



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación Técnica y Económica de la Utilización de
Geosintéticos en el Pavimento Flexible de las Vías de Ciudad
Majes, Arequipa 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Chucalta Huamani, Guillermo Martin (ORCID:0000-0001-8144-4102)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID:0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

A todos lo que me rodearon en los momentos más cruciales, a mis padres Esteban y Antonia por su apoyo incondicional en todo momento de mi carrera y ahora en la realización de mi tesis.

A mi hermana Mónica que a la distancia sé que me dio su apoyo moral en incondicional, y en especial a mi hijo Santiago Guillermo que es el motivo principal de mi vida en todo y de todos mi logros y éxitos que están por venir.

Los quiero inmensamente.

**GUILLERMO MARTIN CHUCALTA
HUAMANI**

Agradecimiento

La presente tesis es producto de esfuerzo y dedicación, por ello agradezco a mis padres por darme ánimos a seguir avanzando.

Agradecer a los docentes encargados de brindarnos sus conocimientos durante la formación académica.

**GUILLERMO MARTIN CHUCALTA
HUAMANI**

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	50
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	52
3.3. POBLACIÓN (MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANALISIS.	53
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
3.5. PROCEDIMIENTOS	57
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	59
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	59
IV. RESULTADOS.....	62
V. DISCUSIÓN	121
VI. CONCLUSIONES	124
VII. RECOMENDACIONES	127
VIII. REFERENCIAS.....	129
IX. ANEXOS	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Identificación de función principal de varios sintéticos.....</i>	17
Tabla 2: <i>Propiedades de resistencia y requerimientos de geotextil según AASHTO M288-96.....</i>	30
Tabla 3: <i>Requerimientos para las propiedades de geotextil de separación según AASHTO M288-96.....</i>	31
Tabla 4: <i>Requerimiento para geotextiles de drenajes subsuperficiales según AASHTO M288-96.....</i>	31
Tabla 5: <i>Factores de reducción recomendados relacionados a propiedades mecánicas.....</i>	33
Tabla 6: <i>Cantidades recomendadas en análisis de punzonamientos.....</i>	39
Tabla 7: <i>Guía de evaluación la condición expositiva para aplicar los drenajes.....</i>	42
Tabla 8: <i>Factores de disminución recomendados identificado con propiedades impulsadas por el agua en corrientes estáticas.....</i>	43
Tabla 9: <i>TAA máximo según las condiciones de campo para una corriente duradera.....</i>	45
Tabla 10: <i>Principales materiales empleados en el desarrollo de la investigación.....</i>	54
Tabla 11: <i>Técnicas e Instrumentos.....</i>	55
Tabla 12: <i>Análisis técnico de la utilización de geotextiles de separación entre subrasante y subbase.....</i>	71
Tabla 13: <i>Investigación económica contrastando asfalto y geotextil de división en cuanto al asfalto con espesor de subbase conciliatorio.....</i>	75
Tabla 14: <i>Ficha técnica del geotextil no tejido perforado con aguja utilizado para el trabajo de partición.....</i>	77
Tabla 15: <i>Diseños por tramo en el caso de investigación.....</i>	89
Tabla 16: <i>Análisis técnico de los usos de subdren para los seis intervalos del tema de</i>	

<i>investigación.....</i>	93
Tabla 17: <i>Estudio económico de la utilización del subdren para los seis segmentos del análisis contextual.....</i>	96
Tabla 18: <i>Ficha técnica del geotextil no tejido perforado con aguja utilizado para los trabajos de filtración.....</i>	98
Tabla 19: <i>Optimización del segmento 6 del asfalto utilizando geomallas triaxiales utilizando el software Spectra Pave4 Pro.....</i>	111
Tabla 20: <i>Evaluación técnica entre el valor requerido, con y sin geomallas.....</i>	112
Tabla 21: <i>Evaluación económica de la optimización de pavimentos.....</i>	115

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Formato de deterioro de pavimentos con el transcurso del tiempo.	16
Figura 2: Geotextiles típicos tejidos, no tejidos, tricotado y cosido.....	19
Figura 3: Tipos de fibra polimérica usada para elaborado de geotextil	19
Figura 4: Fotomicrogramas de diversas clases de geotextiles	20
Figura 5: Modelos de Geomallas: (a) extruida, (i) uniaxial, (ii) biaxial, (iii) triaxial, ...	21
Figura 6: Conceptos de geosintéticos de separación en pavimentos flexibles: (a) ..	22
.....	23
Figura 7: (a) Mecanismos de bombeo de materiales finos en los agregados gruesos, (b) intrusión de la piedra en el suelo de la subrasante. (Sin empleo de geotextil de separación).....	23
Figura 8: Función de filtración de geotextil bajo distintos tipos de suelo.	24
.....	26
Figura 9: Sección típica de subdrenes con geotextil de filtración, (a) y (b) incluyen tubería de drenaje, (c) y (d) sólo tienen piedras chancadas.....	26
Figura 10: Mecanismo efectuado debido a la interacción entre el suelo y el	27
.....	28
Figura 11: Arena de río reforzada y no reforzada después del ensayo.	28
Figura 12: Gráfico con los valores promedio, MARV y desviación estándar.	30
Figura 13: Efectos de reventado de geotextiles generados por agregados en su....	34
.....	36
Figura 14: (a) Geotextiles sujetos a esfuerzo de tensión aplicado por las rocas que se desplazan de manera lateral, (b) simplificado de mecanismos de (a) con aplicación de esfuerzo de tensión en geotextiles según ensayo en laboratorio.	36

Fuente: Koerner (2012)	36
Figura 15: Efectos de punzonamiento de geotextiles provocado por rocas.	38
.....	40
Figura 16: Movilizado energético por rocas en caída libre sobre geotextiles mediante apoyo rígido.....	40
Figura 17: Factor modificadorio recomendado con relación a propiedades mecánicas.	41
Figura 18: Ensayos de plazo largo sobre geotextil en contacto con el terreno.	46
Figura 19: Valores estándar de TBR para pavimentos reforzados y no reforzados para lograr un ahuellamiento definido.	47
Figura 20: Ubicación de muestra en Modulo A Majes-Arequipa.....	63
Figura 21: Especificación para asegurar los geotextiles no tejidos como separadores de capas. AASHTO 288-96.....	65
.....	68
Figura 22: Diseños de geotextil separación desarrollados en Visual Studio.	68
Figura 23: Analisis técnico para la función de separado en desarrollo de visual Studio.	71
Figura 24: Evaluación económica entre pavimentos con espesor conciliador y pavimento sin espesores adicionales, pero con geotextiles de separación con Visual Studio.....	74
Figura 25: Propiedades de geotextil a aplicar con filtro en sistemas subdrenajes según Norma ASHTO 96.	80
.....	83
Figura 26: Resultado de cálculo de diámetros de tuberías elaborado con visual Studio.	83
Figura 27: Velocidades de flujo vs. Pendiente de subdrenes según modelo del	

MTC(MTC,2011).	84
.....	88
Figura 28: Diseños según FHWA para sistemas de subdrenajes desarrollados con Visual Studio.	88
.....	92
Figura 29: Analisis técnico para sistemas de subdrenajes desarrollados con Visual Studio.	92
Figura 30: Análisis económicos para sistemas de subdrenajes desarrollados con Visual Studio	95
Figura 31: Diseño usando la norma AASHTO R-50 y GMA White Paper II elaborado en Visual Studio.	103
.....	104
Figura 32: Parámetros de tránsito introducidos en software Spectra Pave4-Pro ...	104
.....	105
Figura 33: Factores introducidos en software Spectra Pave4-Pro.....	105
Figura 34: Aporte de uso de geomallas triaxiales conservando grosores de capas en software Spectra Pave4-Pro.....	106
Figura 35: Optimización de pavimentos empleando geomallas triaxiales mediante la utilización del software Spectra Pave4-Pro	107
Figura 36: Optimización de la sección primera de los pavimentos empleando geomallas triaxiales mediante la utilización del software Spectra Pave4-Pro	107
Figura 37: Optimización de sección 2 de pavimentos usando geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro	108
Figura 38: Optimización del área 3 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro	109
Figura 39: Optimización del área 4 del pavimento usado geomallas triaxiales con la	

utilización del software Spectra Pave4-Pro	109
Figura 40: Optimización del área 5 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro	110
.....	111
Figura 41: Optimización del área 6 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro	111
Figura 42: Evaluación económica del área 1 usando geomallas triaxiales desarrollada en visual Studio.	115
Figura 43: Obtención de datos de ancho de vía y deformaciones en campo.	135
Figura 44: Material de base y subrasante en mal estado	135
Figura 45: Obtención de espesor de capas del pavimento.....	136
Figura 46: Extracción de 6 calicatas para su análisis en el laboratorio.	136
.....	137
Figura 47: Ensayo de laboratorio.....	137
Figura 48: Ensayos de laboratorio.....	137

RESUMEN

Este trabajo formará parte del plan, examen técnico y económico comparativo entre la utilización de material geosintético y la malla de acero en un pavimento flexible. Se evaluará el uso de una geomalla de soporte triaxial para el mejoramiento del asfalto bajo investigación, en comparación con la resistencia que se obtiene con el asfalto mejorado mediante malla de acero.

El plan realizado dependió de la norma AASHTO M288-96 y del libro "Planificación con Geosintéticos" del Dr. Koerner, además de la norma aplicable a las mallas de acero. A través de estos métodos, se examinará el geotextil comercial GT320P y la malla de acero estándar. El examen especializado, en la medida en que sea importante, se centrará en la correlación de la cantidad de ejes idénticos determinadas para dos planos. Desde un punto de vista, un asfalto que mantiene los espesores de capa viable, debido a la utilización de un geotextil aislante y otro con un espesor de material granular menor debido a la mezcla fraccionada de este con el suelo de la subrasante. El examen económico se centrará en contrastar estos planes con deferencia con una vida útil esperada. Por lo tanto, se analizará el costo de los materiales de los dos tipos, geosintético y con malla de acero, con el convencional. En esta línea, se resolverá si la configuración de la geomalla crea ahorros contrastados con el tipo de malla de acero.

Para los estudios realizados, se utilizará un programa en Visual Studio en el lenguaje de programación Visual Basic para mejorar la investigación y examen. Además, se realizarán detalles especializados para las utilidades del material geosintético y malla de acero que son importantes para los datos entregables en el momento de completar una obra.

Palabras clave: Geosintético, malla de acero, pavimento flexible, análisis técnico y económico.

ABSTRACT

This work will be part of the plan, technical and economic comparative examination between the use of geosynthetic material and the steel mesh in a flexible pavement. The use of a triaxial support geogrid for the improvement of the asphalt under investigation will be evaluated, in comparison with the resistance obtained with the asphalt improved by steel mesh.

The plan carried out depended on the AASHTO M288-96 standard and the book "Planning with Geosynthetics" by Dr. Koerner, in addition to the standard applicable to steel meshes. Through these methods, the GT320P commercial geotextile and standard steel mesh will be examined. The specialized examination, insofar as it is important, will focus on the correlation of the number of identical axes determined for two planes. From one point of view, an asphalt that maintains viable layer thicknesses, due to the use of an insulating geotextile and another with a lower thickness of granular material due to the fractional mixture of this with the subgrade soil.

The economic examination will focus on contrasting these plans with deference to an expected useful life. Therefore, the cost of materials of both types will be analyzed, with geosynthetics and with steel mesh, with the conventional one. In this line, it will be resolved if the configuration of the geogrid creates savings contrasted with the type of steel mesh.

For the studies carried out, a program in Visual Studio in the Visual Basic programming language will be used to improve the investigation and examination. In addition, specialized details will be made for the uses of the geosynthetic material and steel mesh that are important for the data deliverable at the time of completion of a job.

Keywords: Geosynthetic, steel mesh, flexible pavement, technical and economic analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática

En la carretera Majes-Módulo A, Arequipa se viene presentando el problema de: La congestión vehicular, puesto que este método tradicional no es eficiente para poder soportar, vehículos pesados debido que están diseñados para vehículos livianos ocasionando daños a la población que habitan en la carretera Majes-Módulo A, en Arequipa.

Para poder superar este problema las vías principales deben ser mejoradas empleando un material geosintético o con malla metálica en el proceso constructivo para proporcionar resistencia a cargas y evitar las fallas, hundimientos ocasionados por los vehículos y optimización de costo de mantenimiento.

Las causas de que el pavimento sea inestable y este en total deterioro se debe al sistema tradicional ya que son diseñados para para vehículos livianos y no cuenta con el adecuado refuerzo estructural y no soporta grandes cargas.

De no mejorar el pavimento flexible en las vías principales estaríamos permitiendo más a daños ya que la población sería la más afectada en cuanto a sus comunicaciones, ya que éste sería restringido y esto generaría un caos vehicular. Por lo tanto, un mayor costo de mantenimiento.

Una alternativa de solución es la utilización de materiales geosintéticos y mallas de acero para reforzar el pavimento flexible y aumente su resistencia.

“Actualmente, en el pavimento la utilización de este material que son los geosintéticos en varias obras de ingeniería geotécnica y vías terrestres ha ido avanzando constantemente su aplicación en pavimentos que se ha vuelto casi imposible no trabajar sin el uso ellos”. (Giroud,2004).

Según la International Geosynthetic Society – IGS, (2009), desde el pasado siglo, los pavimentos se han utilizado y trabajado a largo plazo con los avances innovadores de los geosintéticos, que de este modo se han normalizado en todo el mundo en cuanto a su establecimiento, el instalado, la confirmación de la calidad y el control de

calidad. El desarrollo en la utilización de geosintéticos en la recuperación de asfaltos adaptables se ha expandido significativamente desde la década de 1970. Los geosintéticos tienen varios beneficios que los hacen de extraordinario interés hoy en día. La utilización de geosintéticos en la recuperación depende de su capacidad para oponerse a la torsión, debilitando las roturas y grietas que puedan existir en los asfaltos adaptables. Se han realizado pruebas de laboratorio para reproducir la forma más habitual de colocar los geosintéticos en el pavimento flexible.

Según el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) de Perú (2013), el establecimiento de las secciones transversales de control de desintegración será conforme al proyecto, considerando las propuestas del fabricante. Las secciones transversales de control de desintegración se introducirán en el exterior de la tierra que estará en su último grado, mostrando una terminación firme y liberada de rocas o diferentes bloques. Extenderá las celosías por igual y con facilidad, sin centrarse en ellas, para garantizar su contacto inmediato con todos los focos del suelo. Las pantallas de control de desintegración deben desenrollarse de acuerdo con el curso del flujo de filtración. Los bordes de la cubierta serán los mostrados por el Proyecto y el creador. Para fijar la celosía al suelo, se debe colocar el extremo o borde en la pieza superior del inclinado, en una depresión vertical de 15 cm, rellenar esta sección y menor.

En la formulación de problema se tiene el siguiente problema general: ¿Cómo influye en el pavimento flexible la aplicación de material geosintético desde el punto de vista técnico y económico en Ciudad Majes, Arequipa 2021?

Como problemas específicos:

PE1: ¿Cómo se pueden analizar comparativamente la influencia técnica y económica al emplear metodologías de diseño con material geosintético para la función de separado de aplicación de la subbase y la subrasante en pavimento flexible en Ciudad Majes -Arequipa 2021?

PE2: ¿Cómo se puede analizar comparativamente la influencia técnica y económica al utilizar metodologías de diseño con material geosintético como filtrado envolvente de

drenajes de pavimento flexible en Ciudad Majes -Arequipa 2021?

PE3: ¿Cómo podemos analizar comparativamente la influencia técnica y económica al utilizar metodologías de diseño con material geosintético para reforzar la subbase y la subrasante en el pavimento flexible en Ciudad Majes -Arequipa 2021?

Como objetivo general: Comparar los costos y la viabilidad técnica de los pavimentos flexibles mediante la utilización de material geosintético en Ciudad Majes -Arequipa 2021.

Como objetivos específicos tenemos:

OE1: Analizar la influencia técnica y económica al emplear metodologías de diseño con material geosintético para la función de separación de aplicación de la subbase y la subrasante en pavimento flexible en Ciudad Majes -Arequipa 2021.

OE2: Analizar la influencia técnica y económica al utilizar metodologías de diseño con material geosintético como filtrado envolvente de drenajes de pavimento flexible en Ciudad Majes -Arequipa 2021.

