÉCNICO - REFUERZO DE SUELO, 2014)

Según Koerner (1998), podemos definir geosintéticos como los siguientes materiales: las nervaduras paralelas están conectadas con aberturas de tamaño suficiente para permitir el entrelazado de materiales en contacto entre sí. Como se mencionó anteriormente, el componente principal de este material es la función " Reforzar el suelo, la piedra u otros materiales geotécnicos circundantes.

**Clasificación según el método de fabricación,** Los geosintéticos comúnmente utilizados son geotextiles, geomallas, geomembranas, geo redes, geocompuestos y mantos para el control y manejo de la erosión, que se derivan de la combinación de las características y características antes mencionadas.

**Geotextiles Tejidos**, Están perforados por una cinta por la que pasa el telar, pueden ser de corte abierto, es decir, se extienden en sentido longitudinal y trama en sentido transversal, pueden resistir estiramientos bidireccionales durante la fabricación, según sus características pueden ser elevadas, sin embargo, su estructura es plana. O tricotados entrecruzados a base de tejido de punto fabricado de hilo, cumple con resistencia multiaxial si se habla de la tracción, o biaxial según el proceso de fabricación, su estructura es tridimensional.

**Geotextiles no Tejidos**, fibras o filamentos en forma laminar, se pueden encontrar geotextiles no tejidos ligados mecánicamente, térmicamente y químicamente.

En general los geotextiles tienen apariencia de un tejido, usados en aplicaciones de separación, filtración, drenaje, refuerzo y control de erosiones.

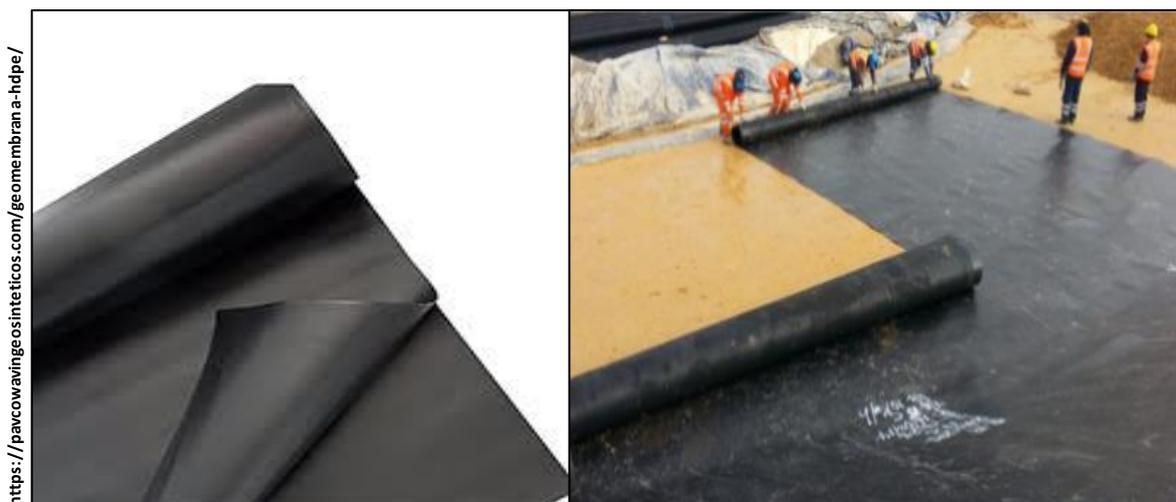
Figura 1 – Geotextil



Fuente: *GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM*, junio 2009

**Geomembranas**, Estos se describen como recubrimientos o barreras impermeables, y generalmente se usan con cualquier tipo de materiales relacionados y se aplican en ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos. Estas láminas de polímero hechas de cloruro de polivinilo (PVC) son continuas y La lámina blanda es adecuada para la restricción química y los residuos sólidos en tanques de hormigón o acero de cualquier tamaño. Cuya función principal es el revestimiento de canales, lagunas, depósitos de agua además del Control de erosión.

Figura 2 – Geomembrana - HDPE



Fuente: *GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM, junio 2009*

**Geomalla Biaxiales**, estas son materiales con apariencia de mallas abiertas, la aplicación principal se da en el refuerzo del suelo. Formada de nudos rígidos en donde se confina el material granular por trabazón de agregado, por su abertura cuenta con una alta adherencia entre las diferentes capas de granulares de la estructura de un pavimento, adicionalmente aumenta la resistencia a la tensión en las capas de la base.

**Georedes**, Un material de malla abierta formado por hebras de polímero gruesas, que forma una manta con una cierta porosidad para transportar una cantidad relativamente grande de gas y fluido al interior.

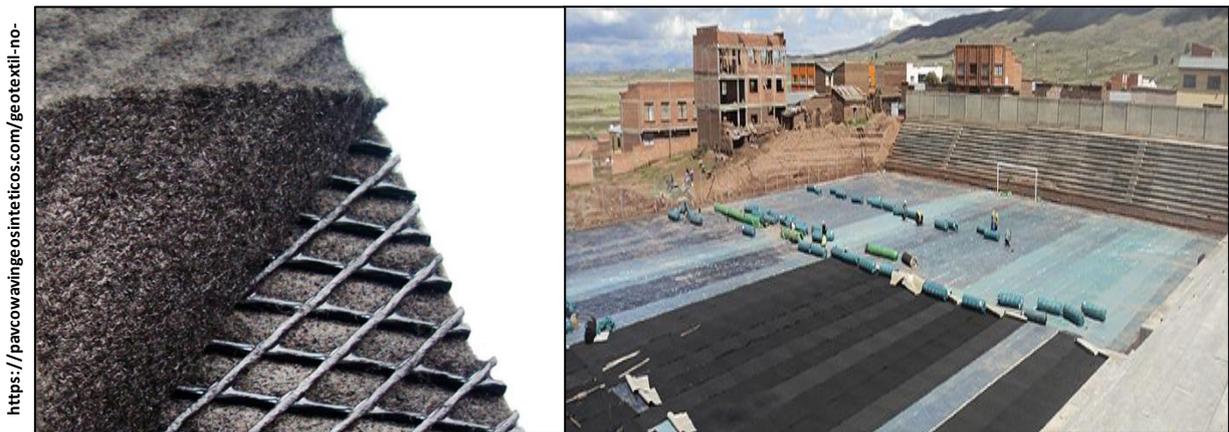
Figura 3 – Geomalla Biaxiales – Georedes



Fuente: *GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM, junio 2009*

**Geocompuestos**, Este se basa en la combinación de geomalla y geotextil. Por la combinación de la calidad y las mejores funciones de cada compuesto, se puede solucionar mejor el problema de captación y conducción de fluidos, por lo que se refuerza, Este está especialmente diseñado para la estabilización del suelo que necesita refuerzo, pudiendo realizar labores como separar la capa base granular o suelo fino y conectar el geotextil no tejido con la geomalla, esta interacción permite fortalecer el suelo, Porque completa la separación de la geomalla. Los diferentes tipos de pisos tienen el mejor efecto filtrante, alta resistencia a la tracción con alto módulo elástico, daño sufrido durante la instalación y excelente desempeño en medios atmosféricos.

Figura 4 – Geomalla y geotextil – Geocompuesto



Fuente: *GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM, junio 2009*

**Geoceldas**, Una red relativamente gruesa construida en tres dimensiones a partir de listones de polímero que los conectan para formar unidades interconectadas, que se rellenan con tierra y en ocasiones con hormigón. Reduzca el grosor de la estructura del pavimento y reemplace los materiales granulares de alto estándar con materiales in situ.

Figura 5 - Geoceldas



Fuente: *GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM, junio 2009*

**Funciones y campos de aplicación,** Se utilizan diferentes geosintéticos en diversas aplicaciones, ya sean tejidas o no tejidas, ya sean carreteras pavimentadas o sin pavimentar, campos deportivos, pistas de aterrizaje, cimentaciones de vías férreas, terraplenes, sistemas de drenaje, túneles, embalses, canales y vertederos, Incluso en minería, agricultura y acuicultura pueden ser modificados por las funciones que desempeñan, en la mayoría de los casos la aplicación de geotextiles puede realizar diferentes funciones al mismo tiempo, aunque siempre hay una función principal que depende del material de elección. A continuación, se detallan las diferentes funciones y aplicaciones que realizan estos materiales, así como los trabajos mecánicos e hidráulicos necesarios para su correcto desarrollo.

Las funciones principales de los geosintéticos se clasifican en separación, drenaje, filtro, refuerzo y protección. En algunos casos los geosintéticos utilizados pueden tener doble función.

Tabla 2 - Funciones De Cada Tipología De Geosintéticos

	GEOTEXTILES	GEOCOMPUESTOS	GEOMENBRANAS	GEOMALLAS
SEPARACIÓN				
FILTRACIÓN				
REFUERZO				
DRENAJE				
CONTROL EROSION				
BARRERA				

Fuente: TEXDELTA.COM

**Función de Separación**, los geosintéticos actúan para liberar dos capas de suelo con distintas propiedades geomecánicas, refiriéndonos a la granulometría, densidad y capacidad, etc. Evadiendo así el empujamiento de materiales, podemos ver cómo actúan en obras con baja capacidad de soporte, la función del geosintético será el de evitar que los materiales de base se infiltren en el de suelos blandos con diferente estrato subyacentes.

Figura 6 – Función De Separación



Fuente: American Society for Testing and Materiales. ASTM D4439 Standard Terminology for Geosynthetics

**Función de Filtración y Erosión**, es el proceso mediante el cual el geosintético actúa de forma parecida a un filtro de arena permitiendo el desplazamiento del agua a través de la tierra y reteniendo las partículas extraídas durante el trabajo, así mismo, Cuando existe un sistema de drenaje en el sistema, se utilizan geotextiles para preparar la migración de agregados del suelo o la formación de pequeñas tuberías. Los geotextiles también se utilizan bajo la "riprap" y otros materiales del sistema de soporte en preparación para la pulverización de asfalto en terraplenes de ríos y terraplenes costeros, lo cual es muy útil para trabajos de ingeniería.

**Función de Refuerzo**, mediante esta función se aprovechara el trabajo a tracción con el que el geotextil cuenta para actuar como una conexión de las propiedades mecánicas del suelo se utilizan para controlar los esfuerzos transferidos durante la fase de trabajo y la fase de uso estructural El geotextil actúa como un componente de la estructura del grano y el desarraigo, permitiendo e informando y distribuyendo el estrés local, este comportamiento aumenta la capacidad de soporte y la de contrapeso de la construcción, así podemos ver como el uso del geotextil en los pavimentos impide el desgaste de los mismos al estar sometidas a altas cargas de tráfico.

Figura 7 – Función De Separación



**Fuente: American Society for Testing and Materiales. ASTM D4439 Standard Terminology for Geosynthetics**

**Función de Drenaje,** Los geosintéticos se pueden utilizar como tuberías de drenaje para permitir que el agua fluya a través del suelo con poca permeabilidad. Por ejemplo, los geotextiles se utilizan para disipar la presión de los poros en el fondo de los terraplenes. Para grandes caudales, se han desarrollado equipos de drenaje Geocompuestos, estos materiales se han utilizado como zanjas de drenaje en aceras, pendientes que interceptan zanjas de drenaje, zanjas de drenaje de apoyo y muros de contención, se han utilizado tuberías de drenaje vertical prefabricadas (PDV) para acelerar la consolidación de cimientos con suelo blando cohesivo debajo de terraplenes y rellenos previamente cargados.

**Función de Protección,** mediante esta función se van a prevenir futuros desperfectos en el sistema geotécnico en el embalse impermeable, este sistema se denomina red impermeable, que está formada por geotextiles y geomembranas, el geotextil protege la geomembrana formando una barrera de baja punción. Perforación o destrucción de la presión de la columna de agua durante el funcionamiento del tanque de agua, el paso de personal y máquinas durante la construcción, mantenimiento y posibles reparaciones, etc. También evita la perforación provocada por el crecimiento de plantas debajo de la pantalla impermeable, de la misma forma protege la geomembrana del roce con el soporte durante la continua expansión y contracción que experimentan los cambios térmicos. La lámina impermeable se adapta a los desniveles del suelo, el desnivel evidente significa la tensión en el papel, que a su vez conduce a la pérdida de su grosor, lo que conduce a puntos débiles, donde pueden producirse objetos cortantes en el suelo. La inserción del geotextil evitará la pérdida de estanqueidad por todos estos motivos.

Si nos centramos en el tipo de trabajo, estas son las funciones que realiza la herramienta de síntesis según el dominio de aplicación:

Tabla 3 - Campo De Aplicación De Geosintéticos

CAMPOS DE APLICACIÓN	SEPARACIÓN	FILTRACIÓN	REFUERZO	DRENAJE	PROTECCIÓN	BARRERA
CAMINOS						
REASFALTADO						
CONSTRUCCIONES FERROVIARIAS						
CONSTRUCCIONES HIDRAULICAS						
DRENAJES						
CAMPOS DEPORTIVOS						
TERRAPLENES						
DRENAJES VERTICALES						
MUROS DE CONTENCION						
TUNELES						
DEPOSITOS DE LIQUIDO Y DESECHO						

Fuente: TEXDELTA.COM

A continuación, se detalla las propiedades de la Geomembrana HDPE, estas se dan por las condiciones siguientes:

Figura 8 – Función De Separación

<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	Resistencia a la elongación y costura ASTM D – 4632
	Resistencia Al Rasgado Trapezoidal ASTM D – 4533
	Resistencia A La Tensión ASTM D – 4632
	Resistencia A La Penetración Con Pistón De 50mm De Diámetro ASTM D-4833
	Resistencia Al Punzonamiento CBR ASTM D-6241
	Resistencia Al Estallido ASTM D-3786.
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>	Estabilidad Ultravioleta ASTM D-4355
	Espesor Nominal ASTM D-5199
	Masa Por Unidad De Área ASTM D-5261
<b>PROPIEDADES HIDRÁULICAS</b>	Permitividad ASTM D - 4491
	Tamaño De Abertura Aparente ASTM D – 4751
	Transmisibilidad Hidráulica ASTM D-4716
	Colmatación Hidráulica ASTM D-5101

Fuente: TEXDELTA.COM

La principal ventaja de utilizar geosintéticos en la vía es que es una opción más factible y económica en comparación con otros métodos de construcción tradicionales, porque puede mejorar la capacidad portante, la resistencia y la deformación estructural de la vía, por lo que Son universales y también se adaptan a las irregularidades y condiciones de la superficie de aplicación. Además de los diversos tipos mencionados anteriormente, también son fáciles de operar y aplicar, también se pueden utilizar en diferentes tareas de ingeniería, por lo que además de aumentar la vida útil de los equipos, también han logrado un amplio desarrollo.

Como principal desventaja se describe lo siguiente, el geotextil se debe mantener almacenado y protegido de los rayos ultravioletas, además de los roedores, ya que estos no servirán si se encuentran perforados o sufren algún tipo de desgarro durante su aplicación

**Características Físicas,** Rucks, García, Kaplan, Ponce y Hill muestran que las propiedades físicas del suelo determinan en gran medida los muchos usos del suelo por parte de los humanos. La condición física del suelo determina su rigidez y poder de mantenimiento, penetración radicular, aireación, capacidad de drenaje y dificultad de almacenamiento de agua, plasticidad y retención de nutrientes (2004, p. 76)

**Contenido de Humedad,** El contenido de humedad del suelo se puede expresar en peso usando la siguiente fórmula, que representa el porcentaje de humedad basado en el peso del suelo seco:  $W = \text{porcentaje en peso de humedad} = ((P_{sh} - P_{ss}) / P_{ss}) \cdot 100$

**Limite Líquido,** Para Crespo, el límite líquido es el contenido de humedad, expresado como porcentaje del peso seco de la muestra, en este caso el suelo cambia de líquido a plástico, reduciendo la resistencia al esfuerzo cortante. (2005, p. 70)

**Clasificación de suelo**, Crespo señala que con SUCS el suelo se divide en granos finos y gruesos. Esto se debe a que si más del 50% del material pasa la malla 200, se considera bueno; si se retiene más del 50%, se considera rugoso. (2005, p.88)

El sistema de clasificación de suelos se basa en la medición numérica y el índice de grupo de la calidad del suelo, y se ha utilizado más en la ingeniería de carreteras, y se utiliza como base y material básico en la ingeniería de pavimentos.

Para la Clasificación AASHTO-Asociación Nacional de Carreteras y Transporte, los suelos se dividen en 8 categorías principales: A-1 a A-8.

Tabla 4 - Clasificación de Suelos

A-1, A-2 Y A-3	Corresponden a suelos granulares, donde el 35% o menos de las partículas pasan a través de la malla N° 200.
A-4, A-5, A-6 Y A-7	Corresponde a suelos cohesivos, donde más del 35% pasan la malla N° 200. Ellos son los suelos limos y arcillosos.
A-8	Son turba, compostas orgánicas y otros suelos altamente orgánicos, estos se identifican por inspección visual.

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering Braja M. Das, 1998

Tabla 5 - Clasificación de suelos Método AASHTO (Material Granular)

Clasificación general	Material Granular ( 35% o menos del total pasa No.200)						
	A -1		A - 3	A - 2			
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la fracción que pasa No.40							
Limite liquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos, grava, y arena		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering Braja M. Das, 1998

Tabla 6 - Clasificación de suelos Método AASHTO (Material Limo-Arcilloso)

Clasificación general	Material limo- arcilloso ( más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
				A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Grupo de clasificación				
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Limite liquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, IP < LL - 30				
(b) Para A-7-6, IP > LL - 30				

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering Braja M. Das, 1998

Tabla 7 - Tabla de la clasificación SUCS

Divisiones principales				Símbolo del grupo	Nombre clásico		
1	2			3	4		
Suelos de grano grueso Más de la mitad del material es mayor que el t. n°200	El tamaño del tamiz n°200 es aproximadamente la menor partícula visible a simple vista	GRAVAS Más de la mitad de los gruesos es > 5mm	Para clasificación visual el tamiz n°4 equivale a 5 mm	Gravas limpias (poco ó ningún fino)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, poco ó ningún fino.	
				Gravas con finos (apreciable cantidad)	GP	Gravas pobremente graduadas, mezclas de grava y arena, poco ó ningún fino.	
				ARENAS Más de la mitad de los gruesos es < 5 mm	Arenas limpias (poco ó ningún fino)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.
					Arenas con finos (apreciable cantidad)	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.
		Suelos de grano fino Más de la mitad del material es menor que el t. n°200	Limos y arcillas. Límite líquido menor que 50	Limos y arcillas. Límite líquido mayor que 50	Arenas limpias (poco ó ningún fino)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino.
					Arenas con finos (apreciable cantidad)	SP	Arenas pobremente graduadas, arenas con grava, poco ó ningún fino.
					Limos y arcillas. Límite líquido mayor que 50	ML	Limos inorgánicos de baja compresibilidad.
						CL	Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja compresibilidad						
Suelos altamente orgánicos	Limos y arcillas. Límite líquido mayor que 50	Limos y arcillas. Límite líquido mayor que 50	MH	Limos inorgánicos de alta compresibilidad			
			CH	Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad			
			OH	Arcillas y limos orgánicos de media a alta compresibilidad.			
				Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Material

**Características Mecánica**, Rojas (2012) maniesta que con las características mecanicas de un suelo podemos predecir el comportamiento que tendra nuestra estructura en condiciones estaticas. (p. 96)

**Proctor Modificado**, Carlos Crespo (2005) señaló que la prueba del proctor es determinar el peso por unidad de volumen del suelo, que ha sido compactado para diferentes contenidos de humedad mediante un método dado, y trató de determinar el volumen máximo Peso y humedad óptima.

El ingeniero Ralph Proctor (1933) Los resultados muestran que aumenta el contenido de agua y una cierta cantidad de energía de compactación, porque el agua actúa como lubricante entre las partículas del suelo, por lo que incluso en un determinado momento, la densidad aumentará, aumentando así la consistencia. Agua, la densidad empieza a bajar. El agua ha dejado de desplazar el aire y, al ser incompresible, ha comenzado a desplazar las partículas del suelo, aumentando así el volumen y disminuyendo la densidad.

De manera similar, Easy Geotechnics demostró que el informe de prueba de Proctor debe proporcionar la máxima densidad en seco y la humedad óptima y, lo que es más importante, la curva de humedad-densidad en seco debe incluir los valores de todos los puntos de prueba.

De manera similar, se miden varias humedades y densidades con diferente humedad en el molde para dibujar la curva de Proctor, finalizando así la prueba de Proctor.

**Descripción Ensayo Proctor Modificado**, La prueba Proctor mejorada es similar a la prueba estándar, pero la capacidad del molde y la energía de compactación cambian. En este caso, utilice un molde cilíndrico con una capacidad de 2320 cm<sup>3</sup> y un martillo de 4,535 kg para dejarlo caer desde una altura. 457 milímetros

En lugar de 3 capas, comprima 5 capas de material a 25 golpes por capa.

Asimismo, se realizaron varias mediciones de humedad y densidad dentro del molde con diferente humedad para trazar la curva de Proctor, finalizando así la prueba de Proctor.

En comparación con la prueba Proctor Normal, esta prueba requiere una mayor energía de compactación, lo que crea un medio de compactación más fuerte y dinámico.

Esta prueba se usa generalmente para el estudio de carreteras, líneas ferroviarias o terraplenes de presas grandes, mientras que la prueba Proctor ordinaria se usa para estudios de compactación más pequeños, como relleno de zanjas, rutas de comunicación secundarias o investigación de materiales arcillosos y con el ensayo de compactación de Harvard.

**Interpretación ensayos Proctor,** El informe de prueba de Proctor debe proporcionar la máxima densidad seca y la humedad óptima, siendo la más importante aún, las curvas de densidad en seco y densidad en húmedo deben incluir los valores de todos los puntos de prueba y, como datos complementarios, debe proporcionar información sobre el molde, las características de la masa, el número de capas y cada capa. El número de golpes y la curva de densidad de humedad seca pueden determinar las mejores condiciones de compactación, como se muestra en la siguiente figura.