OE3: Analizar la influencia técnica y económica al utilizar metodologías de diseño con material geosintético para reforzar la subbase y la subrasante en el pavimento flexible en Ciudad Majes -Arequipa 2021.

Hipótesis

Hipótesis general

- El uso de material geosintético optimiza los costos y la viabilidad técnica de los pavimentos flexibles.

Hipótesis específica

- Si se emplean metodologías de diseño con material geosintético para la función de separación de aplicación de la subbase y la subrasante en pavimento flexible, éste se mejora técnica y económicamente.
- Si se emplean metodologías de diseño con material geosintético como filtrado envolvente de drenajes de pavimento flexible, éste se mejora técnica y

económicamente.

- Si se emplean metodologías de diseño con material geosintético para reforzar la subbase y la subrasante del pavimento flexible, éste se mejora técnica y económicamente.

Justificación e importancia de la investigación

Justificación teórica

Esta investigación pretende demostrar la viabilidad técnico-económica del uso de los pavimentos flexibles en proceso constructivo con refuerzo geo sintético en comparación con el método convencional para el mejoramiento y rehabilitación de vías vehiculares; orientado para este proyecto de investigación en Ciudad Majes Arequipa 2021, con la finalidad de aportar nuevos estudios a este tema y servir como base para posteriores investigaciones.

Justificación practica

El presente estudio contempla la necesidad del mejoramiento de las vías por pavimentar, el cual abarca el módulo A de la carretera Majes. La zona cuenta con área aproximada 715,847.18 m².

La población beneficiaria es de 365,000 Hab, las vías intervenir son de 3 km

II. MARCO TEÓRICO

A continuación se hace mención de los antecedentes internacionales más importantes para contribuir con el tema.

Aguiar J.& Katiyar Q, I. (2018). Análisis del desempeño de geosintético como sistema intercapa en pavimentos flexibles.

Resumen: Se desea aportar estudio de los geosintético como herramienta en el refuerzo de pavimento asfáltico y evaluar su efecto en el desempeño de una estructura de pavimento flexible. Se definió experimentalmente la capacidad de adherencia entre dos pastillas, una con un porcentaje de vacíos de 4% que representa una carpeta asfáltica en todo envejecido y otra con un porcentaje de 7% de vacíos que idealiza la nueva carpeta asfáltica a colocar.

Robinson, W. J., Howard, I, L. (2021). Implicaciones de la incorporación de geosintéticos en los pavimentos de los aeródromos.

Una gran parte de los escritos muestran que la incorporación de geosintéticos en bases asfálticas adaptables, expuestas al apilamiento de la carretera, desarrolla aún más la ejecución al disminuir la formación de surcos o la tensión vertical en las capas de subrasante sin potencia. Los ejemplos en los que los geosintéticos fueron menos fructíferos en los asfaltos interestatales incluían suelos de subrasante sólidos y, además, capas de asfalto gruesas. Por consiguiente, para comprender la mejora que puede esperarse de la consideración de los geosintéticos en los asfaltos de las pistas de aterrizaje, que suelen ser más generosos que los asfaltos de las autopistas, es necesario evaluar los recursos de asfalto de las pistas existentes y el procedimiento del plan. Para ello, se han llevado a cabo varias diligencias (1) estudio del espesor del asfalto en la administración y de la solidaridad de la subrasante para medir los atributos del asfalto de las pistas militares, (2) auditoría de las filosofías actuales del plan del Departamento de Defensa (DOD) para decidir si la consideración de los geosintéticos puede quedar suficientemente retratada en las estrategias del plan existente para las nuevas pistas de aterrizaje, (3) evaluación para decidir si (y en qué condiciones) una mejora de la exposición normal es monetariamente razonable, y (4) ejecución en las pistas militares en hábitos distintos de los nuevos desarrollos. Los resultados mostraron que los asfaltos de las pistas de aterrizaje eran, en su mayor parte, más

gruesos y con mayor base que los asfaltos de las pistas de aterrizaje, y que los asfaltos de las pistas de aterrizaje en administración superaban los atributos del asfalto en los que se han distinguido los geosintéticos para dar una mejora de presentación significativa. Un estudio del enfoque actual del plan del Departamento de Defensa mostró que cualquier mejora derivada de la incorporación de geosintéticos en asfaltos más gruesos quedaba encubierta dentro de la inconstancia de la información utilizada para formar la estrategia actual del plan. Una evaluación de los gastos subyacentes propuso que el aumento de la vida útil del plan (suponiendo que lo hubiera) podría ser el método favorecido para medir la mejora de los geosintéticos y que la disminución del espesor total acreditada a la consideración de los geosintéticos no parecía dar un fondo de reserva de gastos subyacentes a las pistas militares. La incorporación de geosintéticos en la reparación de daños en las pistas de aterrizaje o como estrategia de alivio de roturas podría ser más útil que el apoyo total de la base en el nuevo desarrollo.

Anusudha V., Sunitha V., Mathew S. (2021). Ejecución de la subrasante construida con geotextil de coco para calles de bajo volumen. La construcción de asfaltos adaptables utilizando varios tipos de geosintéticos es una estrategia que se utiliza generalmente para ampliar la vida de la asistencia, disminuir los gastos de mantenimiento y, asegurar la élite durante toda la vida de la ayuda. Este trabajo presenta los conocimientos de un ensayo consolidado y un examen matemático dirigido a un suelo natural apoyado con geotextiles de coco. Se realizó una progresión de pruebas de carga de placa en caja de alcance limitado para examinar la conducta del geotextil de coco construido en suelo natural de alto plástico bajo apilamiento redondo. Las pruebas se llevaron a cabo tanto en diseños homogéneos (sólo en el subsuelo) como en diseños en capas. Se utilizaron dos tipos de geotextiles de coco accesibles monetariamente, a saber, H2M5 y H2M6, para concentrarse en el compromiso de los geotextiles de coco cuando se utilizan como soporte en la interfaz de las capas de la subbase y la subrasante para mejorar la resistencia y la firmeza de la calle de bajo volumen. El objetivo esencial de esta revisión exploratoria es examinar la mejora en la presentación del asfalto de bajo volumen debido al soporte geotextil

adicional. Los límites de la exposición clave, específicamente, la eliminación, las reacciones de ansiedad de las áreas de asfalto construidas y no reforzadas se obtienen mediante la disección del asfalto utilizando ABAQUS, que es una suite de productos para el examen del método de elementos finitos (FEM). Los resultados de las pruebas demuestran que el soporte geotextil de coco funcionó considerablemente en la exposición de la subrasante natural de alta plasticidad. Se observó una disminución mayor del 38% y del 24% en la deformación superior de la subrasante a causa de las zonas con soporte de geotextil de coco H2M5 y H2M6, por separado. Asimismo, se observó una mayor disminución del 30% y del 18% en el desarraigo vertical en los segmentos con soporte de coco H2M5 y H2M6, por separado. A una distancia normal de alrededor de 1 m desde el punto focal de la carga estática de la rueda reproducida, se observó un pequeño desarraigo y estimación de la tensión para los segmentos soportados, en comparación con los segmentos no reforzados. Por lo tanto, se concluye que el tipo de geotextil de coco H2M5 ofrece más que el tipo H2M6 a la mejora de la exposición subyacente de los asfaltos cuando se utiliza como soporte.

A continuación se hace mención de los antecedentes nacionales más importantes para contribuir con el tema.

Loyaga, V. E., J. (2018). "Propuesta de plan de asfaltos metropolitanos en el área Mampuesto Barrio 2, región de El Porvenir - La Libertad, 2018". Único: El presente trabajo pretende elaborar una propuesta de plan para asfaltos metropolitanos en el Área Mampuesto, Barrio 2 interiormente a las vías Manuel Ubalde y Paula Quiroz, situado en la región de El Porvenir, Departamento de La Libertad, aplicando el Método ASSTHO 93 y creado a través de las directrices C.010. Pavimentos Metropolitanos y Manual de artilugios de control de tráfico vehicular para carreteras e interestatales. El estudio ha sido separado en 4 Capítulos el primero es sobre la peligrosa realidad, es lo que aboca a un plan suficiente de valor y existencia válido de las calles metropolitanas. Se espera del examen, como indica la estrategia de la AASTHO 1993. Se completaron cuatro pruebas para elaborar los espesores de asfalto, escogiendo la tercera por tener los espesores que se suman suficientemente a las cargas entregadas por la densidad de tráfico y el factor externo, con su correspondiente como se indica:

Asfalto 10 cm, Sub base 25 cm, Base 20 cm. Algo más, el asfalto adaptable será hecho de asfalto con una alta impermeabilidad y protección de los especialistas exteriores.

Sicha Flores, G. G. (2018). Plan con geosintéticos para la capacidad de división, filtración y soporte en asfaltos adaptables. Conceptual: El presente trabajo comprendió el examen planificado, especializado y financiero de la utilización de geosintéticos para tres capacidades específicas en asfaltos adaptables. En primer lugar, se estudió la utilización de geotextiles no tejidos punzonados para el desprendimiento entre los materiales granulares y el terreno de implantación. Para el trabajo de división, el plan dependía del libro del Dr. Koerner "Planning with Geosynthetics" y de las normas AASHTO M288-96. A través de este sistema no realmente fijado en piedra que el geotextil que se determine para este análisis contextual sería el geotextil de negocios GT320P. Por lo tanto, no se ha establecido realmente en piedra que la configuración de la geomalla creó un ahorro de más del 10% en cuanto al plan subyacente.

Lino Villegas, I. V. (2018). Examen de la utilización de material geosintético en pavimentos adaptables, como soporte subyacente en la calle aldeaña entre las localidades de Huagay y Monzón. Distrito de Monzón – Huamalíes, Huánuco 2018. Sinopsis: En la exploración tratamos de percibir como los transportes terrestres en el Perú son un tema de interés común ya que es utilizado por la comunidad, de alguna forma, es por lo que nos ubicamos en el pueblo influenciado que pasa por una progresión de desafíos por la indefensión de la calle, del mismo modo que se encuentra por todo tiempo intrusada, dejando a las comunidades del populacho aisladas de tener la opción de completar sus ejercicios ordinarios de creación, instrucción y consideración clínica. Para trabajar en la construcción del asfalto soportado y no reforzado, se planificó con las técnicas de AASHTO 93, MTC y KENPAVE, para lograr una mayor ejecución de la calle y de igual manera se usaron geomallas para disminuir el costo, espesor y mantenimiento de la calle.

Bases teóricas

Subbase de pavimentos.

Clasificación del pavimento, en cuanto a la clasificación de pavimentos se considera el modo en el que reciben las dispersiones de carga que resisten las capas de rodadura en cuanto a las capas inferiores, por otra parte, hay sustituciones de un par de capas debido a varios puntos de vista, por ejemplo, el apoyo de la subrasante, el tipo de material, etc. para ser usado, el aumento del tránsito al igual que diferentes puntos de vista.

Es factible percibir 3 clases de asfaltos, que se separan básicamente por lo que se muestra debajo:

- Pavimento flexible.

También se denomina asfalto, compuesto por un sujetador de capa en las superficies de apoyo, donde surgen pequeños giros en las regiones inferiores separadas de la capa de velado; la base y la subbase, todo ello sostenido por una subbase de comparación. El asfalto flexible está demostrando una utilidad dinámica en su giro esencial y tiene un futuro que varía en el ámbito de 10 y 15 años, sin embargo, tiene el detrimento de requerir un mantenimiento roto para cumplir con su enorme amortización o cubierta.

- Pavimento rígido

Adicionalmente llamados pavimentos hidráulicos, están hechos de piezas sólidas que ocasionalmente tienen respaldo de acero, donde la sección está sobre una base y subrasante de tipo granular. Este tipo de superficie de tierra no tiene ninguna mutilación en los niveles inferiores.

El pavimento de concreto tiene un mayor gasto de apariencia que el asfalto versátil y su remuneración típica cambia en algún momento en el ámbito de 20 a 40 años. La asistencia requerida es poco importante y se coloca regularmente para el tratamiento de las juntas de la región.

- Pavimento mixto.

De forma similar, llamados pavimentos cruzados, se tratan de un intercambio no arqueado y versátil, se establecen cuadrados generosos significativos de la capa superior. El efecto ideal de este tipo de pavimentos es reducir la velocidad en punta más allá de los automóviles, ya que lo considerable produce una vibración ligera en los vehículos cuando ruedan por ella. Es ideal para los distritos metropolitanos, ya que es una garantía de gran prosperidad y tranquilidad para los que usan la carretera. Otra clase de pavimentos mixtos son los asfaltos rígidos de extremos subordinados, que pasan por una clase específica de insuficiencia, llamada rotura de reflejo de la junta.

Asfalto adaptable

Partes

A continuación, se presentan las diferentes partes de la estructura de asfalto:

1. Subrasante
2. Subbase
3. Capa de base
4. Capa de fondo asfáltico

Cada uno de estos fragmentos cuenta con un punto de una capa estándar versátil de asfalto, mientras que las capas de concreto contienen generalmente la subbase, la subrasante y una parte de hormigón.

1. Subrasante:

La superficie total y compactada del avance del terreno sobre el que descansa la capa asfáltica de una carretera se conoce como subrasante o diseño. La subrasante de una carretera puede estar en un relleno, en un corte o en el nivel actual del suelo, dependiendo de la topografía y de la medida de la disposición final. Se compone de un suelo característico

compactado en general, llevado a la inclinación y punto necesarios. El espesor y la clase de diseño en el asfalto depende de la potencia del soporte de la subrasante bajo la premisa de que toda la carga de la parte asfáltica, incluyendo la carga de tráfico enviada a través de la parte asfáltica, es finalmente deteriorada por la subrasante.

2. Subbase:

El nivel conformado por materiales desagregados que se encuentra entre la capa base y la subrasante asfáltica, y que se alude como subbase. Se regula como capa de refuerzo cuando la subrasante es de baja calidad. Se compone de una capa de material prácticamente más asequible, por ejemplo, clinker, piedra típica o escorias.

3. Capa de base:

Un fundamento de piedra o escuadras dadas en la subbase o rápidamente sobre la subrasante sin subbase en una carretera de asfalto se implica como una capa de base o una capa de segregación o de cimentación.

Esta clase se considera el fragmento más grande y más crítico de la estructura de la calzada, ya que esta capa debe soportar el impacto del tráfico que circula por ella. Está hecha de un material estable, por ejemplo, rocas, piedras, varias capas de cuadrados desgastados alrededor, etc. En caso de que surja una superficie de piedra en la subrasante, este tipo no se produce.

4. Capa de fondo asfáltica:

La parte superior asfáltica de la vía que se introduce al tráfico se conoce como la capa de rodadura o superficie.

Puede incluir no menos de una capa debido a las capas negras adaptables. Una buena capa de rodadura debe ser impenetrable y segura desde el punto de vista climático y debe tener la capacidad de soportar el movimiento del tráfico.

Vida útil, los asfaltos antes, durante y después de su vida de administración son soportados con puntos de vista alternativos que les dan una comprensión de lo que se describe. Estas etapas se reconocen como progreso, recuperación y refuerzo.

Últimamente, la proporción de exploradores y de carga útil que se transporta a todos los aspectos de las calles de tierra se han ampliado, lo que hace que la necesidad de dar a los viajeros una tranquilidad y seguridad más llamativa, lo que inicia el uso de enfoques que piensan en el desglose de la perspectiva de gestión y costo, que será la opción más ideal para la recreación o mejora de las calles del Perú, desde el cambio de las imperfecciones de la superficie hasta el restablecimiento de la calle para recuperar su estado fundamental. La evaluación del ciclo de presencia de la superficie oscura es un artilugio metodológico que trabaja con el establecimiento de la calle para elegir el marco monetario particular que dará la mejor conducta de la superficie oscura al gasto más mínimo en el período analizado. Para evitar el kilometraje de la superficie oscura, las estructuras de afiliación de la calle deberían estar preparadas para hacer un experto ilimitado para el mantenimiento y la recuperación. En un mundo perfecto, la recreación no debería ser ejecutada sin una gestión previa y anterior para terminar la ayuda preventiva y asegurar el mejor estado de salvaguarda de la capa asfáltica.