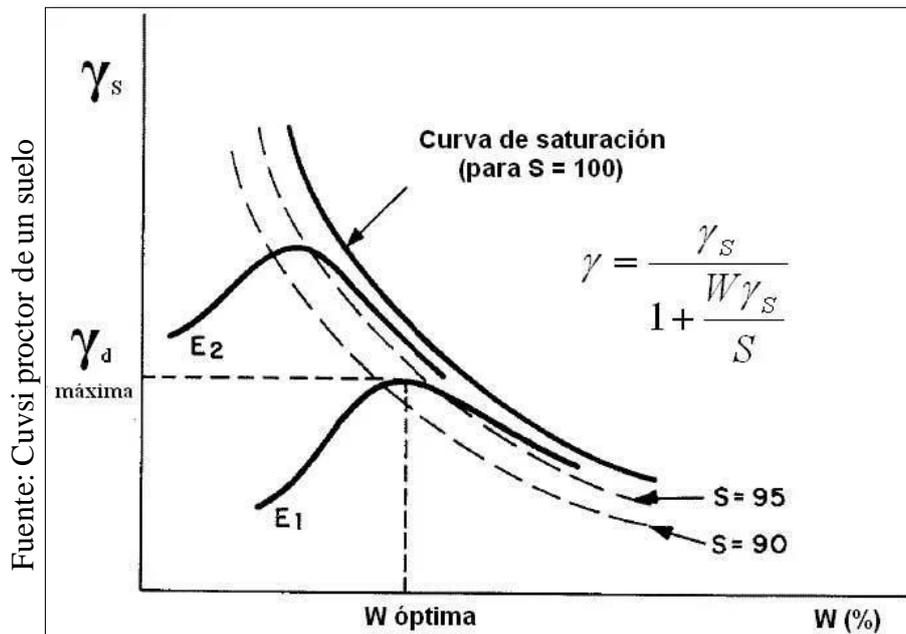


Figura 9 – Ensayo Proctor.

En estas condiciones, son ideales para el campo y generalmente corresponden a una saturación correspondiente entre 85% y 90%.

La línea que representa el 100% de saturación suele ser paralela a la línea con la humedad más alta producida por la prueba.

Como se muestra en la figura anterior (E1 y E2), si se aumenta la energía de compactación se puede obtener una curva similar, pero la densidad máxima aumenta y la humedad óptima disminuye.

Sin embargo, la densidad máxima a una humedad dada nunca será mayor que la densidad máxima del suelo saturado, es decir, no importa qué energía se utilice, cualquier curva de compactación nunca superará la curva de saturación ( $S = 100$ ).

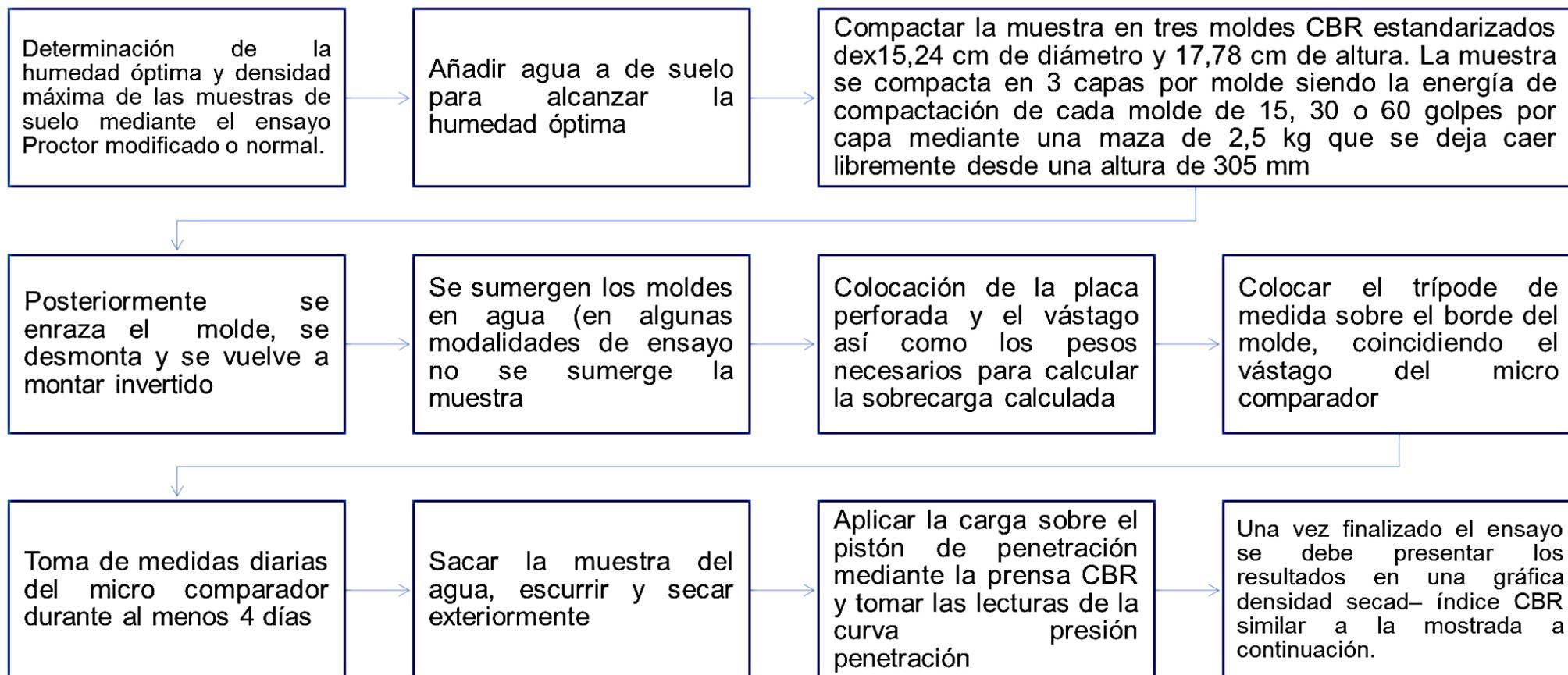
**California Bearing Ratio – CBR**, Según Sanz (1975), a la hora de calcular la resistencia del suelo, nos dice que esta prueba es la más utilizada en tecnología vial, aunque los resultados obtenidos no siempre dan indicaciones exactas, por tanto, se puede considerar demasiado optimista para suelos muy pegajosos, porque este tipo de suelo se saturará después de mucho tiempo.

Se basa en las normas ASTM D1883, AASHTO T193

### **Objeto**

- Obtener la resistencia a la penetración por punzonado de un vástago en una muestra de material compactado en un molde rígido.
- Determinar la expansión.

Figura 10 - Procedimiento de Ejecución De La Prueba CBR Consta De Los Siguientes Pasos.

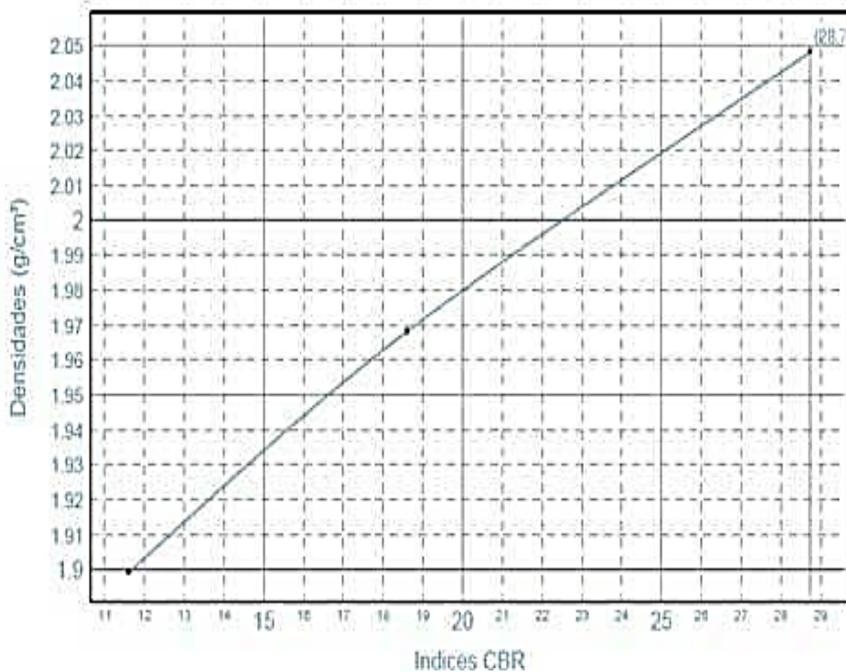


Fuente: ingeniería – geotecnia (2016).

Tabla 8 - California Bearing Ratio – CBR

	1	2	3
Energía compactación (%)	100% (60 golpes)	50% (30 golpes)	25% (15 golpes)
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2,05 g/cm <sup>3</sup>	1,97 g/cm <sup>3</sup>	1,90 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (%)	6,9 %	6,6 %	6,6 %
Absorción (%)	3,8 %	3,9 %	4,2 %
Hinchamiento (%)	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Índice C.B.R.	28,7	18,6	11,6

Grafica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	2,05 g/cm <sup>3</sup>
Humedad óptima	7,0 %
Compactación (100,00%)	2,05 g/cm <sup>3</sup>

Índice de CBR:

Compactación	Densidad	Índice CBR
95 %	1,95 g/cm <sup>3</sup>	16,4
98 %	2,01 g/cm <sup>3</sup>	23,7
100 %	2,05 g/cm <sup>3</sup>	28,7

Fuente: ingeniería – geotecnia (2016).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

Hernández (2019), el tipo y diseño de investigación puede explicar la naturaleza de los métodos utilizados y la validez de los resultados, incluida la información sobre la capacidad de comprender y probar los resultados de la investigación de las siguientes formas, los parámetros establecidos y los datos estadísticos utilizados

para evaluar la información recopilada. Si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva, relevante o explicativa, se describirá este método

Hernández (2019), Los métodos cuantitativos utilizan la recopilación y el análisis de datos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis propuestas previamente, basándose en mediciones numéricas, contando y a menudo, utilizando información estadística para establecer con precisión patrones de comportamiento de la población.

El presente trabajo de investigación es cuantitativo (Hernández, 2019) debido a que para saber si nuestra subrasante es de baja capacidad soporte se deben recopilar datos en base a la prueba de CBR para determinar la resistencia y la calidad del terreno, así como también el Proctor modificado en el cual se verá el contenido de humedad. Así mismo es de tipo no experimental.

#### Nivel de Investigación

Toro y Parra (2002) nos dice que el estudio descriptivo especifica características, características de personas, grupos, que se someterán a los análisis del estudio, es decir, miden o evalúan las dimensiones a investigar.

El nivel usado en esta investigación será descriptivo ya que se detallará los procedimientos realizados en todos los ensayos de laboratorio y de igual manera detallaremos como incide la Propuesta de rehabilitación de pavimentos flexibles con subrasante de baja capacidad soporte utilizando geosintético HDPE.

### **3.2 Operacionalización de variables**

La matriz operativa de variables permite a los investigadores analizar las variables de investigación y determinar lo siguiente:

#### **Dependiente:**

Capacidad Portante.

#### **Independiente:**

Aplicación De Geomembrana HDPE.

## **Operacionalización de Variables:**

Anexo

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Según Tamayo (2014), "señaló que el conjunto es la universalidad del fenómeno commodity, que incluye la universalidad de las unidades de inspección que integran el fenómeno, y se deben cuantificar los ítems impetuosos que integran N entidades específicas participantes. Se denomina lugar donde se establece la universalidad del fenómeno de investigación".

Por lo tanto, nuestra población será la red vial EN LA AV DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS que cuenta con 34.7 km la cual inicia en el km 0+000, en la repartición de la carretera asfaltada EN LA AV DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS 2020.

#### **Muestra**

Para Castro (2015), la muestra se divide en probabilidades. Se refiere a la probabilidad de que todas las poblaciones tengan la misma composición de selección, la probabilidad puede ser: muestra aleatoria simple, muestra aleatoria posterior, muestra estratificada o dividida por grupo o región. De manera no probabilística, la selección de los miembros de la investigación dependerá de los criterios específicos del investigador, lo que significa que no todos los miembros de la población tienen oportunidades similares de adaptación. Los métodos para obtener tales muestras son: muestras deliberadas o farisaicas y muestras resistentes o no estándar.

#### **Muestreo**

Hernández (2019), el muestreo por conveniencia en la investigación cuantitativa incluye la selección de casos disponibles o brindar conveniencia a los investigadores.

En el presente estudio se determinó como muestra el tramo correspondiente al refugio de vida silvestres Pantanos de Villa 2.5 km de la Av. Defensores del Morro Chorrillos.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Validez**

En esta investigación, la actividad corresponde al muestreo y la realización de diferentes pruebas de laboratorio para medir la capacidad de soporte en la Av. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS-LIMA.

Como técnica y medio de recolección de datos, tenemos las siguientes ventajas:

**Técnica de Observación:** Con esta técnica podemos identificar los problemas que puede tener a simple vista.

**Técnica de Campo:** Conocer las características de la zona a ser evaluada, así como tener datos sobre el proyecto como fallas, imágenes entre otras características.

**Técnica de Gabinete:** En este caso se utilizó lectura de material bibliográfico para así poder mejorar el marco teórico y tener una idea de los conceptos de las ideas a tratar.

#### **Instrumentos:**

Bernal Torres (2006) En la actualidad, en la exploración científica, según el proceso y tipo de investigación específico, en el trabajo de campo de una investigación específica, las técnicas o herramientas utilizadas para la recopilación de información tienen una gran versatilidad. Según el autor citado, se menciona que no todos los instrumentos o La tecnología se aplica a todos los exámenes.

Los instrumentos utilizados en esta investigación serán las fichas técnicas, la observación de las diferentes actividades a realiza y el recojo de muestras de la Av. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS - LIMA

Se utilizarán las siguientes herramientas

- Wincha metálica 5 m
- Plumón para papel
- Papel bond A4
- Cámara Fotográfica de celular

### **Confiabilidad:**

Para la confiabilidad se desarrollarán diferentes ensayos, por lo cual es necesario extraer muestras de la Av. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS – LIMA, estas serán sometidas a diferentes pruebas con la utilización de la geomembrana HDPE, hasta establecer el nivel óptimo de la capacidad portante de la muestra tomada.

### **3.5 Procedimiento**

El tipo de análisis de datos en este trabajo es descriptivo, así lo expresa (Arias, 2006, p.35), debido a que se utilizaron herramientas sencillas para la recolección de información, así como para el análisis. El procedimiento que se realizó es el siguiente:

- ✓ Diagnóstico visual del estado del pavimento en la Av. defensores del morro – chorrillos.
- ✓ Recopilación de datos mediante la identificación de fallas que se ven en el pavimento rígido.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Para el proceso de análisis de los datos, el método a utilizar será el método cuantitativo. A través de este procedimiento que determinaremos de manera cuantitativa el nivel de incremento de la capacidad de carga de la estructura del suelo de Av. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS – LIMA. Además, los ensayos y pruebas del laboratorio a los que fueron sometidos los geosintéticos, los cuales son realizados con la más alta calidad tecnológica.

Los suelos encontrados serán clasificados según las diferentes metodologías, el sistema de clasificación AASHTO, fue uno de los métodos escogidos el cual se clasifica en 7 grupos, el sistema de clasificación SUCS, el cual clasificara al suelo en dos amplias categorías.

Los ensayos en laboratorio serán tomados de acuerdo al manual de ensayo de materiales para carretera del MTC (2016) la cual se complementará con la norma ASTM.

### **3.7 Aspectos éticos**

este proyecto de investigación se realiza de manera general por autoría propia, sobreponiendo los estudios metodológicos de un trabajo verídico y honesta, teniendo en cuenta la normativa ISO 690 para las redacciones, así como citados y parte de estructura, de la misma manera implantando fundamentos desarrollados por parte de la universidad en el desarrollo de productos académicos

Cabe señalar que la información recolectada en el trabajo de campo es procesada en el laboratorio de mecánica de suelos utilizando los métodos técnicos necesarios para lograr los objetivos de la investigación, respetando todas las especificaciones y condiciones de las partes así como las normas que estas conllevan.

**IV. RESULTADOS**  
**Resultado de los ensayos de análisis granulométrico y clasificación de suelos**

Tabla 9 – Ensayo Granulometría

<b>Ensayo Granulométrico</b>		
CALICATA N°	C-1	C-2
Muestras	M-1	M-1
Profundidad (m)	1.40	1.40
% pasa Tamiz 1"	95.2	70.6
% pasa Tamiz 3/4"	85.0	57.3
% pasa Tamiz 3/8"	66.6	36.1
% pasa Tamiz N°4	52.0	26.3
% pasa Tamiz N°10	40.8	20.9
% pasa Tamiz N°20	33.1	17.4
% pasa Tamiz N°40	28.0	15.0
% pasa Tamiz N°60	24.4	13.2
% pasa Tamiz N°140	17.6	9.9
% pasa Tamiz N°200	15.9	8.5
% Arena	36.1	17.8
% Grava	48.0	73.7
% finos	15.9	8.5
% de Humedad	2.8	2.5
Clasificación SUCS	GM	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-b(0)	A-1-a(0)
Descripción de la muestra	Grava Limosa	Grava limosa pobremente graduada

Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis granulométrico ASTM-D422/MTC-E107 según SUCS en nuestra calicata 1 y 2 se clasifica como Grava

Limosa y por la clasificación AASHTO para nuestra Muestra 1 la C-1 es un suelo tipo A-1-b(0) y la C-2 es un suelo tipo A-1-a(0).

Tabla 10 – Resultado de ensayos de límite de Atterberg

<b>Ensayo Limite de Atterberg</b>		
CALICATA N°	C-1	C-2
Muestra	M-1	M-1
Profundidad (m)	1.40	1.40
Limite Liquido	19.8	18.2
Limite plástico	N.P	N.P
Índice de plasticidad	N.P	N.P

Interpretación:

Los resultados obtenidos para obtener los ensayos del Límite de Atterberg en nuestra M-1 se determinó lo siguiente: para la C-1 indican Limite Liquido 19.8, Limite plástico No presenta, índice de plasticidad No presenta; para la C-2 indican Limite Liquido 18.2, Limite plástico No presenta, Índice de plasticidad No presenta. Por lo cual se obtuvo que el suelo no cuenta con demasiado porcentaje de humedad.

Tabla 11 - Resultado de ensayos de Proctor Modificado

<b>Ensayo Proctor Modificado</b>		
CALICATA N°	C-1	C-2
Muestra	M-1	M-1
Profundidad (m)	1.40	1.40
Máxima densidad seca (gr/cm3)	2,296	2,279
Óptimo contenido de humedad (%)	6,9	6,6

Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos para el Proctor Modificado para la M-1, Calicata 1 se obtuvo como Máxima densidad seca 2.296 gr/cm<sup>3</sup> y un óptimo

contenido de humedad de 6.9%; para nuestra Calicata 2 se obtuvo como Máxima densidad seca 2.279 gr/cm<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad de 6.6%.

Tabla 12 - Resultado de los ensayos de CBR sin aplicación de Geomembrana HDPE

<b>Ensayo CBR sin Geomembrana HDPE</b>		
CALICATA N°	C-1	C-2
Muestra	M-1	M-1
Penetración aplicada		
Penetración	0.1	0.1
Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	1000	1000
MDS al 95%	42,0	41,0
MDS al 100 %	65,4	63,2

Interpretación:

Los resultados obtenidos para un ensayo de CBR sin aplicación de Geomembrana para la Muestra 1 son los siguientes: Calicata 1 para MDS al 95% valor de 42% y MDS100% valor de 65.4%; en la Calicata 2 para MDS al 95% valor de 41% y MDS al 100% 63.2%.

### **Resultado de los ensayos de CBR con aplicación de Geomembrana HDPE**

Para determinar si se logra una mejora en la capacidad portante se realizó este ensayo aplicando una capa de Geomembrana HDPE a cm de altura con la cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 13 – CBR con Geomembrana HDPE añadida.

<b>Ensayo CBR con aplicación de una capa de Geomembrana HDPE</b>	
CALICATA N°	1
Muestra	1
Tipo de suelo	GM
Descripción	Grava Limosa
Penetración	0.1
Presión patrón	1000
MDS al 95%	47,0
MDS al 100%	73,4

Interpretación:

Los resultados obtenidos para un ensayo de CBR sin aplicación de Geosintético para la Muestra 1 son los siguientes: Calicata 1 para MDS al 95% valor de 47% y MDS100% valor de 73.4%.1

De acuerdo a estos realizados se vio una mejora de 5% para el MDS al 95% y una mejora de 8% para el MDS al 100%.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Hipótesis General**

Influye La Aplicación De Geomembrana En La Mejora De La Capacidad De Soporte De La Av. Defensores Del Morro - Chorrillos, Lima 2020.

En la presente tesis se tiene como objetivo principal Determinar como la aplicación de geomembrana HDPE mejora la capacidad de soporte en la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020, se determina que mediante la aplicación y/o colocación de una capa de geomembrana HDPE se logra un aumento de su resistencia y CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca - MDS, entre 8% y 10.2% y el porcentaje de CBR al 95% entre 5% y 6%. Estos resultados se corroboran en la investigación de Hueto A. y Montoya A. "Adición de geotextil tejido T-2400 a la estructura intrínseca de los diferentes tipos de materiales para relleno" 2018, La

proporción de mezcla de geotextil en la faja es de 7%, 14% y 21%; se determina que la adición de geotextil en la proporción de 14% alcanza el valor de resistencia más alto, y el experimento de agregar geotextil en las pruebas de 7% y 21% también aumenta. La resistencia no es obvia, por lo que se puede concluir que agregar geotextiles en cualquier proporción aumentará la resistencia del suelo, determinando así que la aplicación de la geomembrana HDPE influye en la mejora de la capacidad de soporte de la avenida defensores del morro – chorrillos en el departamento de Lima.

### **Hipótesis específica**

Influye La Aplicación De Geomembrana HDPE En La Mejora De Las Características Físicas De La Av. Defensores Del Morro - Chorrillos, Lima 2020.

Se tuvo como objetivo Determinar de qué manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en las características físicas de la Av. Defensores del Morro, es así que en la presente tesis se da a conocer que la aplicación de geomembrana HDPE influye positivamente al ser Utilizado como material de refuerzo en el suelo para aumentar su resistencia a las fuerzas de tracción y compresión, debido a que cuando soporta una carga, la distribuye uniformemente en su plano, reduciendo así la generación de fallas en la superficie, mejorando en gran escala las características físicas del suelo. Estos resultados son comprobados también en la investigación realizada por Núñez A. "Uso de geosintéticos para optimizar el espesor del pavimento", de 2016 en donde señaló que, dado que los geosintéticos actúan en ambas direcciones, tienen propiedades físicas que actúan perfectamente Mejorando las características estructurales del suelo, aumentando así la capacidad portante del suelo, carga y resistencia a la tensión y deformación.