La reconstrucción, recuperación y reproducción de las calles de asfalto están terminando siendo progresivamente básicas, ya que se debilitan después de algún tiempo y con el tráfico. La asociación de extensión del plano asfáltico está asegurando la hipótesis utilizando normalmente ayudas y paliativos para arrastrar la presencia del asfalto. El significado de empujar el blindaje y la mejora de la estructura de la calle es un efecto inmediato de la esencial de expertos preparados y la sociedad para mover el giro y la mejora de varios locales del país. Al tener mejores carreteras de correspondencia, los locales, las comunidades urbanas, las regiones, las divisiones, tendrán resultados más significativos con los que se puede trabajar en las regiones de negocios, apoyando sus centros focales generales, lo que mejorará su suficiencia y adición su límite de avance. Se debe hacer referencia a cómo las calles son una condición significativa para la mejora monetaria y social de un espacio o país, ya que se organizan como una relación en el comercio de artículos y personas, al igual que la

cultura, de esta manera ofreciendo el aumento de la edad. Las asociaciones y conexiones sociales son fundamentales para el avance. Cuando existe una vía de correspondencia decente, la división entre locales y zonas disminuye, lo que conlleva una reducción de los gastos de transporte. De este modo, habrá una mejor regulación de las zonas y los barrios. El punto de vista anterior debe relacionarse esencialmente con un marco vial adecuado, que proteja los bienes que suponen este tipo de negocio enorme, al igual que la resistencia y la utilidad de las carreteras. La guía y la reconstrucción de una carretera de tierra se extienden a una amplia gama de actividades, desde el ajuste rápido de las contorsiones de la superficie para hacer frente a la generación de tráfico, a las obras de reparación, para restituir del todo el estado fundamental de la carretera.

Para aminorar los problemas descritos anteriormente, como indican Pradena y Posada, el Banco Mundial está elaborando en estos momentos el Modelo de Norma de Diseños y Mantenimientos de Vías (HDM-4), que se usa desde hace una cuantía mayor a veinte años y que se usa como un instrumento de estudio, asociación, conducción y examen de negocios para el aseguramiento y mejoras de las calles. Además, como señala Henao, los modelos tienen en cuenta el reconocimiento del estado de la calle, o de un tramo de la misma, para depender de un uso específico, según lo indicado por los estados generales y previstos de la calle en cuanto a su matemática, tráfico, estado, entre otros, logrando así una valoración de clase particular. Del mismo modo, se puede pensar en el punto de vista financiero, incluyendo los gastos de las responsabilidades de los vehículos y los gastos de las obras de progreso y arreglo de la carretera.

La motivación que impulsa a los pavimentos es dar a una asociación el tráfico de una manera asegurada, versátil y apta, en estas líneas, es fundamental para terminar el mantenimiento significativo y apropiado para hacerlos funcionar con precisión. La posibilidad de conseguir pavimentos asfálticos deriva la mejora de garantizar que su asociación se otorgue en el tiempo que se requiere, lo que propone el movimiento posterior por parte de los jefes y el establecimiento colosal de activos de oficina competentes. El sistema de legado del país ha sido increíblemente mejorado y sigue

haciendo en giro básico de los acontecimientos. Esto presenta la necesidad de datos completos sobre el estado de las calles y los desarrollos, como un plan de desarrollo de salvaguardia que pondera un desarrollo contractivo y el arreglo debilitante beneficioso. En consecuencia, se utilizan sistemas PCI, que se realizan como instrumento de guía de elección, segregando las actividades más apropiadas, eligiendo sus gastos y construyendo sus necesidades, dentro de los activos financieros de la ejecución de recuperación de asfáltica avalada, ya sea pública o privada. El pavimento asfáltico incluye cada una de estas prácticas de confirmación que fueron definitivamente unidas manteniendo una parte suficiente de la asociación, tanto básicamente como a nivel muy básico. La figura que sigue llama la atención sobre un gráfico que examina la forma general en que se separa el pavimento asfáltico, en el que se ve que en los años esenciales el debilitamiento es moderado. No obstante, hay una ventaja en la que el deterioro se incrementa, y el punto final de la vida de la organización llega rápidamente.

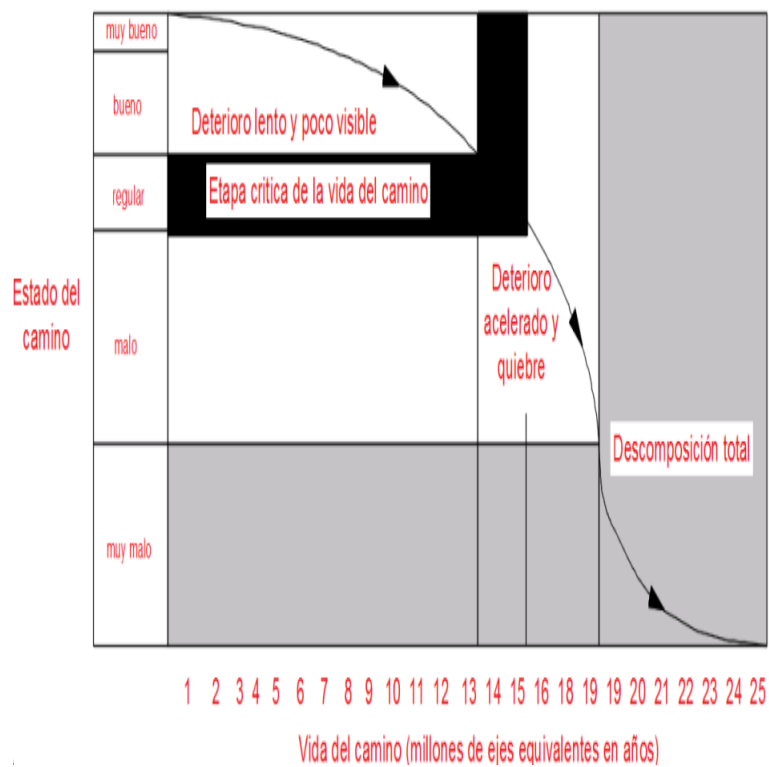


Figura 1: Formato de deterioro de pavimentos con el transcurso del tiempo.

Fuente: CEPAL (1994)

Geosintéticos, como indica el Dr. Koerner, existen 8 clases de material geosintético: geotextiles, revestimientos de tierra geosintéticos (GCL), geopipas, geomallas, geomembranas, geobloques y geocompuestos. En general, el término "geosintético" hace referencia a un elemento fabricado con materiales poliméricos y que se aplican como parte vital de un diseño o marco para cumplir con los objetivos de diseño. El prefijo "geo" propone que su uso está relacionado con el terreno, la roca o, potencialmente, la tierra. Este apartado espera presentar las ideas fundamentales utilizadas para el plan. En cualquier caso, se destacaron los geosintéticos examinados y sus principales cualidades. En ese momento, se introdujeron los elementos del material geosintético aplicado en el emprendimiento y los instrumentos que busca moderar. En definitiva, se aclaró sobre los tipos de pruebas que se elaboran en los centros de investigación para estas capacidades y los enfoques del plan primario utilizados. Tipos y cualidades de geosintéticos que se utilizarán, un geosintético, según ASTM D4439, es un elemento plano producido con materiales poliméricos. Este material está en contacto con roca, terreno, tierra u otro material identificado con el diseño geotécnico que puede coordinarse en emprendimientos, construcciones o armazones. Pueden satisfacer 5 capacidades primarias: desprendimiento, filtración, soporte, filtración e impermeabilización o límite impulsado por presión (Koerner, 2012). Por otra parte, se pueden agrupar primordialmente en las clases adjuntas: geomallas, -b

490geotextiles, georredes, geomembranas, GCL, geofeam, geocomposites. Todos estos geosintéticos tiene varias capacidades, como podemos ver en la tabla siguiente:

Tabla 1: Identificación de función principal de varios sintéticos.

Type of Geosynthetic (GS)	Primary Function				
	Separation	Reinforcement	Filtration	Drainage	Containment
Geotextile (GT)	√	√	√	√	√
Geogrid (GG)		√			
Geonet (GN)				√	
Geomembrane (GM)					√

Geosynthetic Clay Liner (GCL)					√
Geofoam (GF)	√				
Geocomposite (GC)	√	√	√	√	√

Fuente: Koerner (2012)

En esta investigación nos centraremos en el uso de los geosintéticos que la acompañan:

- Geotextiles para la capacidad de división entre la subrasante y la base.
- Geotextiles para trabajos de filtrado como envolventes de canal.
- Geomallas para el trabajo de soporte entre la subrasante y la base.

Luego, se caracterizarán los materiales geosintéticos bajo investigación, se introducirán su tipo de agrupamiento y sus cualidades.

Geotextil, el geotextil es una especie de geosintético poroso compuesto de materiales. Por lo general, se utilizan en rocas, suelo u otros (Koerner, 2012). Se pueden caracterizar por su ciclo de montaje. Entre estos se hallan: la clase de polímero utilizado, la clase de fibra utilizada y las clases de textura realizadas (Koerner, 2012). Con respecto a las clases de polímeros utilizados, se puede decir muy bien que la mayor parte de los geotextiles se fabrican con polipropileno (en aproximadamente el 95% de los casos). Además, hay geotextiles fabricados en Polietileno (2% aprox.), poliéster (2% aprox.) y nailon (1% aprox.) (Koerner, 2012). Por otra parte, un geotextil se puede caracterizar por la clase de fibras. Entre estos se hallan las figuras siguientes: multifilamento, monofilamento, fibras cortadas, películas de corte de monofilamento y películas de corte de multifilamentos (Koerner, 2012).

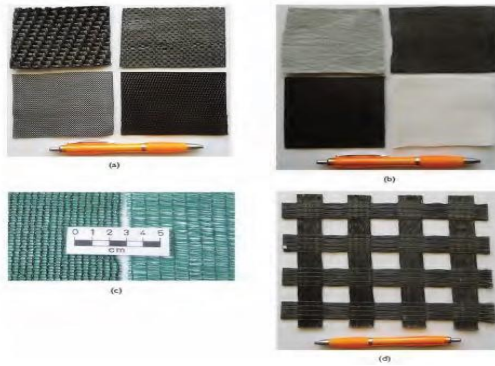


Figura 2: Geotextiles típicos tejidos, no tejidos, tricotado y cosido

Fuente: Shukla (2016)

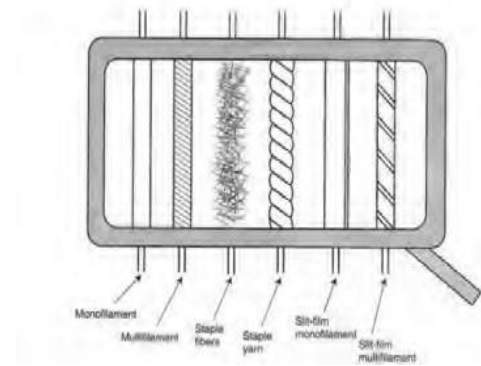


Figura 3: Tipos de fibra polimérica usada para elaboración de geotextil

Fuente: Koerner (2012)

Otro enfoque para ordenar el geotextil es por el tipo de textura utilizado. Entre estos se encuentran los geotextiles tejidos y no tejidos. El geotextil tejido tiene una construcción nivelada y habitual y tiene al menos una disposición de cuerdas de dos formas, normalmente formando puntos derechos como es posible encontrar en las figuras anteriores a) (Shukla, 2016). Los geotextiles no tejidos tienen hebras dispuestas al azar en una banda libre unidas por especialistas en proyección a mitad de camino, punzonados o sintéticos como elásticos, celulosa, látex, además de otros, como es posible encontrar en las figuras anteriores b) (Shukla, 2016). Los geotextiles tejidos se crean entrelazando al menos una cuerda (o diferentes componentes) junto con unas máquinas de coser, en vez de un mechón, como es posible encontrar en las figuras 2 (c) (Shukla, 2016). El geotextil cosido tiene hebras (o las hebras o ambas) unidas mediante costuras como se pueden encontrar en las figuras Fig. 2 (d) (Shukla, 2016). Además, la figura 4 selecciona la creación de varias clases de geotextil en escala infinitesimal. Así, este material se puede valorar en 2 escalas diferentes.

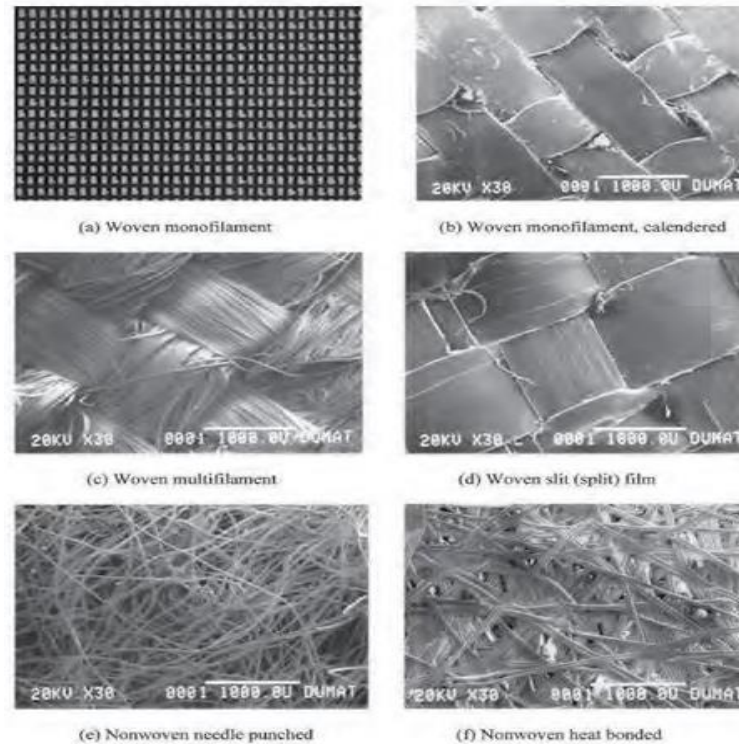


Figura 2: Fotomicrogramas de diversas clases de geotextiles

Fuente: Koerner (2012)

Geomalla, las geomallas se conocen como el soporte geosintético insuperable. Se compone de nervaduras iguales asociadas entre sí. Los espacios entre estas nervaduras permiten crear un impacto entrelazado de la tierra, piedra u otros materiales geotécnicos (Koerner, 2012). Las costuras se pueden unir mediante expulsión, uniones o enclavamiento (Shukla, 2016).

La geomalla expulsada se delega de la forma siguiente:

- Geomallas uniaxiales: Fabricada al extender longitudinalmente una lámina de polímero perforada normal tal y como se observa en la figura 5 (I).
- Geomallas Biaxiales: Fabricada por extensión longitudinal en 2 vías de una lámina de polímero perforada rutinariamente. Por lo tanto, tiene una rigidez equivalente en las dos formas que se muestra en la figura 5 (ii).
- Geomallas triaxiales: Fabricada para tener rigidez de varias formas como se

puede encontrar en la figura 5 (iii) (Shukla, 2016).

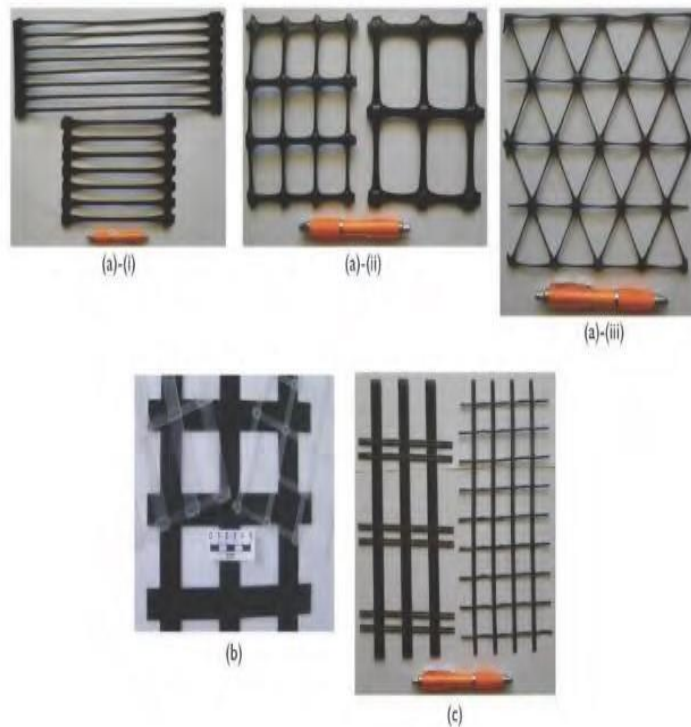


Figura 3: Modelos de Geomallas: (a) extruida, (i) uniaxial, (ii) biaxial, (iii) triaxial, (b) soldada, (c) tejida

Fuente: Shuckla (2016)

Capacidades bajo examen, se espera que esta parte describa las capacidades y ventajas esenciales de utilizar geosintéticos en asfaltos adaptables. Entre las capacidades fundamentales utilizadas en las calles se encuentra la capacidad de desprendimiento, filtración, soporte y filtración (Shukla, 2002).