### **Hipótesis específica**

Influye La Aplicación De Geomembrana HDPE En La Mejora De Las Características Mecánicas De La Av. Defensores Del Morro - Chorrillos, Lima 2020

Por último, se tiene como objetivo Determinar de qué manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en las características mecánicas de la Av. Defensores del morro, es así que al probar muestras que incluyen materiales de refuerzo geotextil, se puede determinar que el valor de CBR aumenta hasta en un 10,2%,

intensificando así su resistencia al suelo natural, cumpliendo así con sus funciones. Es por eso que se afirma la mejora de las características mecánicas del suelo con el uso de la geomembrana HDPE en la avenida Defensores del morro Chorrillos en el departamento de Lima, corroborando así los resultados mostrados también en el estudio de Chorres M. "Utilizando geotextiles para mejorar la cimentación superficial de suelos arenosos, el asentamiento humano Pachacútec Distrito Ventanilla-2017" , Muestra que la función principal de los geosintéticos es soportar la fuerza a través de la tracción o la flexión, aumentar su resistencia, mejorar la calidad del suelo y soportar más cargas sin exceder el rango.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Primera:**

Se determinó que la aplicación de geomembrana HDPE mejora la capacidad de soporte en la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020, ya que una de las formas de incrementar la capacidad portante del suelo es utilizar geomembrana HDPE con propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas, este método tiene mayor resistencia a la presión y deformación en la superficie del suelo y distribuye la carga en diferentes direcciones que se pueden aplicar sobre él, de esta manera a través de los resultados se vio una mejora del CBR.

### **Segunda:**

Se determinó que la aplicación de geomembrana HDPE influye en las características físicas de la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020, dado que el uso de la geomembrana HDPE logra una mejor compactación del material aumentando sus valores, así mismo las funciones que este cumple evitan la penetración de partículas contaminantes a las capas de la estructura de la carretera logrando una mejora en el suelo natural.

### **Tercera:**

Se determinó que la aplicación de geomembrana HDPE influye en las características mecánicas de la Av. Defensores del morro - Chorrillos, Lima 2020, ya que a partir del ensayo CBR realizado añadiendo con refuerzo la geomembrana

se puede determinar el aumento de la capacidad de soporte de las muestras logrando mejoras para un CBR al 100% de entre 8 y 10.2% y para un CBR al 95% de entre 5 y 6%, lo que conduce al incremento del valor CBR de las muestras respecto al ensayo sin refuerzo.

#### **Cuarta:**

Por último, se determina que la aplicación de geomembrana no tejida, tiene suficientes características y rendimiento, se puede usar como un material flexible para fortalecer carreteras y también puede reducir la ocurrencia de fallas, lo cual es una opción económica, fácil de instalar y reduce el costo de movimiento de tierras logrando una actividad amigable comprometida también con el medio ambiente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda continuar con más pruebas CBR y combinar la capa de refuerzo con otros geosintéticos, lo que puede aumentar aún más la capacidad portante.

Los geosintéticos son una opción rápida y económica para aumentar la capacidad de carga del suelo, especialmente donde es difícil calcular el material granular cerca del área del proyecto.

Para distribuir mejor la tensión en la capa de geomembrana, primero se debe usar una mezcla homogénea para compactar adecuadamente el suelo a través de la capa, y prestar mucha atención a su contenido óptimo de humedad y la densidad seca máxima del suelo a mejorar.

Investigar para realizar estudios en pavimentos con diferentes tipos de Geosintéticos, porque estos materiales pueden reducir el impacto ambiental (explotación de canteras), y además son materiales económicos y de muy largo tiempo de vida útil.

## REFERENCIAS

1. Al-QADI, Imad L.; APPEA, Alexander Kwasi. Eight-year field performance of secondary road incorporating geosynthetics at subgrade-base interface. *Transportation research record*, 2003, vol. 1849, no 1, p. 212-220.  
Disponible  
[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=rehabilitation+of+flexible+pavements+with+subgrade+of+low+support+capacity+using+HDPA+geosynthetic&btnG=#d=gs\\_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AhzdsGD310WcJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D2%26hl%3Des](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=rehabilitation+of+flexible+pavements+with+subgrade+of+low+support+capacity+using+HDPA+geosynthetic&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AhzdsGD310WcJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D2%26hl%3Des)
2. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (EEUU): AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES. Washington:444N,1993. 624pp
3. AREVALO, Fredy. utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera Pedro Carbo – La estacada. Tesis (Ingeniero Civil). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016. 68pp.  
Disponible en:  
[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15332/1/AR%C3%89VALO\\_FR EDY\\_TRABAJO\\_TITULACI%C3%92N\\_V%C3%8CAS-NOVIEMBRE\\_2016.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15332/1/AR%C3%89VALO_FR EDY_TRABAJO_TITULACI%C3%92N_V%C3%8CAS-NOVIEMBRE_2016.pdf)
4. ARMIJOS OVIEDO, ISABEL IVETTE. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN  
Disponible  
[https://scholar.google.es/scholar?q=rehabilitaci%C3%B3n+de+pavimentos+flexibles+con+subrasante+de+baja+capacidad+soporte+utilizando+geosint%C3%A9tico+HDPA&hl=es&as\\_sdt=0%2C5&as\\_ylo=2020&as\\_yhi=2015#d=gs\\_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A17xZUh7qo5cJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D9%26hl%3Des](https://scholar.google.es/scholar?q=rehabilitaci%C3%B3n+de+pavimentos+flexibles+con+subrasante+de+baja+capacidad+soporte+utilizando+geosint%C3%A9tico+HDPA&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&as_yhi=2015#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A17xZUh7qo5cJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D9%26hl%3Des)
5. BATHURST, Richard J. Reliability-based design of internal limit states for mechanically stabilized earth walls using geosynthetic reinforcement. *Canadian Geotechnical Journal*, 2019.
6. BECERRA, Mario. “Comparación técnico-económica de las alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión. Tesis (Titulo ingeniería civil). PIURA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA 2015. 60 pp.
7. BURGOS, BRUNO. “Análisis Comparativo Entre Un Pavimento Rígido Y Un Pavimento Flexible Para La Ruta S/R: Santa Elvira – El Arenal, En La Comuna De Valdivia. Tesis (Titulo ingeniería civil). Valdivia: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE 2015. 111 pp.

8. BUSTAMANTE, Andres. Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil. Tesis (Master en Ingeniería en vialidad y transportes). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2016. 159 pp.  
 Disponible en:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/9c0f/8e17498e66eb1c46c4eae818a10acfe2deca.pdf>
  
9. CHORRES, Miguel. Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla – 2017. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 118pp.
  
10. CIVILES, DIPLOMADO EN CONSTRUCCION DE OBRAS; LA CONSTRUCCION, Y. REPAVIMENTACION DE. DIRECCIÓN DE INVESTIGACION Y POSTGRADO. 2017  
 Disponible  
[https://scholar.google.es/scholar?q=rehabilitaci%C3%B3n+de+pavimentos+flexibles+con+subrasante+de+baja+capacidad+soporte+utilizando+geosint%C3%A9tico+HDPA&hl=es&as\\_sdt=0%2C5&as\\_ylo=2020&as\\_yhi=2015#d=gs\\_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3ANczK1Yv9ke8J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des](https://scholar.google.es/scholar?q=rehabilitaci%C3%B3n+de+pavimentos+flexibles+con+subrasante+de+baja+capacidad+soporte+utilizando+geosint%C3%A9tico+HDPA&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&as_yhi=2015#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3ANczK1Yv9ke8J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des)
  
11. DURAVIA. DURAVIA concretando caminos. 13 de noviembre del 2013.  
 Disponible en: <http://www.duravia.com.pe/wp-content/uploads/COLECCIONABLEDURAVIA-V.2.pdf>
  
12. GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM. (Junio 2009). MANUAL DE DISEÑO CON GEOSINTETICOS. Bogotá D.C. - Colombia: Publicaciones ZETTA COMUNICADORES S.A.  
 Disponible  
[http://www.geosoftpavco.com/manual\\_geosinteticos\\_files/OEBPS/ibook\\_split\\_004.xhtml](http://www.geosoftpavco.com/manual_geosinteticos_files/OEBPS/ibook_split_004.xhtml)
  
13. GIROUD, J. P. Geo synthetics. a remarkable discipline with great achievements in the past and exciting challenges for a bright future. Ingenieria Civil (Madrid), 2014, vol. 171, p. 27-37.
  
14. HERNÁNDEZ, Roberto., BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación: 5º Ed. México: 2012.  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
  
15. Hay 8 baches por cada kilómetro recorrido en Lima. [en línea] Lima: La Prensa. Agosto de 2016. [Fecha de consulta: 08 de septiembre del 2019].



26. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Recuperado de: [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf).
27. NORAMBUENA-CONTRERAS, José, et al. Análisis térmico de geosintéticos utilizados en la rehabilitación de pavimentos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2009, vol. 17, no 1, p. 95-100.
28. NUÑEZ CONDORI, Anselmo. Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de Geo-Sintéticos. 2016.  
Disponible  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2056>
29. OLSTA-CETCO, Jim; RAMSEY, Boyd. The GSI Newsletter/Report.
30. OYEGBILE, Brian O.; OYEGBILE, Benjamin A. Applications of geosynthetic membranes in soil stabilization and coastal defence structures. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 2017, vol. 6, no 2, p. 636-662.
31. PALMEIRA, E. M. Geosynthetics in road engineering. IGS Leaflets on Geosynthetics Applications, IGS Education Committee, available at [www.geosyntheticssociety.org](http://www.geosyntheticssociety.org), 2007.
32. PALMEIRA, Ennio M.; GOURC, J. Drainage and filtration properties of non-woven geotextiles under confinement using different experimental techniques. *Geotextiles and Geomembranes*, 2002.
33. PALMEIRA, Ennio M.; OTANI, J. Backanalyses of geosynthetic reinforced embankments on soft soils. *Geotextiles and Geomembranes*, 2002
34. PAVANELLO, P.; CARRUBBA, P.; MORACI, N. The characterisation of geosynthetic interface friction by means of the inclined plane test. *Geotextiles and Geomembranes*, 2020.
35. RAMOS, Matilde. Mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo a nivel de subrasante a través de la utilización del sistema Rocamix entre la prolongación de la avenida San Antonio de Padua y de la calle 04 de la asociación de vivienda 2 de octubre del centro poblado San Antonio – Moquegua, 2017. Tesis (Ingeniero Civil).  
Moquegua: Universidad Jose Carlos Mariategui, 2019. 99pp.  
Disponible en:  
[http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/574/Matilde\\_tesis\\_titulo\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/574/Matilde_tesis_titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

36. ROJAS, Maria. Suelo reforzado con geosintéticos: influencia del porcentaje de volumen de suelo confinado por el geosintético en la resistencia del conjunto. Tesis (Ingeniero Civil).  
Cuenca: Universidad de Cuenca, 2018. 112 pp.
37. SAGASTEGUI, Fidel. Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Ongon. provincia de Pataz. La Libertad. Tesis (Maestro en transporte y conservación vial).  
Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019. 86pp.  
Disponible en:  
[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5061/1/REP\\_MAEST\\_ING\\_EDDY.MIRANDA\\_CONSTRUCCION.PAVIMENTOS.FLEXIBLES\\_DATOS.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5061/1/REP_MAEST_ING_EDDY.MIRANDA_CONSTRUCCION.PAVIMENTOS.FLEXIBLES_DATOS.pdf)
38. SILVA, Mayra. Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania – La Molina - Cajamarca 2016. Tesis (Ingeniero Civil).  
Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. 96pp.  
Disponible en:  
<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10543/Silva%20Arce%20Mayra%20Ayllen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
39. TAMAYO, Mario. El Proceso de la investigación científica: 4º Ed. México: 2012, 440pp. TORO Iván y PARRA Rubén (2010). Fundamentos epistemológicos de la investigación y la metodología de la investigación
40. TORRES, Juscel. Evaluación de la condición actual del pavimento flexible de la Av. Calmell del solar e incidencia del geotextil no tejido en su rehabilitación como alternativa de solución – Huancayo 2016. Tesis (Ingeniera Civil).  
Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2017. 172pp.  
Disponible en:  
<http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/273/JUSCEL%20KRIS%20TORRES%20CCOYLLAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