Las tres capacidades iniciales a las que se hace referencia se describirán a continuación, ya que son importantes para el alcance de la postulación. Vale la pena nombrar que el ID de estas capacidades ayudará más adelante para el plan por obra.

Partición, la idea de la partición se puede resumir con la frase adjunta: "10 kg de piedra más de 10 kg de tierra provocan 20 kg de hormigón". Con esto es factible comprender

la gravedad de mantenerse alejado de la mezcla de materiales contiguos para que conserven sus características y, en consecuencia, su actividad adecuada. La utilización de un destacamento geosintético busca esquivar esos instrumentos que típicamente crean este tipo de maravilla (Koerner, 2012).

La Figura siguiente representa la idea de división a la que se hizo referencia anteriormente. El caso (a) utiliza una división geosintética, que trata de no mezclar entre el total del grosor de las bases y el terreno delgado en la subrasante. Suele verse que el grosor del plano se conserva impoluto y que la presión que sostiene la base es algo muy similar en todo su espesor.

Por otra parte, en la remota posibilidad de que (b) haya una mezcla a mitad de camino entre los dos materiales ya que no hay material aislante. Esto provoca una disminución en el espesor exitoso de la base del asfalto adaptable, disminuyendo su límite de apoyo.

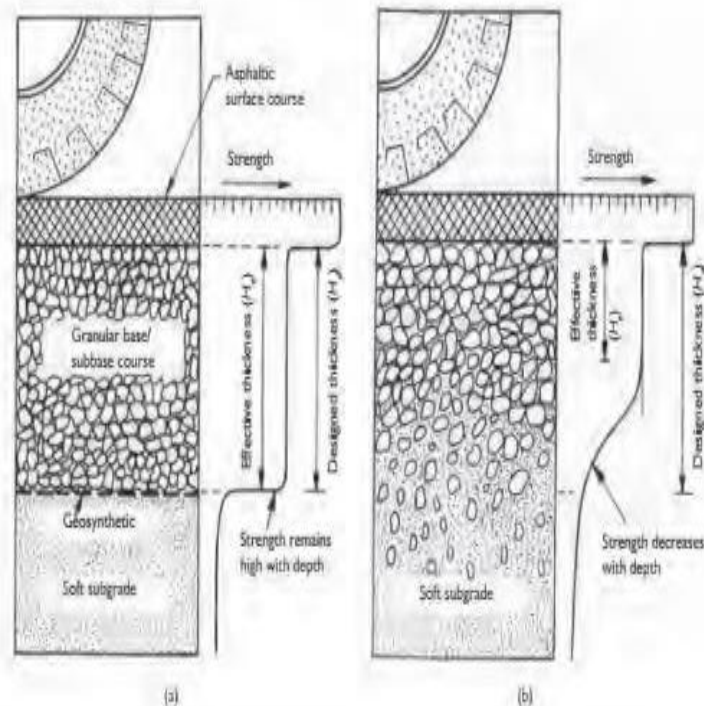


Figura 4: Conceptos de geosintéticos de separación en pavimentos flexibles: (a) pavimentos geosintéticos de separación, (b) pavimentos sin geosintéticos de

separación.

Fuente: Schukla (2016)

La mezcla de este material se debe principalmente a dos sistemas de decepción. Desde un punto de vista, las características del sifón consisten en las mezclas de materiales de la subrasante con el material granulado cercano causado fundamentalmente por causa del agua. Esto disminuye la posibilidad de bombear las bases. Por otra parte, las mezclas de los 2 materiales pueden completarse debido a la interrupción del total grueso en la subrasante.

Esta maravilla provoca la disminución del límite de rodamiento de la base (Koerner, 2012). En la figura siguiente se muestran los dos componentes a través de un gráfico y un caso genuino.

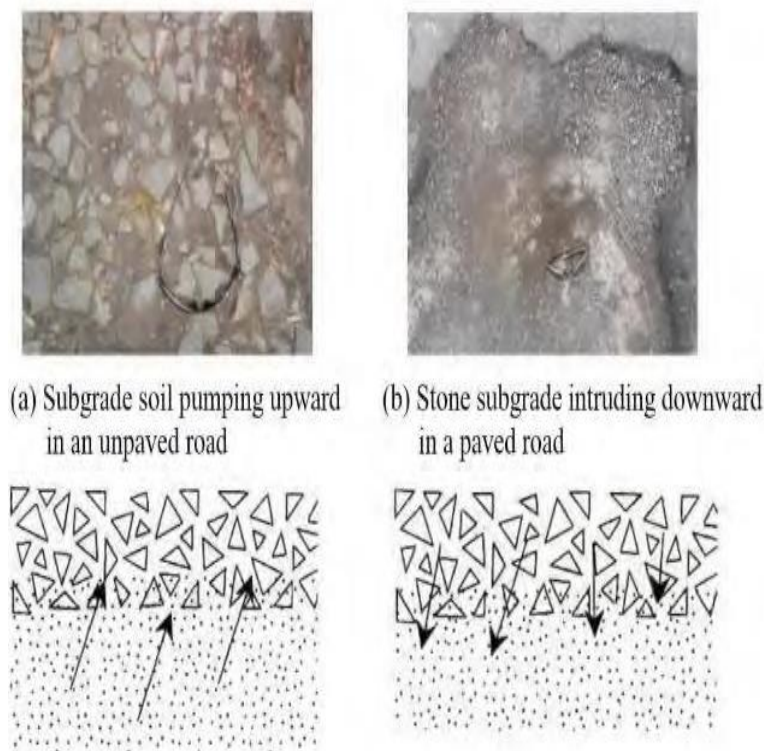


Figura 5: (a) Mecanismos de bombeo de materiales finos en los agregados gruesos, (b) intrusión de la piedra en el suelo de la subrasante. (Sin empleo de geotextil de separación)

Fuente: Koerner (2014)

Con respecto a la utilización de geotextil en asfaltos, se tiende a remarcar que su utilización podría suplantar un espesor conciliatorio. Estos se relacionan con una expansión en el espesor del plano de la base (o subbase) para mantener un espesor exitoso que pueda resistir con precisión las solicitudes solicitadas (Koerner, 2012).

Filtrado, se espera que la utilización de un geosintético para el trabajo de filtración permita una correcta progresión del agua en sentido opuesto a sus planos, sosteniendo los materiales finos. Esto necesita una inicial lo más grande posible como para dejar pasar el agua y tan pequeña como para contener materia fuerte. Además, los geosintéticos deben tener una similitud específica con el terreno vecino para mantener una distancia estratégica de su exorbitante obstrucción durante la existencia del entramado (Koerner, 2012). La figura siguiente muestra la idea de filtrado que se puede completar bajo varias clases de terreno.

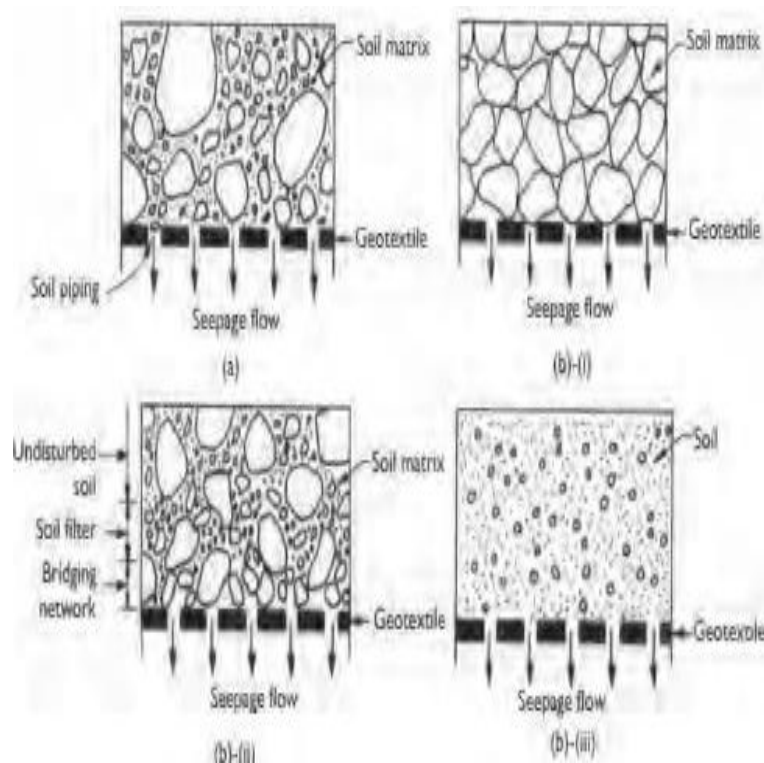


Figura 6: Función de filtración de geotextil bajo distintos tipos de suelo.

Fuente: Schukla (2016)

Planear geotextiles con un tamaño inicial que llene la corriente de agua y contenga partículas fuertes puede ser ilógico. Sin embargo, se suele hacer con el argumento de que la medida del chorro de agua que atraviesa el suelo se identifica con el tamaño de su materia (Koerner, 2012). En la condición exacta adjunta podemos notar la conexión entre los coeficientes de penetrabilidad y la dimensión de la molécula de muestra:

$$k = Cd_{10}^2$$

Siendo:

- k: grado de penetrabilidad del terreno
- C: lugar-explícito consistente
- d_{10} : Dimensión de partículas para el que el 10% del terreno sea mejor

En cuanto al uso de geosintéticos para el trabajo de filtración en vías rápidas, esta teoría se centra en la utilización de geotextil como envoltura de drenaje. Este se puede colocar alrededor de varios componentes de filtración como se ve en la figura 9 (a) en la que se ayuda a la conducción del líquido elemento a lo largo de una línea y una roca. Asimismo, es concebible utilizar solo roca como se muestra en la figura 9 (c) y (d) o suplantar cualquier canal granular alrededor del tubo de filtración perforado con un geotextil (Figura 9 (b)). Tomando todos los casos juntos, los geosintéticos buscan evadir la obstrucción de los componentes de desecho y garantizar que el agua fluya de manera efectiva.

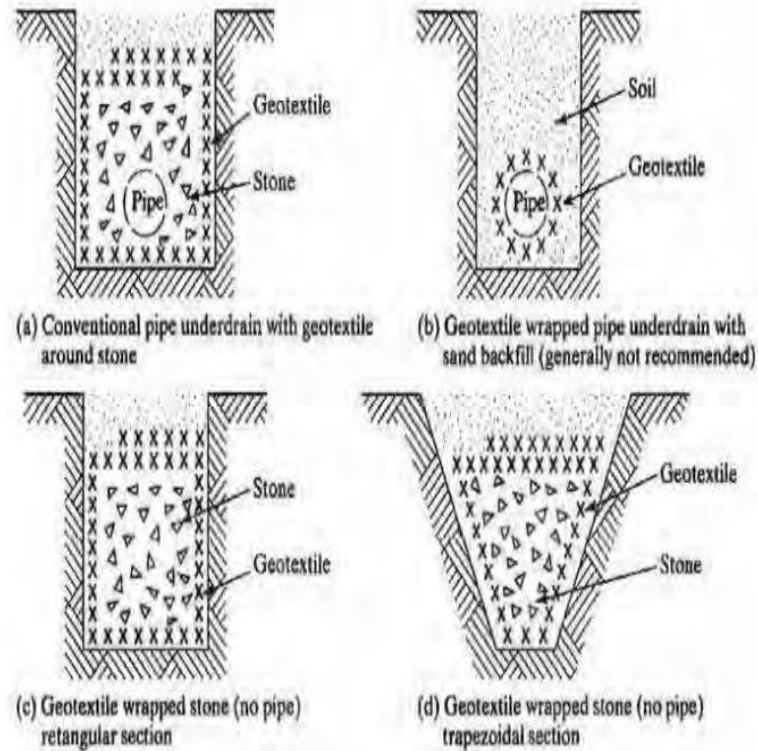


Figura 7: Sección típica de subdrenes con geotextil de filtración, (a) y (b) incluyen tubería de drenaje, (c) y (d) sólo tienen piedras chancadas.

Fuente: Koerner (2012)

Reforzamiento, otra capacidad que pueden satisfacer los geosintéticos en asfaltos es la de soporte. El objeto fundamental es mejorar el límite de rodamiento de la sujeción. Suele aplicarse para apoyar pendientes, por ejemplo, para optimizar su seguridad o hacerlas más extremas (Koerner, 2012). La figura 10 muestra el impacto creado por la carga de tráfico. Estos producen poderes en los planos de las geomallas provocando desfiguraciones en la misma.

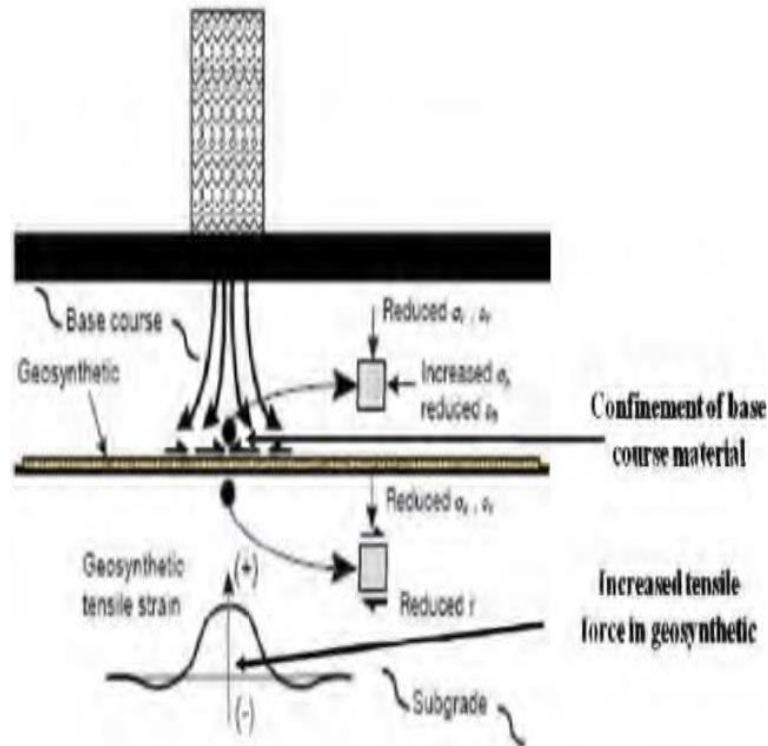


Figura 8: Mecanismo efectuado debido a la interacción entre el suelo y el geosintético de refuerzo en pavimentos representado mediante ensayos de laboratorio.

Fuente: Perkins (1999)

Con las ventajas que pueden traer la utilización de las geomallas entre la subrasante y la base se encuentra el abatimiento en los asentamientos (Hao Wu, et al., 2015). Hay diferentes exámenes que tienen esta resolución con pruebas de laboratorio. Como se puede observar en la figura 11 se muestra este impacto. La figura (c) piensa en el impacto de la carga en un caso sin refuerzo dirigido por línea oscura en un caso respaldado.

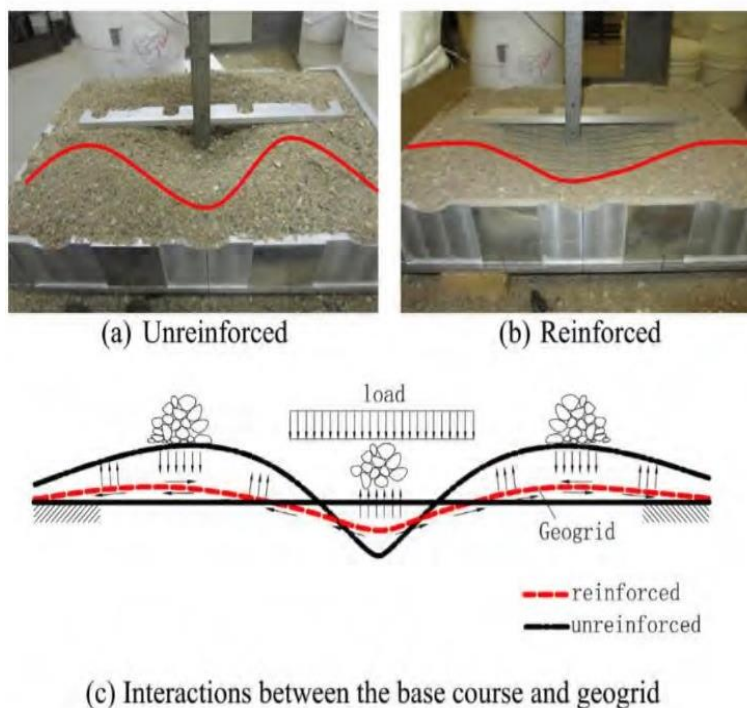


Figura 9: Arena de río reforzada y no reforzada después del ensayo.

Fuente: Wu, et al. (2015)

Técnicas de diseño, con respecto al plano con geosintético, hay diversas técnicas que deben ser consideradas para la decisión de material. Estos incorporan el acompañamiento: Diseño por costo y accesibilidad, plan por particular y plan por obra. Tenga en cuenta que las pautas para el uso de geotextiles se planifican por particular.

Diseños por costos y accesibilidad, Este tipo de configuración es la más experimentada. Para esta situación, los geotextiles se eligen por su peso ya que sus costos dependen directamente de estos límites. El costo unitario del geotextil se dicta dividiendo el efectivo de especulación accesible por la zona que se cubrirá con los geosintéticos. De esto, se eligen los geotextiles de mayor calidad en del punto de ruptura del valor unitario determinado y su accesibilidad. Esta clase de "plan" no es el enfoque más ideal para ubicar el material, ya que no considera límites que impacten directamente en la conducta del material (Shukla, 2016).

Diseños específicos, este plan es el más utilizado por elementos, por ejemplo, AASHTO o DOT que se comprometen a estandarizar la utilización de este material. Trata de decidir el material que cumple con la base y, de vez en cuando, las mejores propiedades que dependen del uso del material. Estas propiedades dependen en gran medida de la experiencia del vecindario para la aplicación de rutina (Shukla, 2016). El actual tratado de calles en Perú demuestra que las determinaciones de las normas AASHTO M288-96 serán utilizadas para el plan del geotextil en calles. En cuanto a la planificación con geomalla en calles, no se hacen referencias a una normativa específica, por lo tanto se aplicaron los detalles AASHTO R-50 para este emprendimiento.

Las cualidades presentadas en las pautas normalmente no aluden a la estima promedio de la creación. En general, notan estimados llamados MARV. Éstos dependen de una tasa de confiabilidad (típicamente 97.5%). Por lo tanto, la probabilidad de que la propiedad geosintética sea equivalente o más prominentes es extremadamente alta. La estima de MARV se evalúa de la manera siguiente:

$$\text{MARV} = X - 2S$$

Siendo:

- X: estimación media de un número específico de preliminares
- S: desviaciones estándar

Estos valores dependen de la naturaleza del fabricante y generalmente se coloca en las mesas de todos los productores. A pesar de que las estimaciones de MARV se aplican normalmente para prácticamente todas las propiedades, hay situaciones en las que se utilizan las estimaciones de max MARV. Estos valores demuestran que la creación no lo supera en más de un ritmo pequeño. El único valor bajo investigación que tiene en cuenta las estimaciones de max MARV son los tamaños de molécula evidente (AOS). La figura siguiente muestra la conexión entre las cualidades mensurables distintivas utilizadas por la normativa y por los creadores. Muestran

gráficamente lo que representa las estimaciones MARV y max MARV.

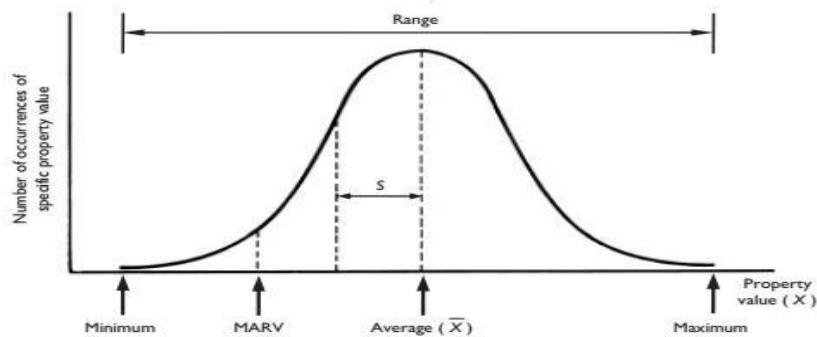


Figure 2.9 Statistical distribution of the geosynthetic property.

$$\text{Standard deviation, } S = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2.4)$$

$$\text{MARV} = \bar{X} - 2 \times S \quad (2.5)$$

Figura 10: Gráfico con los valores promedio, MARV y desviación estándar.

Fuente: Shukla (2016)

Con respecto al plano con geotextiles, las siguientes tablas muestran las propiedades a considerar para su determinación según lo indicado por los datos AASHTO M288-96. Las tablas presentadas se identifican con las necesidades de división y filtración. Estas tablas se utilizarán más adelante en el plan de la investigación contextual.

Tabla 2: *Propiedades de resistencia y requerimientos de geotextil según AASHTO M288-96.*

Property	Test Methods	Units	Geotextile Classification					
			Class 1		Class 2		Class 3	
			Elongation <50% i.e., woven	Elongation ≥50% i.e., nonwoven	Elongation <50% i.e., woven	Elongation ≥50% i.e., nonwoven	Elongation <50% i.e., woven	Elongation ≥50% i.e., nonwoven
Grab Strength	ASTM. D46632	N	1400	900	1100	700	800	500
Sewn Seam Strength	ASTM D4632	N	1260	810	990	630	720	450

Tear strength	ASTM D4533	N	500	350	400	250	300	180
Puncture Strength	ASTM D4833	N	500	350	400	250	300	180
Permittivity	ASTM D4491	sec-1						
Apparent opening size	ASTM D4751	mm	Minimum property for permittivity, AOS and UV stability are base on geotextile application. Refer to Table 2.2b for subsurface filtration, Table 2.2c for separation, Table 2.2d for stabilization, or Table 2.2e for permanent erosion control.					
Ultraviolet stability	ASTM D4355	%						

Fuente: AASHTO (1997)

Tabla 3: *Requerimientos para las propiedades de geotextil de separación según AASHTO M288-96*

Property	Test Methods	Units	Requirements
Geotextile Class			Class 2 from Table 2. 2a
Permittivity	ASTM D4491	sec-1	0.02
Apparent Opening Size	ASTM D4751	mm	0.60 max. avg. roll value
Ultraviolet Stability (Retained Strength)	ASTM D4355	%	50% after 500hrs.of exposure

Fuente: AASHTO (1997)

Tabla 4: *Requerimiento para geotextiles de drenajes subsuperficiales según AASHTO M288-96.*

Property	Test Methods	Units	Requirements		
			Percent In-Situ Soil Passing 0.075 mm		
			<15	15 to 50	>50
Geotextile Class			Class 2 from Table 2. 2a		
Permittivity	ASTM D4491	sec-1	0.5	0.2	0.1
Apparent Opening Size	ASTM D4751	mm	0.43	0.25	0.22
			max. avg. roll value	max. avg. roll value	max. avg. roll value
Ultraviolet Stability (Retained Strength)	ASTM D4355	%	50% after 500 hrs. of exposure		

Fuente: AASHTO (1997)

Diseños según función, los objetivos de esta técnica de plan son caracterizar una parte de estas propiedades fundamentales que deben tener los materiales para una capacidad específica. Los límites dependen de la condición del terreno donde necesita ubicar los geosintéticos. Este tipo de configuración ayuda a decidir el geosintético de una manera más especializada que las dos metodologías introducidas recientemente (Koerner, 2012).

Para ello, el trabajo principal para el cual se utilizará el geosintético debe resolverse inicialmente, por ejemplo, por la capacidad de desprendimiento, filtración, soporte, desperdicio, impermeabilizaciones, y otros. Entonces, es importante el cálculo de la propiedad necesaria para la capacidad esencial seleccionada. Un tiempo después, se debería conseguir un valor permisible para adquirir un factor de bienestar a través del resto de las dos cualidades decididas. La variable de bienestar ideal dependerá de cuán básica sea la circunstancia y de los resultados que pueda introducir la decepción del diseño. En la remota posibilidad de que haya algunas oportunidades para elegir el material, la elección final dependerá de su costo y accesibilidad (Koerner, 2012). Las recetas que se presentan a continuación son la premisa de esta filosofía para que cualquiera de las capacidades se revise.

FS = Propiedad permisible/propiedad requerida

Propiedad permisible = Propiedad extrema/ π FR

Siendo:

- Propiedad última: valor numérico decidido a partir de las pruebas del centro de investigación.
- Propiedad permisible: Valor numérico decidido de la prueba del centro de investigación cambiado con los diversos coeficientes de disminución según la condición del terreno.
- Propiedades requeridas: Valores numéricos decididos a partir de sistemas de planos que modifican las condiciones del terreno.

- Factores de seguridad: Relaciones entre las características del geosintético a colocar y las características que debe cumplir en terreno.
- **ΠFR**: Productor de coeficientes de disminución. Se compara con el aumento de los diferentes elementos que pueden influir en la solidez del material. Por ejemplo, daño al establecimiento, corriente plástica (fluencia), degradación compuesta y natural, entre otros.

Geotextil como partición entre subrasante y base, en cuanto a la planificación del trabajo de partición, se deben investigar 4 ángulos: Resistencia a voladuras, perforaciones, voladuras y balanceo. Además, se debe considerar que hay propuestos coeficientes de disminución para esta capacidad introducidos en la tabla 5.

Tabla 5: Factores de reducción recomendados relacionados a propiedades mecánicas.

AREA	Range of Reduction Factors		
	Installation Damage	Creep*	Chemical/Biological Degradation**
Separation	1.1 to 2.5	1.5 to 2.5	1.0 to 1.5
Cushioning	1.1 to 2.0	1.2 to 1.5	1.0 to 2.0
Unpaved roads	1.1 to 2.0	1.5 to 2.5	1.0 to 1.5
Walls	1.1 to 2.0	2.0 to 4.0	1.0 to 1.5
Embankments	1.1 to 2.0	2.0 to 3.5	1.0 to 1.5
Bearing and foundations	1.1 to 2.0	2.0 to 4.0	1.0 to 1.5
Slope stabilizations	1.1 to 1.5	2.0 to 3.0	1.0 to 1.5
Pavement overlays	1.1 to 1.5	1.0 to 2.0	1.0 to 1.5
Railroads (filter/sep.)	1.5 to 3.0	1.0 to 1.5	1.5 to 2.0
Flexible forms	1.1 to 1.5	1.5 to 3.0	1.0 to 1.5
Silt fences	1.1 to 1.5	1.5 to 2.5	1.0 to 1.5

*The low end of the range refers to applications which have relatively short service lifetimes and/on situations where creep deformations are not critical to overall system performance.

**Previous editions of this book have listed biological degradation as a separate reduction factor. As described in Section 2.3.6, however, there is no evidence of such degradation for the polymers used to manufacture geotextile.

Fuente: Koerner (2012)

Protección contra voladuras, es importante completar un plan que garantice la oposición del geotextil a la voladura producida por el factor de presión aplicado por el total de la base. Este factor de presión se identifica directamente con las cargas de tráfico que se comunican. Este evento se puede aclarar hipotéticamente de la manera siguiente: considerando que las partículas totales en los geotextiles tienen una medida media (d_a) tal y como se puede ver en la siguiente figura, existirían vacíos en el interior en los que podría entrar el geotextil. En consecuencia, las presiones del tránsito harían que el terreno de las subrasantes empujara los geosintéticos superiormente (entre los huecos referenciados).

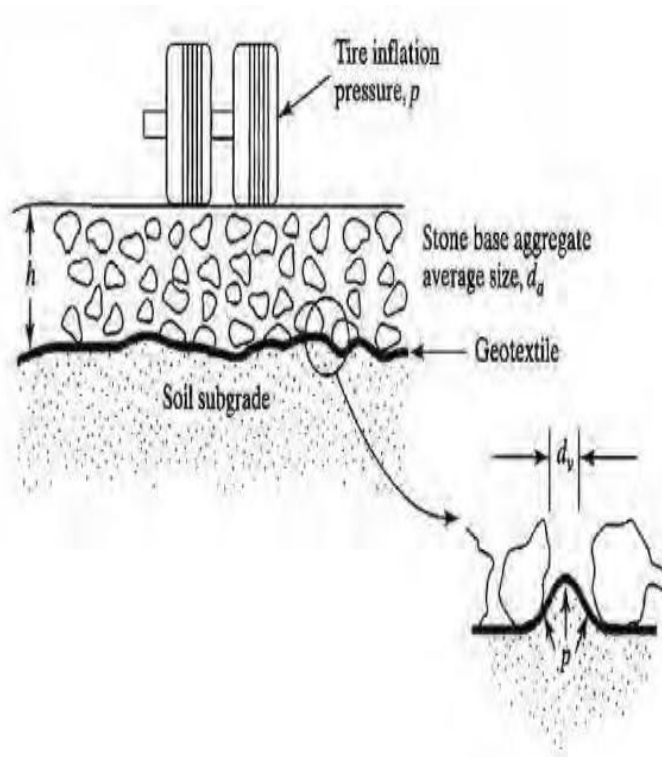


Figura 11: Efectos de reventado de geotextiles generados por agregados en su base.

Fuente: Koerner (2012)

La presión que necesita el geotextil para esta aplicación se interpreta mediante la ecuación adjunta (Giroud, 1998):

$$T_{reqd} = \frac{1}{2} p' d_v [f(\epsilon)]$$

Siendo:

- T_{reqd} : Resistencias requeridas de geotextiles
- p' : Tensión en los geotextiles que no es exactamente la aplicada por el factor de presión de los neumáticos sobre el asfalto
- d_v : Ancho máximo de vacíos de la roca (aprox. $0,33d_a$)
- $f(\epsilon)$: Capacidad de deformaciones de geotextiles desfigurados
- $f(\epsilon) = 1/4 (2y/b + b/2y)$
- b : Anchos de aperturas (o vacíos)
- y : Deformaciones en las aberturas (o vacíos)

Para determinar una oposición definitiva, se puede aplicar la ecuación adjunta:

$$T_{ult} = 1/2 P_{test} D_{test} [f(\epsilon)]$$

Siendo:

- T_{ult} : Obstrucción definitiva del geotextil
- p_{test} : culpa de la presión de explosión del geotextil
- d_{test} : Medida de prueba de explosión (= 30 mm)

Partiendo de estas dos ecuaciones y los coeficientes de disminución utilizados para estas aplicaciones, se pueden resolver los factores de bienestar en comparación con la oposición a la explosión.

Rigidez, los geotextiles como una partición entre las bases (o subbases) y las subrasantes se presentan a diferentes eventos que ocurren todo el tiempo. Uno de

ellos es la presión que ejerce el total de la base sobre el geotextil. Este suceso ocurre por el hecho de que los geotextiles se sitúan entre las rocas de la base que le aplican tensión y las que se encuentran debajo del geotextil. El último se moverá en general horizontalmente produciendo ansiedades dúctiles en el plano geotextil y así le aplicará deformaciones como se demuestra en la figura 14 (a). Las pruebas dúctiles en el laboratorio de la figura 14 (b) intentan reproducir este impacto para decidir una presión definitiva del material. En esta línea, se puede distinguir la rigidez que deben necesitar los geotextiles para trabajar con precisión en estas cargas (Koerner, 2012).