### ANEXO 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### APLICACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE EN LA AV DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS - LIMA 2020

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICION
V.I: APLICACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE	Los geosintéticos son utilizados en muchos proyectos de ingeniería, incluyen una gran variedad de materiales de polímeros fabricados especialmente para su uso aplicado en geotecnia, geoambiental e ingeniería de transporte, es conveniente identificar las funciones primarias que estos poseen, ya sean de filtro, refuerzo y protección, en algunos casos y dependiendo del material a utilizar podrán contar con dos o más funciones. (J.Bathurst - 2016)	los geosintéticos son empleados en trabajos de ingeniería civil, prestando así un buen manejo en el campo de ingeniería de transportes, las diversas funciones que este posee ya sean filtro, refuerzo y protección la hacen muy útil, cumpliendo así su utilidad en forma conjunta con el suelo.	FUNCION DE SEPARACION	PUNZONADO ESTATICO	ENSAYO DE PUNZONAMIENTO CON PISTON (CBR)	RAZON
			FUNCION DE REFUERZO	REFORZAMIENTO	ENSAYO DE PERFORACION DINAMICA	
			FUNCION DE PROTECCION	ÍNDICE DE RESISTENCIA	ENSAYO DE COMPORTAMIENTO Y RUPTURA DE AFLUENCIA	
V.D: CAPACIDAD DE SOPORTE	La capacidad de carga en suelos, es la resistencia que presenta un suelo a la deformación ocasionadas por las cargas del tránsito y esto obedece tanto de su densidad como de su humedad, así como la resistencia a la presión cortante del suelo que la constituye (Braja., 2001).	La capacidad portante es la resistencia del suelo para soportar las presiones y cargas de tal forma que no se generen fallas en su distribución y esto está basado a ciertos criterios funcionales, para ello es necesario tener conocimientos matemáticos e interpretar adecuadamente las teorías relacionadas con la mecánica de suelos.	CARACTERISTICAS FISICAS	CONTENIDO DE HUMEDAD	ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS	
				LIMITE DE ATTERBERG		
				CLASIFICACION DE SUELOS		
			CARACTERISTICAS MECANICAS	PROCTOR MODIFICADO		
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)						

ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

APLICACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE EN LA AV DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS - LIMA 2020.

VARIABLE		DIMENSION	PROBLEMA GENERAL	PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS GENERAL	HIPOTESIS ESPECIFICAS	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE	APLICACIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE	FUNCION DE SEPARACION	¿De que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de la capacidad de soporte en la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020?	¿De que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las de las características físicas en la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020?	Determinar como la aplicación de geomembrana HDPE mejora la capacidad de soporte en la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Determinar de que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en las características físicas de la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Influye la aplicación de geomembrana en la mejora de la capacidad de soporte de la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las características físicas de la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Tipo: Aplicada  Diseño: experimental
		FUNCION DE REFUERZO							
		FUNCION DE PROTECCION							
DEPENDIENTE	CAPACIDAD DE SOPORTE	CARACTERISTICAS FISICAS	¿De que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las de las características mecánicas en la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020?	¿De que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las de las características físicas en la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020?	Determinar de que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de la capacidad de soporte en la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Determinar de que manera influye la aplicación de geomembrana HDPE en las características mecánicas de la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Influye la aplicación de geomembrana en la mejora de la capacidad de soporte de la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Influye la aplicación de geomembrana HDPE en la mejora de las características mecánicas de la Av Defensores del morro - chorrillos,Lima 2020	Enfoque: Cuantitativo  Población : 2.5 km Muestra  Técnica:
		CARACTERISTICAS MECANICAS							

ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 <b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</b>						
CALICATAS	CONTENIDO DE HUMEDAD (CM)	LIMITES DE ATTERBERG		CLASIFICACION DEL SUELO	PROTOR MODIFICADO	CBR
		LIQUIDO (LL)	PLASTICO (LP)			
<b>PRIMERA CALICATA</b>						
MUESTRA 1						
MUESTRA 2						
MUESTRA 3						
MUESTRA 4						
<b>SEGUNDA CALICATA</b>						
MUESTRA 1						
MUESTRA 2						
MUESTRA 3						
MUESTRA 4						
<b>TERCERA CALICATA</b>						
MUESTRA 1						
MUESTRA 2						
MUESTRA 3						
MUESTRA 4						

## ANEXO 6: FICHA TÉCNICA GEOSINTÉTICO HDPE



### DATOS TÉCNICOS

## GEOTENE®

### GEOMEMBRANA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) LISA – 1.50 MM GRI-GM13

Las Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) contienen exclusivamente resina virgen. Es compuesta por polietileno, con adición de negro de humo, antioxidantes, termo-estabilizadores y no se emplean otros aditivos.

Fue desarrollada con el objetivo de construir diferentes reservorios y proporcionar protección ambiental. Cumple holgadamente con el estándar de calidad exigido en las normativas vigentes.

Estas especificaciones de producto cumplen el estándar GRI GM13

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	FRECUENCIA DE ENSAYO	VALOR
Espesor promedio Espesor mínimo absoluto (-10%)	ASTD D5199	mm	Cada rollo	≥ 1.50 ≥ 1.35
Densidad	ASTM D1505 / D792	g/cm <sup>3</sup>	90 000 kg	≥ 0.940
Resistencia a la Fluencia (promedio mín.) <sup>1</sup> Resistencia a la Rotura (promedio mín.) <sup>2</sup> Elongación en la Fluencia (promedio mín.) <sup>1</sup> Elongación en la Rotura (promedio mín.) <sup>2</sup>	ASTM D6693	N/mm N/mm % %	9 000 kg	≥ 22 ≥ 40 ≥ 12 ≥ 700
Resistencia al desgarro (promedio mín.)	ASTM D1004	N	20 000 kg	≥ 187
Resistencia al punzonamiento (promedio mín.)	ASTM D4833	N	20 000 kg	≥ 480
Resistencia al Agrietamiento por esfuerzos ambientales (SP-NCTL)	ASTM D6397	h	GRI-GM10	≥ 500
Contenido de Negro de Humo	ASTM D4218	%	9 000 kg	2.0 a 3.0
Dispersión de Negro de Humo <sup>2</sup>	ASTM D6596	categoría	20 000 kg	Nota 02
OIT Estándar - Tempo de inducción a la oxidación (promedio mín.)	ASTM D3895	Min.	90 000 kg	≥ 100
Envejecimiento en horno 85°C OIT estándar, % retenido después de 90 días (promedio mín.)	ASTM D5721 / D3895	%	Cada Formulación	≥ 55
Resistencia UV HPOIT % retenido, después de 1600 hrs (promedio mín.)	ASTM D7328 / D5885	%	Cada Formulación	≥ 50

Los índices de referencia son sujetos a cambios/actualizaciones. Se recomienda consultar previamente las especificaciones

Nota 01 – Valores obtenidos en base a 3 muestras de ensayo en cada dirección (MD y XMD)

Nota 02 – Para 10 vistas: 9 en las categorías 1 o 2 y 1 en la categoría 3

# ANEXO 7: RESULTADO DE LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO JCH

 <b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA**  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

INFORME N° : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO ALBERTO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA

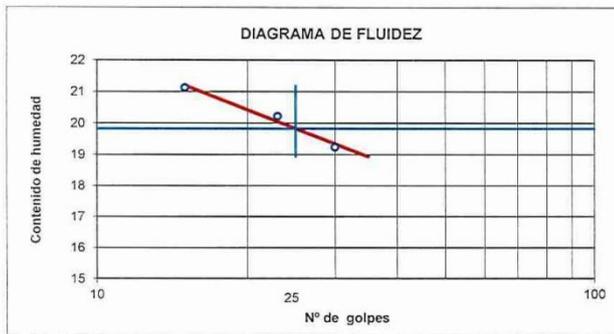
FECHA : OCTUBRE DEL 2020

**Datos de la Muestra**

Cantera : -  
 Calicata : C-1  
 Muestra : -  
 Prof. (m) : 1,40  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO
	1	2	3	
ENSAYO No.	1	2	3	
NUMERO DE GOLPES	15	23	30	
PESO DE LA LATA (gr)	11,39	10,31	12,11	
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	36,68	39,39	39,02	
PESO LATA + SUELO SECO (g)	32,27	34,50	34,68	
PESO AGUA (g)	4,41	4,89	4,34	
PESO SUELO SECO (g)	20,86	24,19	22,57	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21,1	20,2	19,2	



LÍMITE LÍQUIDO (%)	19,8
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
 Realizado por Tec. J.Ch

**Equipos Usados**

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Telf. 976331894 - 016935014

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216, MTC E 108**

**INFORME N°** : JCH 20-105  
**SOLICITANTE** : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO ALBERTO RIVERA MALDONADO  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

**UBICACIÓN** : CHORRILLOS, LIMA

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Cantera</b>	: -	<b>Fecha de Recepción</b>	: 12/10/20
<b>Calicata</b>	: C-1	<b>Fecha de Ejecución</b>	: 16/10/20
<b>Muestra</b>	: -		
<b>Prof. (m)</b>	: 1,40		
<b>Progresiva</b>	: -		
<b>Coordenadas</b>	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	963,4	1441,4
Peso de suelo seco + tara g	940,5	1402,9
Peso de tara g	77,5	75,9
Peso de agua g	22,9	38,5
Peso de suelo seco g	863,0	1327,0
Contenido de agua %	2,7	2,9
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>2,8</b>	

**Observacion :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.Ch

**Equipos Usados**

Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

**INFORME N°** : JCH 20-105  
**SOLICITANTE** : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO ALBERTO RIVERA MALDONADO  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

**UBICACION** : CHORRILLOS, LIMA

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2020

**Datos de la Muestra:**

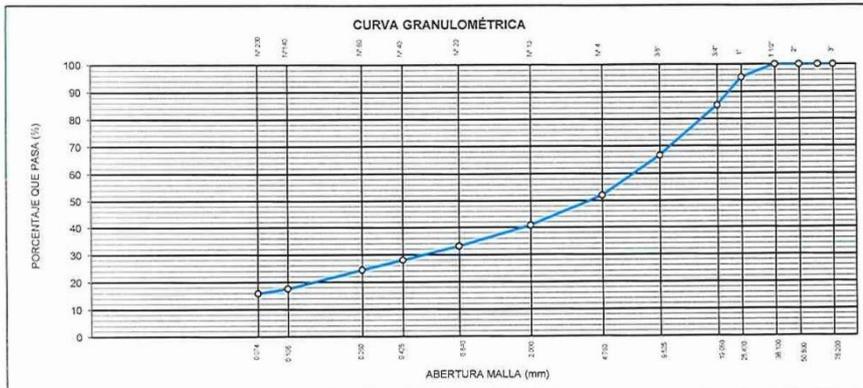
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : -  
**Prof. (m)** : 1,40  
**Progresiva** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 12/10/2020  
**Fecha de Ejecución** : 16/10/2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 1863,8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)		
3"	76,20	--	--	100,0	% Grava [N° 4 < 1 < 3"]	48,0
2"	50,80	--	--	100,0	% Arena [N° 200 < 1 < N° 4]	36,1
1 1/2"	38,10	--	--	100,0	% Finos (< N° 200)	15,9
1"	25,40	89,2	4,8	95,2	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
3/4"	19,05	189,4	10,2	89,8	Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	19,8
3/8"	9,525	342,5	18,4	81,6	Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
N° 4	4,760	271,5	14,6	85,4	Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP
N° 10	2,000	208,2	11,2	88,8	<b>Contenido de Humedad ASTM D-2216-05</b>	
N° 20	0,840	143,4	7,7	92,3	Humedad (%)	2,8
N° 40	0,425	94,9	5,1	94,9	<b>CLASIFICACIÓN</b>	
N° 60	0,250	66,8	3,6	96,4	CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GM
N° 140	0,106	126,2	6,8	93,2	CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-b(0)
N° 200	0,074	32,5	1,7	98,3	<b>Descripción de la muestra :</b>	
-200		295,8	15,9	0,0	GRAVA LIMOSA	