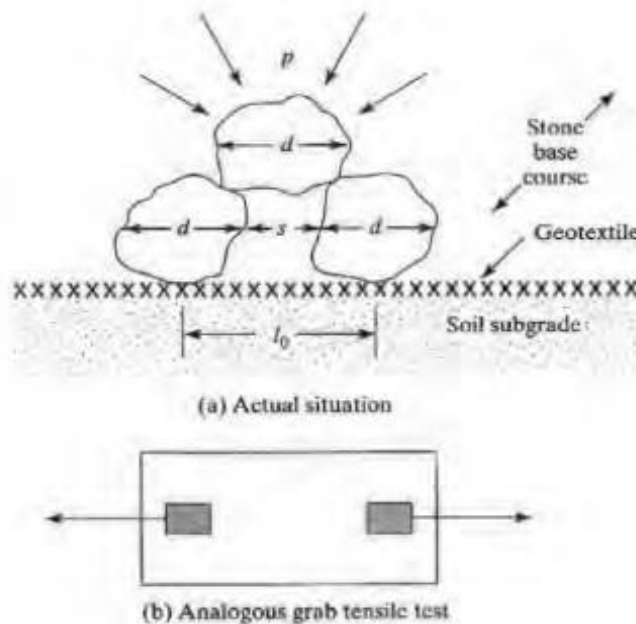


Figura 12: (a) Geotextiles sujetos a esfuerzo de tensión aplicado por las rocas que se desplazan de manera lateral, (b) simplificado de mecanismos de (a) con aplicación de esfuerzo de tensión en geotextiles según ensayo en laboratorio.

Fuente: Koerner (2012)

Las fuerzas de apoyo que se ensamblan se identifican con el factor de carga que aplica sobre las rocas. Utilizando la condición acompañante, este poder puede evaluarse

(Giroud, 1998):

$$Treqd = p' (dv)^2 [f(\epsilon)]$$

Siendo:

- $Treqd$: Resistencias requeridas de los geotextiles
- p' : Tensión en los geotextiles que no es exactamente la aplicada por el factor de presión de los neumáticos sobre el asfalto
- dv : Anchura de vacío máxima de la roca (aprox. $0,33da$)
- $f(\epsilon)$: Capacidad de deformaciones de los geotextiles desfigurados
- $f(\epsilon) = 1/4 (2y/b + b/2y)$
- b : Anchos de aperturas (o vacíos)
- y : Deformaciones en las aberturas (o vacíos)

Al determinar la presión necesaria, una presión definitiva y comparando los coeficientes de disminución, se pueden resolver los factores de seguridad para su aplicación.

Obstrucción de perforación, la importancia de decidir la protección contra el punzonado se debida básicamente al daño al establecimiento que se puede introducir los geotextiles. Una decepción de esta clase provocaría un colapso de los geotextiles prestando poca atención al plan elaborado. La figura siguiente muestra este evento realizado en el centro de investigación.

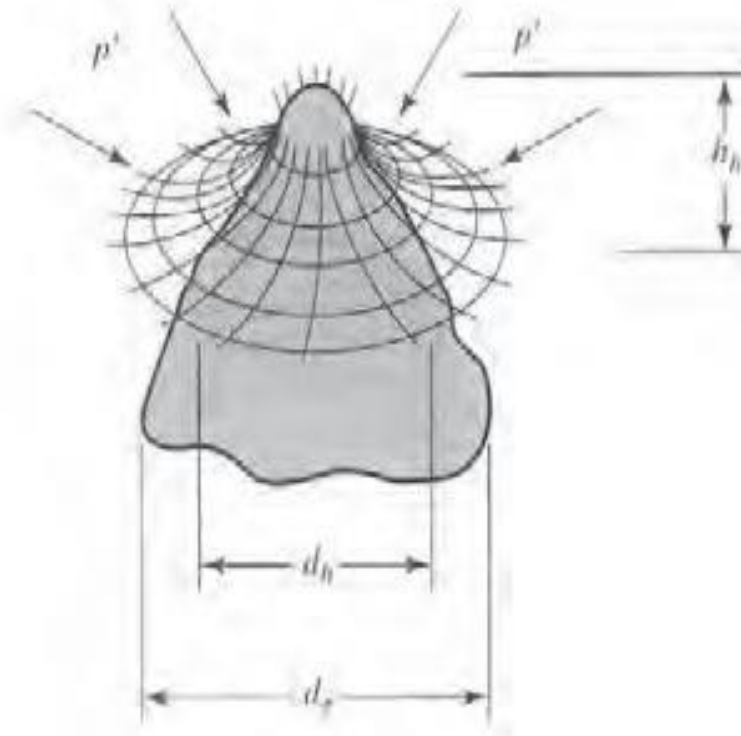


Figura 13: Efectos de punzonamiento de geotextiles provocado por rocas.

Fuente: Koerner (2012)

La ecuación aplicada introducida debajo refleja este impacto utilizando factores que pueden recrear el verdadero evento.

$$F_{reqd} = p' (d_a) 2S_1S_2S_3$$

Siendo:

- F_{reqd} : Resistencia al corte por punzonamiento requerida del geotextil
- p' : Tensión en el geotextil que no es exactamente la aplicada por el factor de presión de los neumáticos sobre el asfalto
- d_a : Medida promedio del total de perforaciones
- S_1 : factor de abultamiento del artículo cortado

- S2: Factores de escala para cambiar la estimación de las pruebas de corte ASTM D4833 utilizando una prueba de corte de medición de 8.0 mm para penetrar un objeto real
- S3: factores de forma para cumplir la prueba de lanza de nivel ASTM D4833 al estado real de los objetos de lanza

Tabla 6: *Cantidades recomendadas en análisis de punzonamientos.*

Puncturing Object	S ₁	S ₂	S ₃
angular & relatively large	0.9	0.8	0.9
angular & relatively small	0.6	0.6	0.7
subrounded & relatively large	0.7	0.6	0.6
subrounded & relatively large	0.4	0.4	0.5
rounded & relatively large	0.5	0.4	0.4
rounded & relatively small	0.2	0.2	0.3

Fuente: Koerner (2012)

Resistencias contra el impacto, otro daño de establecimiento concebible que se puede producir en el geotextil es por el efecto que provoca la caída al impactar sobre él. Este impacto se puede diseccionar como un tema de caída libre considerando la pesadez del componente y su estatura de caída. Con respecto al plan, se deben aceptar ciertos límites. Desde una perspectiva, las energías a considerar serían gravitacionales ya que las protestas regulares no se impulsan deliberadamente sobre los geotextiles. Además, se espera una piedra con una gravedad particular de 2.6 y una distancia transversal que va de 25 a 600 mm. Asimismo, se tiene en cuenta que una dimensión de precipitado puede oscilar alrededor de 0,5 y 5 m. Para esta condición, es posible utilizar la figura siguiente para el plan (Koerner, 2012).

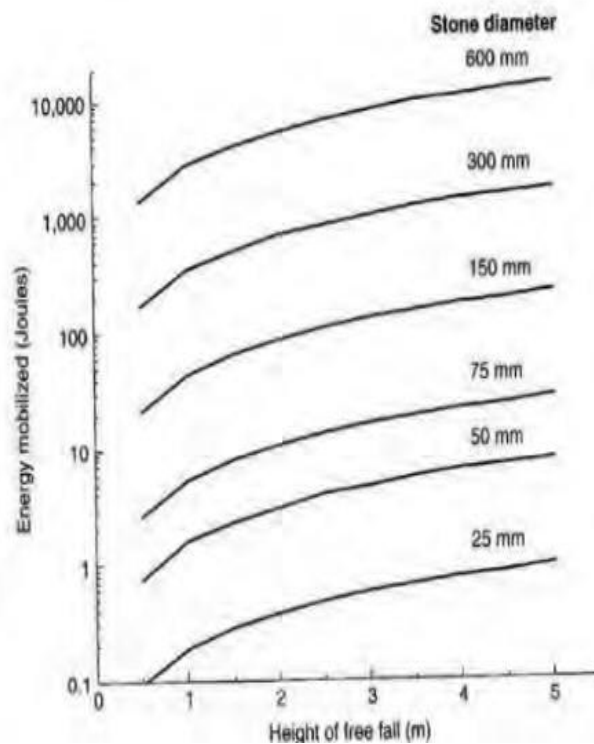


Figura 14: Movilizado energético por rocas en caída libre sobre geotextiles mediante apoyo rígido.

Fuente: Koerner (2012)

Además, la ecuación adjunta se puede utilizar para calcular la energía posible:

$$E = [V * (\rho w G_s)] gh$$

Siendo:

- E: Energía creada (julios)
- M: Masa del artículo en caída libre (kg)
- g: Aceleración de la gravedad (m / seg²)
- h: altura de caída (m)
- V: Volumen del artículo (m³)

- ρ_w : Densidad del agua (kg / m³)
- G_s : Peso específico del artículo (adimensional)

Observe que la energía determinada debe estar influenciada por factores de alteración como se muestra en la figura 17. Dado que se examina la peor situación absoluta. Debe considerarse que a medida que el suelo de soporte se deforma, el geotextil tendría una capacidad más notable para retener la energía de efecto.

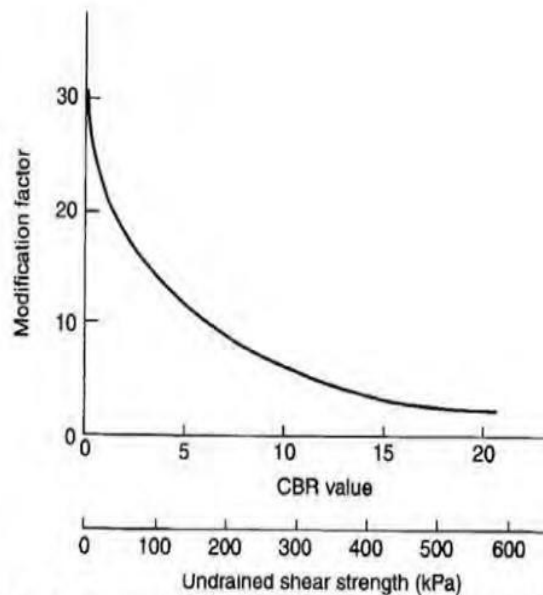


Figure 2.26 Modification factor to be used with energy mobilized by objects falling on geotextiles of varying support resistances characterized by their unsoaked CBR values or undrained shear strength.

Figura 15: Factor modificadorio recomendado con relación a propiedades mecánicas.

Fuente: Koerner (2012)

Cuando se ha determinado la energía necesaria, se debe resolver la conexión entre ella y la obstrucción del efecto permisible para obtener el factor de bienestar comparativo.

Destacar que el efecto de obstrucción no se determinará para el plan completado en esta postulación.

Geotextil de filtración para envolvente de drenajes, a la hora de planificar los geotextiles para el trabajo de filtrado, es primordial comprobar 3 ángulos para garantizar su correcta actividad a lo largo de su vida útil.

Desde una perspectiva, las construcciones deben estar lo suficientemente abiertas para que pasen las progresiones del agua. Esto comprende comprobar la penetrabilidad de los materiales (reglas de porosidad / tolerancia). Por otra parte, es esencial decidir los tamaños de apertura más grande de la construcción.

En consecuencia, se pueden garantizar muy bien que las construcciones estén lo suficientemente cerradas como para que no pase suelo fino (medida de mantenimiento). Finalmente, se confirmará que los geotextiles no se bloquean totalmente en el largo plazo (el largo plazo obstruye la oposición). Con todo, debe garantizarse su prolongada similitud (Koerner, 2012).

La seguridad de estas medidas será dependiente del efecto que crearía el error de una tarea y de las condiciones en las que se descubriría. Luego, la Tabla 9 presenta los diversos modelos a considerar para decidir los límites del plan subyacente.

Tabla 7: *Guía de evaluación la condición expositiva para aplicar los drenajes.*

A. Critical Nature of the Project		
<u>Item</u>	<u>Critical</u>	<u>Less Critical</u>
1.Risk of loss of life and/or structural damage due to drain failure:	High	None
2.Repair costs versus Installation costs of drain:	>>>	= or <
3.Evidence of drain clogging before potencial catastrophic failure:	None	Yes
B. Severity of the Conditions		

<u>Item</u>	<u>Severe</u>	<u>Less severe</u>
1. Soil to drained:	Gap-graded, pipable, or disepersible	Well-graded or uniform
2. Hydraulic gradient:	High	low
3. Flow conditions:	Dynamic, cyclic, or Pulsating	Steady state

Fuente: Carroll (1983)

También debe tenerse en consideración que los factores de disminución también se utilizan para esta aplicación. En la tabla 2.8 se han resaltado en rojo los comparativos con geotextiles para los trabajos de filtración aplicados en drenajes. Para el análisis contextual, se utilizarán las cualidades de esta tabla; sin embargo, se debe observar que eventuales proveedores tienen sus propios coeficientes de disminución (sacados de sus propias pruebas).

Tabla 8: Factores de disminución recomendados identificado con propiedades impulsadas por el agua en corrientes estáticas

Application	Range of Reduction Factors				
	Soil Clogging and Blinding*	Creep Reduction of Voids	Intrusion into Voids	Chemical Clogging**	Biological Clogging***
Retaining wall filters	2.0 to 4.0	1.5 to 2.0	1.0 to 1.2	1.0 to 1.2	1.0 to 1.3
Underdrain filters	2.0 to 1.0	1.0 to 1.5	1.0 to 1.2	1.2 to 1.5	2.0 to 4.0***
Erosion control filters	2.0 to 1.0	1.0 to 1.5	1.0 to 1.2	1.0 to 1.2	2.0 to 4.0
Landfill filters	2.0 to 1.0	1.5 to 2.0	1.0 to 1.2	1.2 to 1.5	2.0 to 5.0***
Gravity drainage	2.0 to 4.0	2.0 to 3.0	1.0 to 1.2	1.2 to 1.5	1.2 to 1.5
Pressure drainage	2.0 to 3.0	2.0 to 3.0	1.0 to 1.2	1.1 to 1.3	1.1 to 1.3

*If stone rip-rap or concrete blocks cover the surface of the geotextile use either the upper values, or include an addition reduction factor.

**Values can be higher particularly for high alkalinity groundwater.

***Values can be higher for extremely high microorganism content and/or growth of organisms and plant/vegetation roots.

Fuente: (Koerner, 2012).

Criterios de porosidad y permitividad, el estándar de porosidad de los geotextiles depende de las aplicaciones y la condición a las que se oprimirá el geosintético (Holtz et al., 2008). Para las aplicaciones y condición menos graves, se utilizarán las medidas de acompañamiento:

$$k_{\text{geotextil}} \geq k_{\text{suelo}}$$

Para aplicaciones y condiciones extremas, se deben utilizar las normas adjuntas:

$$k_{\text{geotextil}} \geq 10 k_{\text{suelo}}$$

Por otra parte, la idea de permitividad se identifica con la medida de agua que el geotextil permite atravesar su plano. Para determinar la permitividad necesaria, es importante evaluar una corriente relacionada con la investigación contextual. En ese punto, al utilizar las leyes de Darcy y la condición de permitividad, se adquiere las relaciones acompañantes (Koerner, 2012):

$$\Psi_{reqd} = q/\Delta h A$$

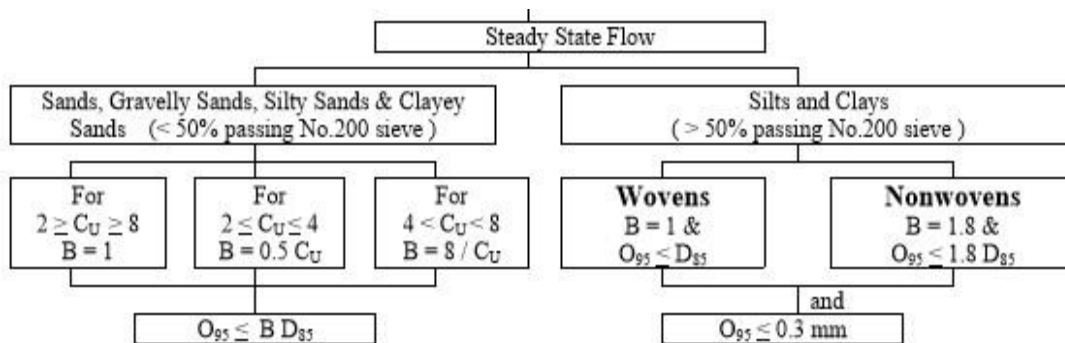
Siendo:

- Ψ_{reqd} : permitividades requeridas (s-1)
- q : Caudal (m³ / s)
- Δh : Alturas de pérdidas totales (m)
- A : Superficie total de los geotextiles en contacto (m²)

Una permitividad definitiva se resuelve mediante pruebas en el centro de investigación y es introducida por el fabricante. Las variables de disminución que se utilizarán pueden ser las mencionadas anteriormente para esta capacidad o se podrían utilizar las predeterminadas por el fabricante. Con estas cualidades se puede determinar el elemento comparativo de bienestar.

Reglas de mantenimiento del suelo, las reglas de mantenimiento buscan decidir el tamaño de la molécula que puede contener el geotextil. Para ello, se encarga de una idea llamada tamaño obvio de brecha (TAA) o AOS por sus siglas en inglés. Esta idea se caracteriza por ser la dimensión inicial para el que el 95% del piso es más modesto (en mm). Estos valores son idénticos al O₉₅ de la tierra (Holtz et al, 2008). Recuerde que las estimaciones de TAA generalmente se refieren a las estimaciones de max MARV. Respecto al plano, cabe añadir que existen conexiones mencionadas por varios creadores para su figuración. La Tabla 11 muestra una parte de las conexiones propuestas en el control de configuración FHWA para los casos de flujos estáticos. Estos se utilizaron para el plan de filtraciones de la investigación contextual. Cuando se obtiene este valor, se puede contrastar muy bien y las cualidades que presentan los productores. En la remota posibilidad de que el valor no sea exactamente el determinado, implica que está de acuerdo con los límites de este plan. A pesar de lo que generalmente se espera, si los valores introducidos por el fabricante son superiores al determinado, se deberían utilizar otros geotextiles con un TAA menor.

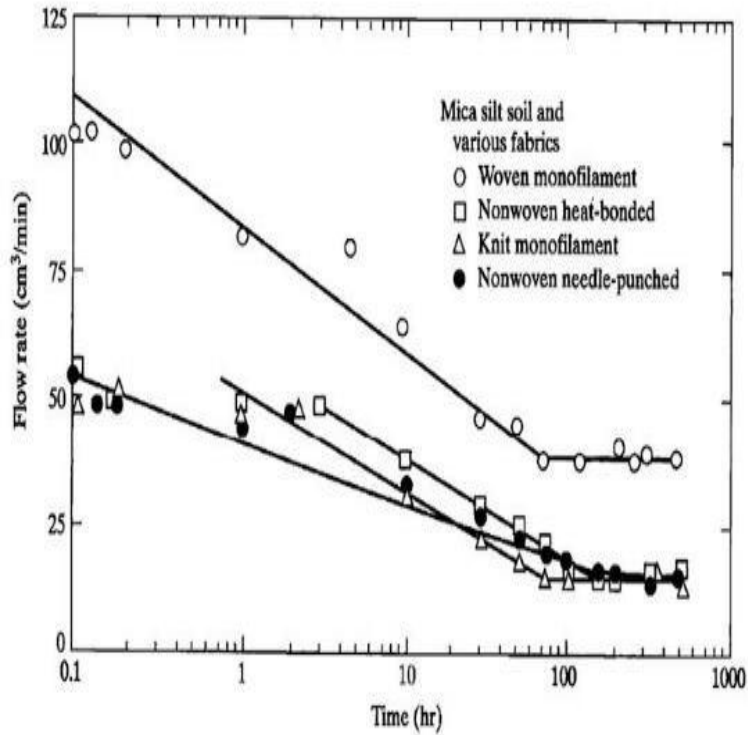
Tabla 9: TAA máximo según las condiciones de campo para una corriente duradera



Fuente: Holtz et al (2008).

Reglas de similitud a largo plazo, este sistema tiene como objetivo verificar si el geotextil realmente querrá funcionar de manera efectiva durante la existencia útil de la tarea. Para esto, se deben completar pruebas para mostrar cuánto puede obstruirse el material. La figura siguiente muestra la conducta alargada de varias clases de geotextiles en contacto con el terreno.

Figura 16: Ensayos de plazo largo sobre geotextil en contacto con el terreno.



Fuente: Koerner y Ko (1982)

Para el plan de la investigación contextual, se utilizarán los modelos FHWA para sub-filtración. Si la aplicación y las condiciones se denominan "menos extremas", la medida de acompañamiento debería aplicarse en caso de que el coeficiente de coherencia sea más notable que 3 ($Cu > 3$):

$$AOS (\text{geotextil}) \geq 3D15 (\text{suelo})$$

Si las aplicaciones y la condición siguen siendo "menos graves", sin embargo, si el Cu no es exactamente o equivalente a 3, la determinación de los geotextiles debe fundamentarse en el AOS más alto en la tabla siguiente. Finalmente, en el caso de que las aplicaciones y la condición se clasifiquen como "extremas", se recomienda completar las pruebas de filtración con el suelo y los estados de presión de la zona de

examen.

Geomallas de refuerzos entre subrasante y base, la utilización de la geomalla como soporte del asfalto tiene dos objetivos fundamentales. El primero es ampliar la existencia del asfalto. El segundo es disminuir el espesor de la base asfáltica sin disminuir su presentación en contraste con un plan de imprimación sin geomalla (Zornberg y Gupta, 2010). Para comprender la técnica del plan, es importante presentar los conceptos BCR y TBR.

El TBR (Traffic Benefit Ratio) se puede caracterizar como la proporción en la cantidad cíclica para que un asfalto llegue a un determinado estado de decepción (ahuecamiento) como para un asfalto no reforzado. Este valor pasa de 1,5 hasta 70 para los geotextiles (Shukla, 2002). La figura de abajo presenta esta idea gráficamente mostrando el ahuecamiento de un asfalto con respecto a la cantidad de cubos idénticos ignora el asfalto.

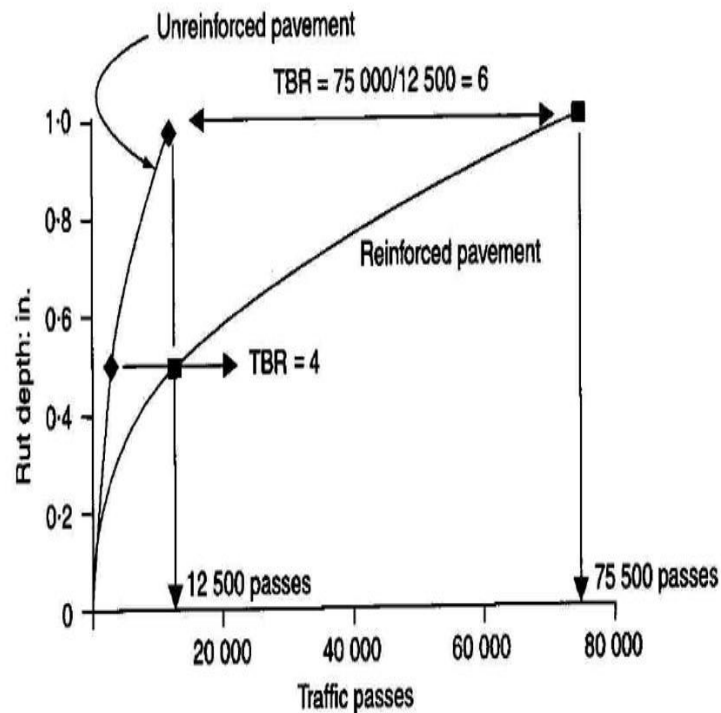


Figura 17: Valores estándar de TBR para pavimentos reforzados y no reforzados para lograr un ahuecamiento definido.

Fuente: Shukla (2002)

Geomallas de refuerzos entre subrasante y base, el BCR (Benefit Course Ratio) debe caracterizarse como la proporción entre el grosor de la base del asfalto no reforzado y el de un asfalto con refuerzo (Gupta y Zornberg, 2010). El sistema de trazado propuesto en esta teoría depende de la técnica de la AASHTO, rendición de 1993, que es la estrategia de trazado fundacional para los asfaltos adaptables habituales de las calles. Además, se utiliza el procedimiento propuesto en la normativa AASHTO 50-09, que incorpora la utilización de geomallas para el modelo subyacente del asfalto. Esto se puede conseguir con la normativa AASHTO de 1993. Seguidamente, se presenta el método de planificación aclarado para la mejora del asfalto a través del cual la utilización de los geotextiles para el soporte de la base.

El paso inicial es planificar el asfalto no reforzado. Para ello, se debe tener acceso a los diversos segmentos transversales, a los coeficientes primarios y de desecho y a los espesores del plano. Con estas cualidades, se debe determinar el número primario del asfalto no reforzado para ayudar al grado de cargas que necesita el concentrado de tráfico recién terminado. La condición a utilizar es la siguiente:

$$SN_{no\ reforzado} = a1 * D1 + a2 * m2 * D2 + a3 * m3 * D3$$

Entonces, en ese punto, se debe determinar el W18 (ESAL'S) gráficamente o utilizando la ecuación introducida a continuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{P_i - P_t}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Para esta estimación es importante contar con los límites adjuntos:

- El límite de calidad constante (R)
- La desviación típica global (So)

- Los módulos de resistencia convincente (M_r) de los materiales utilizados para la subrasante
- El registro de utilidad subyacente (P_i)
- El registro de utilidad definitivo (P_t)

Como objetivo del plan para esta situación es disminuir el grosor de la capa total de la base (D_{2R}), este espesor debe modificarse para adquirir el número primario determinado para el caso sin refuerzo. Para ello, es importante utilizar los factores primarios, de residuos y de espesor de las estructuras no reforzadas. Por ejemplo, en el caso de que el nuevo grosor de la base no está realmente fijado, se debe utilizar la condición adjunta:

$$D_{2R} = SN_{no\ reforzado} - a_1 * D_1 - a_3 * m_3 * D_3 / BCR * a_2 * m_2$$

III.METODOLOGÍA

INFORME DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO

Mirian Balestrini A. (2006) plantea que la estructura metodológica "alude a la razón que implica el ordenamiento de una metodología operativa consistente y especializada entendida en cada ciclo de exploración, para hacerlos mostrar y organizar; para permitir encontrar e investigar los supuestos del estudio y reproducir la información, a partir de ideas hipotéticas regulares operacionalizadas "(p.125). En definitiva, es la estructura metódica para la reelección, solicitud y estudio de los datos, lo que permite comprender los resultados dependientes del tema que se analiza.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para (Borja, 2012) "La técnica científica es el método que se sigue para abordar las direcciones de estudio que surgen sobre los diferentes eventos que suceden en la naturaleza y sobre los temas que influyen en la sociedad. Pensado en este estudio, se aplicará el procedimiento científico adjunto."

La técnica científica se aplicará después de los sistemas que muestra, es decir, a cuenta del estudio actual, se controlará las variables V2 "Análisis técnico-económico", agregando la variable V1 de "Material geosintético", para obtener resultados, con lo que se resolverán las hipótesis pensadas.

Según estas contemplaciones, en este estudio se utilizará el **Método: Científico**. El alcance de la investigación se limita a los pavimentos flexibles, no aplicará para la ejecución en pavimentos rígidos.

Para (Borja, 2012) se suman a la extensión del Conocimiento Científico, planteando nuevas hipótesis o cambiando las existentes. Posteriormente, se tiende a deducir que este estudio es de **tipo aplicado** ya que el especialista intenta abordar un tema, descubrir respuestas a indagaciones explícitas. Con todo, la acentuación del estudio aplicado es el objetivo viable de un tema en una circunstancia sólida.

Como indica Tamayo y Tamayo (2006), el tipo de investigación esclarecedora incorpora la descripción, alistamiento, investigación y traducción de la naturaleza

del flujo y la organización o ciclos de los eventos; el énfasis está en las decisiones predominantes o en cómo un individuo, grupo, funciona en el presente.

El nivel de investigación de este estudio por lo tanto según su motivación es **Descriptivo**.

Para (Kerlinger, 2002), mantiene que la disposición y estructura de una investigación se denomina comúnmente plan de investigación. Es la disposición y estructura de un estudio destinado a obtener respuestas a las preguntas de una investigación. La configuración de exploración muestra el mejor enfoque para conceptualizar un problema de estudio y el mejor enfoque para colocarlo dentro de una estructura que sea una guía para la investigación o no (como para esta situación de un plan sin experimentación) y para el surtido de información y la investigación.

El plan de esta exploración en cuanto a su control de factores es en esta línea **no experimental**, metodológicamente se caracteriza por su tipología, que es **descriptiva**.

Como indica (Hernández-Sampieri, 2014) hace referencia a que, para el ciclo cuantitativo, el ejemplo es un subgrupo del número de habitantes de interés sobre el que se recabará información.

Este estudio, según la idea de la información, se centra en una **metodología cuantitativa**, ya que trata de mejorar el límite de la cantidad de las pruebas, que se planea lograr a través del surtido de información, lo que nos permitirá hacer una investigación detallada de los factores que serán estimados por métodos para datos evaluados.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variables:

- V2 "Análisis técnico-económico",
- V1 "Material geosintético"

3.3. POBLACIÓN (MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANALISIS.

Población

“Estadísticamente la población es la cantidad de elementos resultado de un tema de estudio;”. (Fidias, 2012)

La población para la presente tesis son pistas con pavimento flexible de 14 km en las que se quiera optimizar su subbase blanda mediante materiales geotextiles.

Muestra y unidad de análisis.

Según (Fidias, 2012) menciona que un grupo específico y que delimita la división de la población se define como muestra.

La muestra a usar estará definida por el tramo de 3km de pavimento flexible de la carretera Majes Módulo A, Arequipa, 2021.

Muestreo

Muestreo: “Hay dos metodologías para elegir muestras de población: el muestreo probabilístico y el muestreo no probabilístico o de juicio.” (Martínez-Bencardino, 2012)

De acuerdo la investigación realizada en este caso el muestreo que se realizará es **no probabilístico del tipo intencional**, ya que se va a seleccionar una infraestructura determinada de donde se van a obtener las muestras. Con respecto a nuestro examen, se conectará la percepción directa de las realidades (imágenes fotográficas, investigación narrativa, planes), lo que nos permite recopilar datos exactos y específicos sobre nuestras unidades de investigación.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

"La selección de instrumentos y estrategias de surtido de información implica descubrir por qué sistemas o medios el analista adquirirá los datos que necesita

para lograr el objetivo de la investigación". (Hurtado, 2000)

Los procedimientos de recabado de información que se utilizarán para el estudio adjunto son:

- Técnicas bibliográficas: se usaron para tener la opción de trabajar con datos compuestos, por ejemplo, libros y distribuciones que tienen que ver con el punto a investigar para componer el sistema hipotético.
- Técnica virtual (Gras, 2020): se tomó la información de la norma de carreteras, biblioteca virtual a través de internet, ya que la web es un campo muy amplio en donde podemos comparar las tendencias locales nacionales e internacionales sobre el método de aplicación de material geotextil en el pavimento flexible.
- Observación de la muestra
Se realizará un análisis visual-estructural-constructivo como también se visualizará el estado de conservación de los elementos principales que conforman la muestra.

Con respecto a los instrumentos a usar son los siguientes:

- Ficha de campo: es la ficha con la cual determinaremos el punto crítico de todas las muestras.

En el trabajo de investigación actual se usaron dos clases de materiales, de oficina y de campo; a través de los cuales se determinará cuanto influye técnica y económicamente el material geotextil en el pavimento flexible.

Tabla 10: *Principales materiales empleados en el desarrollo de la investigación.*

MATERIALES DE CAMPO	MATERIALES ESCRITORIO
Cámaras fotográficas	Computadora - PC
Winchas	Excel
	VisualStudio

Niveles de mano

Plotter

Documentación bibliográfica

Artículos científicos

AutoCAD – Planos

Fuente: Elaboración propia

Se van a utilizar las fichas técnicas, porque son las más prácticas y en ellas se puede representar cada uno de los aspectos de la aplicación de geotextiles analizados. Se eligió este instrumento porque en él se pueden representar todos los datos necesarios para el análisis y evaluación de la influencia tanto técnica como económica de la aplicación de materiales geotextiles sobre el pavimento flexible. Según Gutiérrez, A. (1995) “Las fichas técnicas recogen datos obtenidos mediante la observación directa y la entrevista” (p.87).

- El análisis de las muestras: con las muestras obtendremos los resultados que deseamos y podremos verificar si nuestras hipótesis son correctas.
- Se van a comparar los datos de las capacidades técnicas y de los costos entre los pavimentos flexibles con materiales geosintéticos y sin ellos.