**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.Ch

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-N°2

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020  
 UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 1,40

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-b(0)

Peso específico : -  
 Metodo : C

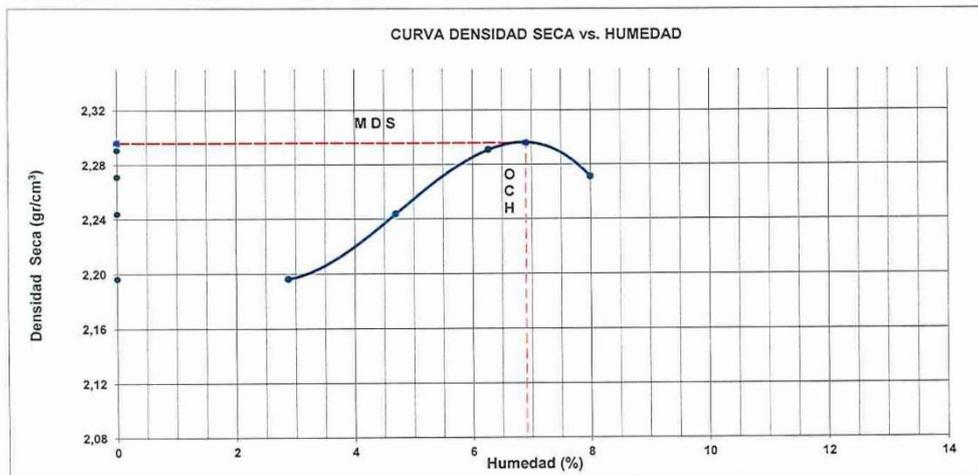
**COMPACTACIÓN**

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11492	11682	11863	11901
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4790	4980	5161	5199
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2120,0	2120,0	2120,0	2120,0
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,259	2,349	2,434	2,452
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,196	2,244	2,291	2,271

**HUMEDAD**

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	519,7	859,7	618,0	501,4
Tara + suelo seco (gr)	507,4	825,1	586,6	470,4
Peso del agua (gr)	12,3	34,6	31,4	31,0
Peso de tara (gr)	79,6	88,3	85,6	82,6
Peso suelo seco (gr)	427,8	736,8	501,0	387,8
Contenido de humedad(%)	2,9	4,7	6,3	8,0

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,296 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Optimo Contenido Humedad(%) : 6,9 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020



<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 1,40

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-b(0)

MDS (gr/cm3) : 2,296  
 OCH (%) : 6,9

**COMPACTACIÓN**

Nº molde	E-3		E-4		A-6	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12916	13006	13053	13173	12710	12895
Peso del Molde (gr)	7693	7693	7996	7996	7792	7792
Peso suelo compacto (gr)	5223	5313	5057	5177	4918	5103
Volumen del Molde (cm3)	2128	2128	2129	2129	2142	2142
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,455	2,497	2,376	2,432	2,296	2,383
Densidad seca (gr/cm3)	2,296	2,325	2,222	2,255	2,149	2,198

**HUMEDAD**

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	582,3	600,1	612,3	652,3	558,9	605,9
Tara + suelo seco (gr)	550,0	564,2	577,8	610,8	527,1	564,5
Peso del agua (gr)	32,3	35,9	34,5	41,5	31,8	41,4
Peso de tara (gr)	81,9	79,9	79,9	82,2	63,9	71,9
Peso suelo seco (gr)	468,1	484,3	497,9	528,5	463,2	492,6
Contenido de humedad(%)	6,9	7,4	6,9	7,9	6,9	8,4

**EXPANSIÓN**

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/10/2020	0	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	E-3		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	E-4		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-6	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		19,9			15,4			10,4		
0,050		69,8			53,7			36,3		
0,075		181,9			140,1			94,5		
0,100	1000	361,3	653,7	65,4	278,2	503,4	50,3	187,8	339,8	34,0
0,125		554,8			434,9			293,6		
0,150		749,2			576,9			389,4		
0,175		891,7			686,6			463,5		
0,200	1500	1038,3	1300,0	86,7	799,5	1000,0	66,7	539,7	688,0	45,9
0,300		1578,2			1215,2			820,3		
0,400		1956,9			1506,8			1017,1		
0,500		2097,1			1614,8			1090,0		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

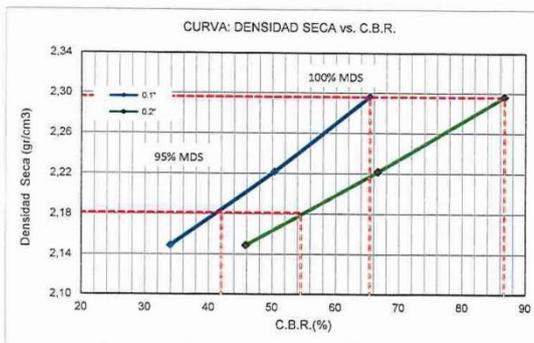
**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

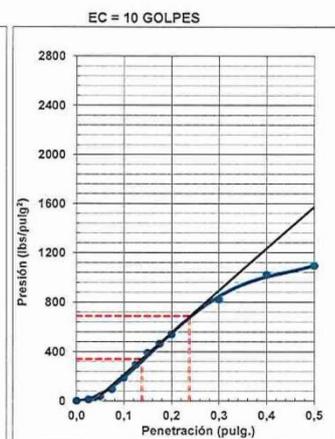
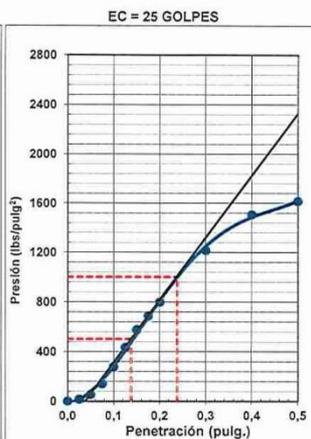
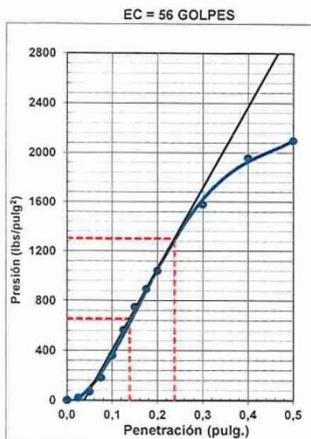
Calicata : C-1                      Cantera : -  
 Muestra : M-1                    Progresiva : -  
 Prof.(m) : 1,40                    Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-b(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,296  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6,9  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,181

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	65,4	0.2"	86,7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	42,0	0.2"	54,5

**RESULTADOS:**  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 65,4  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 42,0  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 86,7  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 54,5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

**INFORME N°** : JCH 20-105  
**SOLICITANTE** : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO ALBERTO RIVERA MALDONADO  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS, LIMA - 2020

**UBICACIÓN** : CHORRILLOS, LIMA

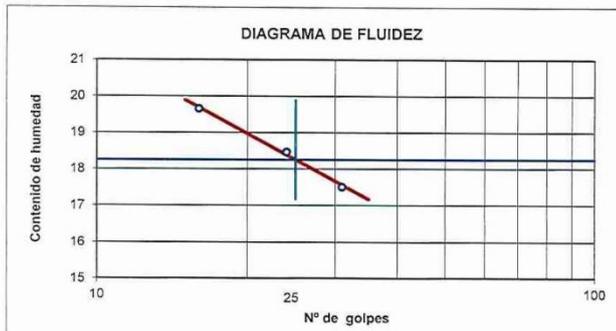
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2020

**Datos de la Muestra**

**Cantera** : -  
**Calicata** : C-2  
**Muestra** : -  
**Prof. (m)** : 1,40  
**Progresiva** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 12/10/20  
**Fecha de Ejecución** : 16/10/20

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO
	1	2	3	
ENSAYO No.				
NÚMERO DE GOLPES	16	24	31	
PESO DE LA LATA (gr)	14,53	14,11	14,02	
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)	31,58	31,69	31,88	
PESO LATA + SUELO SECO (g)	28,78	28,95	29,22	
PESO AGUA (g)	2,80	2,74	2,66	
PESO SUELO SECO (g)	14,25	14,84	15,20	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19,6	18,5	17,5	



LÍMITE LÍQUIDO (%)	18,2
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** Tec. J.Ch

**Equipos Usados**

- Bal-SE402F-N°2
- Hor-01-jch
- Vidrio esmerilado
- Equipo de Casagrande ELE

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia #2236 S.J.L. Telf. 976331894 - 016935014

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216, MTC E 108**

**INFORME N°** : JCH 20-105  
**SOLICITANTE** : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO ALBERTO RIVERA MALDONADO  
**PROYECTO** : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

**UBICACIÓN** : CHORRILLOS, LIMA

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2020

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Cantera</b>	: -	<b>Fecha de Recepción</b>	: 12/10/20
<b>Calicata</b>	: C-2	<b>Fecha de Ejecución</b>	: 16/10/20
<b>Muestra</b>	: -		
<b>Prof. (m)</b>	: 1,40		
<b>Progresiva</b>	: -		
<b>Coordenadas</b>	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	1047,4	1640,6
Peso de suelo seco + tara g	1024,4	1602,9
Peso de tara g	79,4	88,9
Peso de agua g	23,0	37,7
Peso de suelo seco g	945,0	1514,0
Contenido de agua %	2,4	2,5
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>2,5</b>	

*Observacion :* El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
*Realizado por* Tec. J.Ch

**Equipos Usados**

Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch



FORMULARIO

Código : D-03  
 Revisión : 1  
 Fecha : -  
 Página : 3-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

INFORME N° : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO ALBERTO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS, LIMA - 2020

UBICACION : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Datos de la Muestra:  
 Cantera : -  
 Calicata : C-2  
 Muestra : -  
 Prof. (m) : 1,40  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Fecha de Recepción : 12/10/2020  
 Fecha de Ejecución : 16/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 3282,9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	955,1	29,4	70,6
3/4"	19,05	437,9	13,3	57,3
3/8"	9,525	895,7	21,2	36,1
N° 4	4,760	321,2	9,8	26,3
N° 10	2,000	178,7	5,4	20,9
N° 20	0,840	114,8	3,5	17,4
N° 40	0,425	78,6	2,4	15,0
N° 60	0,260	58,1	1,8	13,2
N° 140	0,106	109,7	3,3	9,9
N° 200	0,074	45,7	1,4	8,5
-200		278,9	8,5	0,0

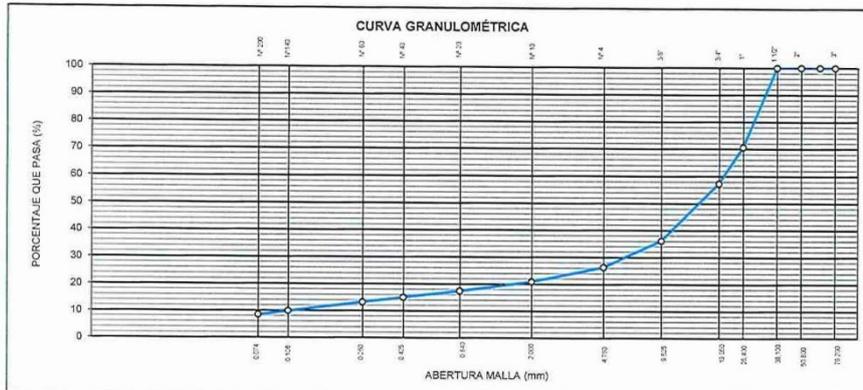
% Grava [N° 4 < f < 3"]	73,7
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	17,8
% Fines [< N° 200]	8,5

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	19,2
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2,5

CLASIFICACION	
CLASIFICACION SUCS ASTM D 2487-05	GP-GM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)

Descripción de la muestra : GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
 Realizado por : Tec. J.Ch

- Equipos Usados
- Bal-TAJ4001-N°1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-N°2

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

Nº INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020  
 UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 1,40

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GP-GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

Peso específico : -  
 Metodo : C

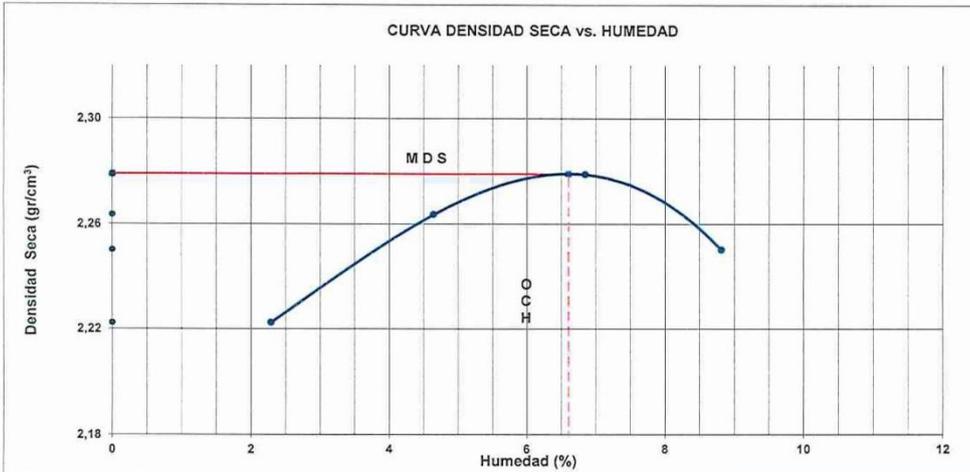
**COMPACTACIÓN**

Prueba Nº	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11250	11452	11592	11621
Peso del Molde (gr)	6440	6440	6440	6440
Peso suelo compacto (gr)	4810	5012	5152	5181
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2116,0	2116,0	2116,0	2116,0
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,273	2,369	2,435	2,448
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,222	2,264	2,279	2,250

**HUMEDAD**

Tara Nº	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	536,9	529,1	565,5	582,3
Tara + suelo seco (gr)	526,0	508,2	532,7	540,0
Peso del agua (gr)	10,9	20,9	32,8	42,3
Peso de tara (gr)	49,8	58,1	53,6	60,2
Peso suelo seco (gr)	476,2	450,1	479,1	479,8
Contenido de humedad(%)	2,3	4,6	6,8	8,8

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 2,279 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Optimo Contenido Humedad(%) : 6,6 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Ene.-2020
Hgr-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
NTP 339.145 / ASTM D-1883

Nº INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020  
 UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

Calicata : C-2  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 1,40  
 MDS (gr/cm3) : 2,279  
 OCH (%) : 6,6

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GP-GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

**COMPACTACIÓN**

Nº molde	B-2		D-2		A-3	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12940	12990	11390	11492	12780	12900
Peso del Molde (gr)	7741	7741	6420	6420	7880	7880
Peso suelo compacto (gr)	5199	5249	4970	5072	4900	5020
Volumen del Molde (cm3)	2140	2140	2110	2110	2134	2134
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,430	2,453	2,355	2,403	2,296	2,352
Densidad seca (gr/cm3)	2,279	2,291	2,210	2,233	2,153	2,176

**HUMEDAD**

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	834,2	715,6	872,0	790,6	785,9	752,3
Tara + suelo seco (gr)	787,6	673,4	823,2	740,2	742,5	702,0
Peso del agua (gr)	46,6	42,2	48,8	50,4	43,4	50,3
Peso de tara (gr)	81,4	77,5	78,2	78,9	89,5	82,3
Peso suelo seco (gr)	706,2	595,9	745,0	661,3	653,0	619,7
Contenido de humedad(%)	6,6	7,1	6,6	7,6	6,6	8,1

**EXPANSIÓN**

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/10/2020	0	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	B-2		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	D-2		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-3	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		96,1			79,2			56,5		
0,050		209,7			172,7			123,4		
0,075		328,3			270,4			193,1		
0,100	1000	488,1	631,6	63,2	402,0	520,2	52,0	287,1	371,6	37,2
0,125		555,4			539,7			385,5		
0,150		818,9			674,4			481,7		
0,175		971,2			799,8			571,3		
0,200	1500	1096,1	1222,0	81,5	902,6	1030,0	68,7	644,7	790,0	52,7
0,300		1656,6			1364,2			974,5		
0,400		2324,5			1914,3			1367,3		
0,500		2659,8			2276,4			1689,0		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Sé aplico una carga de asiento de 4,54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Ene.-2020
Hgr-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

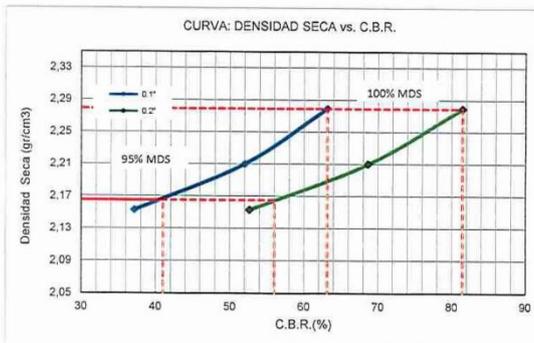
	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICO HDPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020  
 UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

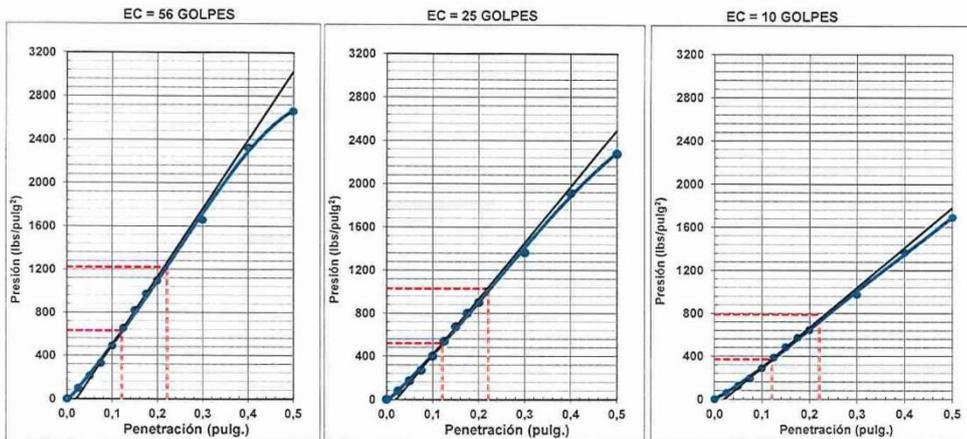
Calicata : C-2                      Cantera : -  
 Muestra : M-1                    Progresiva : -  
 Prof.(m) : 1,40                    Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : GP-GM  
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,279  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6,6  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,165

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	63,2	0.2"	81,5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	41,0	0.2"	56,0

**RESULTADOS:**  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 63,2  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 41,0  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 81,5  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 56,0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 --

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020





	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 20-105  
 SOLICITANTE : SHIRLY NAVARRO OCHOA/ PEDRO RIVERA MALDONADO  
 PROYECTO : APLICACIÓN DE GEOSINTETICO HdPE PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN LA AV. DEFENSORES DEL MORRO, CHORRILLOS. LIMA - 2020

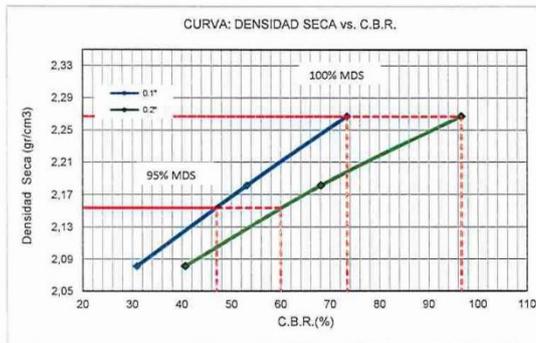
Fecha de Recepción : 12/10/20  
 Fecha de Ejecución : 16/10/20

UBICACIÓN : CHORRILLOS, LIMA  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2020

Calicata : -  
 Muestra : Geosintetico  
 Prof.(m) : -

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

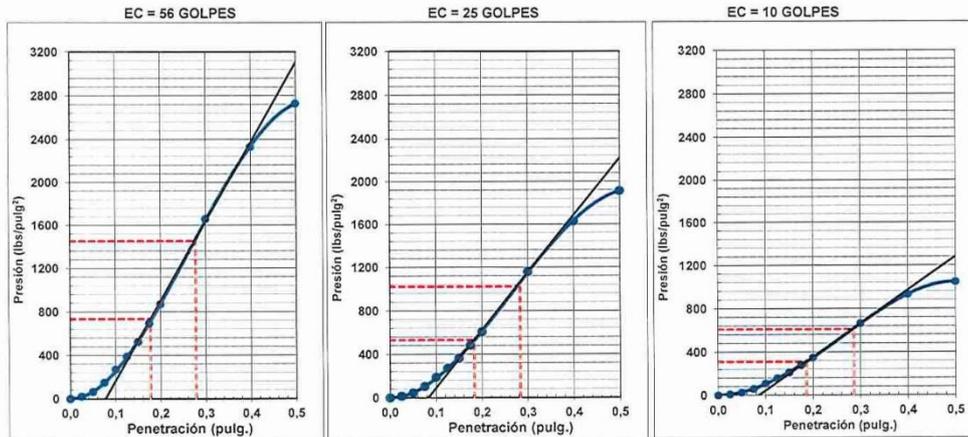
Clasificación SUCS : -  
 Clasificación AASHTO : -



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,267  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6,5  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,154

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	73,4	0.2"	96,7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	47,0	0.2"	60,0

**RESULTADOS:**  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 73,4  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 47,0  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 96,7  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 60,0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020