Tabla 11: *Técnicas e Instrumentos.*

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
TÉCNICAS BIBLIOGRÁFICAS	SOFTWARE VISUALSTUDIO
COMPARACIÓN DE DATOS OBSERVACIÓN DE LA MUESTRA	FICHA TÉCNICA IMÁGENES FOTOGRÁFICAS

Fuente: Elaboración propia

Así, los instrumentos y estrategias se resumen por métodos para que la estrategia reaccione a los prerrequisitos del tema, que será de clase documental (bibliográfico), mientras que el instrumento a usar será la hoja de campo que permitirá recoger la información fundamental. para, más tarde, ser manipulado y diseccionado. Esto impulsará el uso del curado del concreto como estrategia, teniendo en cuenta que "pretende crear un proceso de trabajo más confiable a través del ordenamiento de la creación, así como abordar en grupo las razones de la fluctuación en los ciclos" (Ballard y Howell, 1998). Asimismo, se utilizarán tablas para información sobre ciclos de trabajo, registros fotográficos, así como informes diarios y una base de información.

Técnicas de surtido de información.

Reaccionando al plan de la investigación de campo documental, el plan de exploración reacciona a las etapas que siguen:

Análisis de aplicación técnica y económica. Se creará una ficha técnica para fomentar la variedad de información de las distintas aplicaciones del material geosintético. En esta etapa, se presentan las principales cualidades subyacentes de la infraestructura estudiada.

Aseguramiento de la administración de ciclos dependientes de los estándares de aplicación del material geosintético en el pavimento flexible. La construcción elegida se relaciona con el uso y el desarrollo privado con un marco de flexibilidad restringido. Asociación de investigación y estudio de información: los científicos estructuran y ordenan la información adquirida en un plan que permitirá mejorar la exploración sobre el tema.

Composición exploratoria: etapa en la que los especialistas presentes registran en papel los logros, otorgando su tipo específico de composición y estilos. Se presentarán los resultados y descubrimientos sobre el tema y se darán a conocer los fines al público en general.

Procesamiento de la información

Este estadio se presenta posterior a la aplicación del instrumento y finalizada la

recolección de los datos, donde se procederá a aplicar el análisis de los datos para dar respuesta a las interrogantes de la investigación. (Hevia, 2001)

El estudio documental es una actividad académica que ofrece un ascenso a un efecto secundario o informe opcional que funciona como intermediaria o un instrumento de investigación necesario entre el primer registro y el usuario que menciona los datos. La capacidad del erudito se debe a la forma en que el documentalista debe hacer un ciclo de interpretación e investigación de los datos de los informes y luego incorporarlos. (Castillo, 2005)

3.5. PROCEDIMIENTOS

La información general sobre el lugar de estudio corresponde a la zona de 3 kilómetros de la Carretera Majes-Arequipa, que consta de una obra de pavimentación realizada mediante pavimento flexible, donde se va a realizar la recopilación de datos procedentes de campo para la elaboración de la presente investigación.

En opinión de (Gómez, 1993) señala que: "El principal objetivo del procedimiento es el de obtener la mejor forma de llevar a cabo una actividad, considerando los factores del tiempo, esfuerzo y dinero".

Fase 1: Emplear técnicas de planificación geotextil, examinar la practicidad financiera y especializada y proponer detalles especializados para el trabajo de desprendimientos aplicados entre subbase y subrasante en asfaltos adaptables.

1.1 Diseño por determinación utilizando la normativa AASHTO M288-96.

1.2. Planificación por trabajo utilizando el enfoque propuesto en el libro "Planificación con geosintéticos" del Dr. Koerner.

1.3 Analizar la posibilidad de utilizar el geotextil desde una perspectiva especializada.

1.4 Analizar la viabilidad de la utilización del geotextil desde la perspectiva financiera.

1.5. Realización de detalles especializados de los materiales para su aplicación.

Fase 2: Emplear estrategias de plan de geotextiles, investigar posibilidad especializada y monetaria y aportar particularidades especializadas para los trabajos de filtración aplicados en marcos de sub-residuos en asfaltos adaptables.

2.1. Planificación en particular utilizando la norma AASHTO M288-96.

Para cada detalle, se constató que el material se ajusta a las características introducidas en la normativa M288-96. Estas cualidades son la base necesaria para garantizar la robustez de los geotextiles.

2.2. Planificación por trabajo dependiente de la estrategia prevista en la norma FHWA NHI-07-092 y en la publicación "Planificación con Geosintéticos" del Dr. Koerner.

Esta planificación se realizó mediante los siguientes puntos:

Evaluación de caudal

Evaluación de la amplitud de la línea

Evaluación del segmento de subdren

Plan de filtración geotextil

Estándares de mantenimiento

Modelos de porosidad

Modelo de permitividad

Criterios de colmatado.

Investigación especializada

Estimación del valor primario (SN) y W18 del asfalto con geotextiles

Estimación del valor subyacente (SN) y W18 del asfalto sin geotextiles

Correlación de trabajabilidad del asfalto

2.3. Análisis de la posibilidad de utilizar el geotextil desde una perspectiva especializada.

2.4. Investigación de la viabilidad de la utilización de geotextiles desde una perspectiva monetaria.

2.5. Realización de detalles especializados del material para la aplicación.

Fase 3: Utilizar estrategias de plan de geomallas, desglosar la practicidad especializada y financiera y proponer determinaciones especializadas para los trabajos de soporte aplicados entre la subbase y la subrasante en asfaltos adaptables.

3.1. Planificación en detalle utilizando la normativa AASHTO R-50.

3.2. Configuración utilizando el software Spectra Pave 4 Pro.

3.3. Análisis de la practicidad de utilizar geomallas desde una perspectiva especializada.

3.4. Análisis de la viabilidad de la utilización de geomallas desde la perspectiva monetaria.

3.5. Realización de detalles especializados del material para la aplicación.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

El sistema para diseccionar la información que necesitaremos será el de estudio fáctico:

Análisis unido a la hipótesis: todas las hipótesis formuladas deben ser comprobadas, en ciertos casos se utiliza la estadística inferencial.

La elaboración de los datos será asistida a través de la caracterización, la solicitud de la información obtenida para el manejo de la investigación medible utilizando programación, por ejemplo, Excel, que permite interpretar resultados, establecer el motivo del estudio y llegar a inferencias en luz de los objetivos establecidos. en el estudio. Además, se utilizarán diagramas, gráficas, tablas dinámicas, similares entre los diferentes instrumentos mencionados anteriormente.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

El artículo 06 del Código de Ética del CIP dice: “El ingeniero debe avanzar y velar por la sinceridad, honradez y orgullo de su vocación, contribuyendo con su directa concertación para que se plasme y mantenga un pleno respeto por ella y sus

individuos, en vista de la autenticidad y respetabilidad con que se desempeña. En este sentido, deben ser directos e imparciales. Al servicio de la sociedad en general, sus gerentes y sus clientes con lealtad; deben esforzarse por expandir el renombre, la calidad y la capacidad de diseñar y mantener sus fundamentos expertos y académicos" (CIP, 2011).

Ávila, MG (2002), nos revela que "La actividad de exploración lógica y la utilización de la información entregada por la ciencia exigen prácticas morales en el especialista y en el educador. La deshonestidad directa no es bienvenida en la práctica lógica. Debe ser aclamada y el que con intereses específicos deteste la moral en un estudio, mancha la ciencia y sus elementos y se adultera a sí mismo. Existe un acuerdo general de que lo no confiable debe mantenerse a una distancia estratégica del acto científico. Es más inteligente hacer las cosas directamente que tratarlos inmoralmemente. Sin embargo, el tema no es sencillo, a la luz de que no hay reglas inconfundibles e indudables. La moral maneja las circunstancias conflictivas sujetas a decisiones morales" (p.93).

En este estudio, los privilegios de los individuos incluidos se han considerado totalmente; se instruyó al propietario sobre la explicación y motivación del estudio, considerando que el propietario podría negarse a interesarse por él.

Todos los datos e información de los propietarios de cada casa se mantienen discretos, accediendo así a las normas morales de estudio: pauta de equidad (todos los propietarios recibieron un trato similar), regla de valor (liberado de riesgo para el propietario); Además, su información se utilizó de forma distinta con fines de investigación, con extrema seguridad; en general, se consideró el privilegio del secreto.

Se aclara que los datos adquiridos en el estudio actual se utilizarán para satisfacer los destinos de la investigación.

Los puntos de vista morales considerados en esta empresa se identifican con la progresión de la ciencia y la innovación; Se pueden sentir como obstáculos para el científico, sin embargo, la mejora del ciclo de proceso es la tarea principal que tienen sus individuos, a fin de actualizar el ciclo, al mismo tiempo, lo más importante, tiene el objetivo de garantizar los privilegios de individuos a través del

respeto por el esfuerzo humano.

En este estudio se considera que el ejemplo no implica ningún peligro moral, se hará referencia a la información recabada de forma hipotética y explícita y se considerará la creatividad del registro, además se demuestra que todos los datos propuestos y recogidos son válidos.

La información propuesta en la investigación tendrá un incomparable nivel de calidad y precisión confiable en su surtido, se pensará en la veracidad de una similar. De manera similar, el surtido hipotético se compara con un estudio concentrado de las hipótesis recopiladas de diferentes registros, considerando las reglas mencionadas por la universidad y el colegio de ingenieros.

IV. RESULTADOS

Ubicación del área de estudio

Departamento: Arequipa

Provincia: Caylloma

Distrito: Majes



Figura 20: Ubicación de muestra en Modulo A Majes-Arequipa

Fuente: Propia

Esta sección tiene la intención de construir el plan relacionado para la investigación contextual introducida. En un primer momento se realizó la configuración del geotextil para el trabajo de división entre la subrasante y la base. En ese momento, se mostró el plan relativo a los geotextiles utilizado para los trabajos de filtrado aplicado como envolventes de un entramado de sub-filtración longitudinal. Finalmente, se llevó a cabo un plan identificado con la mejora del espesor del asfalto utilizando geomallas triaxiales (TX160). En los tres tipos, se completó un estudio especializado y monetario para analizar la viabilidad de utilizar los geotextiles para estos usos. Los alcances del

estudio financiero solo incorporaron los gastos del material, pero no el trabajo necesario, transporte, entre otros.

Analizar la viabilidad técnica y económica al emplear metodologías de diseño con material geosintético para la función de separación de aplicación de la subbase y la subrasante en pavimento flexible.

Para la investigación contextual, se elaboró un proyecto con los geotextiles aislando el material granular colindante y la subrasante. Las reglas del mismo se tomaron de la normativa AASHTO M288-96 y de la publicación "Planificación con geosintéticos" del Dr. Koerner. Luego, se realizó el estudio por determinación y por trabajo para los geotextiles de partición. En ese momento, la información obtenida se utilizó para completar el estudio especializado y financiero de la utilización del geotextil para esta aplicación.

Planificación específica

El objetivo en particular era utilizar la normativa AASHTO M288-96 para el trabajo de partición. Es fundamental recordar que este estándar significa garantizar la resistencia del geotextil para que mantenga sus propiedades después del establecimiento. Para los geotextiles no tejidos las necesidades son las que aparecen en la figura siguientes.

Diseño por Especificación Diseño por Función Análisis Técnico Análisis Económico

Propiedades requeridas para supervivencia de Geotextil según AASHTO M288

Datos de Entrada

Propiedad del geotextil a emplear

% de elongación del Geotextil

<50% (Geotextil Tejido)
 >50% (Geotextil No Tejido)

Calcular Borrar

Datos de Salida

	Método de ensayo	Valores	Unidades
Clase del Geotextil		clase 2	
Resistencia a la Tensión (Grab)	ASTM D4632	700	N
Resistencia al Rasgado	ASTM D4533	250	N
Resistencia al Punzado	ASTM D4833	250	N
Resistencia al Estallido (Mullen Burst)	STM D4786	1300	KPa
Permitividad	ASTM D4991	0.02	s-1
Tamaño de apertura aparente (TAA)	ASTM D4751	0.6	mm
Estabilidad Ultravioleta	ASTM D4355	50%/500h	%

Figura 21: Especificación para asegurar los geotextiles no tejidos como separadores de capas. AASHTO 288-96

Fuente: Propia

Planificación por trabajo

En cuanto al trabajo de separación, este enfoque de plan comprendía decidir ciertas propiedades base que los geotextiles comerciales deberían tener para su correcta actividad. Entre ellos se hallan la protección contra la presión, las explosiones y los golpes. Los límites utilizados para el plan por división para la investigación contextual se encontraron los siguientes:

- Presiones de inflado: Tal y como indica el informe de la tarea, el factor de presión de contacto de las ruedas utilizadas fue de 5,60 kg / cm², que es comparable a 550 KPa u 80 psi.
- Ancho mayor del total: 25 mm.

- Formas y tamaños de los objetos punzantes: Subajustado / Relativamente pequeño.

Los elementos utilizados para golpear a la oposición:

- S1 (índice de protrusiones): 0,4
- S2 (índice de escalas): 0,4
- S3 (índice de formas): 0,5

Los coeficientes de disminución seguidos para el plan fueron:

- Índice de reducción por daño al establecimiento: 2.5
- Índice de reducción para chorro de plásticos: 2,5
- Índice de disminución por corrupción sintética y natural: 1.5

Los coeficientes de bienestar utilizados fueron:

- Voltaje FS: 2
- Ráfaga FS: 2
- Punzonado FS: 2

Los cálculos realizados para el plan por obra fueron los siguientes:

Rigidez (Grab):

$$d_v = 0.33d_a = 0.33 * 25 = 8.25 \text{ mm}$$

$$T_{req} = p'(d_v)^2[f(\epsilon)] = (80 * 6.89476) * (8.25/1000)^2 * 0.525 * 1000 = 19.71 \text{ N}$$

$$T_{perm} = T_{req} * FS = 19.71 * 2 = 39.42 \text{ N}$$

$$T_{ult} = T_{perm} * \Pi FR = 39.42 * (2.5 * 2.5 * 1.5) = 369.55 \text{ N}$$

Resistencias al estallido o reventado (Mullen burst)

$$d_v = 0.33d_a = 0.33 * 25 = 8.25 \text{ mm}$$

$$T_{\text{req}} = 1/2 p' d_v [f(\epsilon)] = \frac{1}{2} * (80 * 6.89476) * (8.25/1000) * 0.525 * 1000 = 1194.52$$

$$T_{\text{ult}} = T_{\text{perm}} * \Pi\text{FR} = 2389.03 * (2.5 * 2.5 * 1.5) = 22397.2 \text{ N/m}$$

$$T_{\text{perm}} = T_{\text{req}} * \text{FS} = 1194.52 * 2 = 2389.03 \text{ N/m}$$

$$P_{\text{test}} = \frac{2 * T_{\text{ult}}}{d_{\text{test}} * [f(\epsilon)]} = \frac{2 * 22397.2}{0.03 * 0.525 * 1000} = 2844.09 \text{ Kpa}$$

Resistencia al punzonamiento

$$F_{\text{req}} = p'(d_a)^2 S_1 S_2 S_3 = (80 * 6.89476) * (25/1000)^2 * 0.4 * 0.4 * 0.5 * 1000 = 27.58 \text{ N}$$

$$F_{\text{perm}} = F_{\text{req}} * \text{FS} = 27.58 * 2 = 55.16 \text{ N}$$

$$F_{\text{ult}} = F_{\text{perm}} * \Pi\text{FR} = 55.16 * (2.5 * 2.5 * 1.5) = 517.11 \text{ N}$$

La figura siguiente muestra el formato elaborado para el diseño por función de los geotextiles separadores. Se puede comprobar las tres características mecánicas que tienen que presentar los materiales con esquemas correspondientes a cada ensayo.

The screenshot shows a software interface for geotextile design, divided into three main sections: 'Datos de Entrada', 'Datos de Salida', and 'Factores de Reducción' and 'Factores de Seguridad'.

Datos de Entrada:

- Parámetros Iniciales:
 - Presión de Inflado (p'): 80 psi
 - Diámetro prom. de agregado (d_a): 25 mm
 - Función de deformación del geotextil $f(\epsilon)$: 0.525
 - Forma y Tamaño de Objeto Punzante: Subredondeada/Relativamente pequeña
- Factores de Reducción:
 - Daños de Instalación: 2.5
 - Flujo Plástico (Creep): 2.5
 - Degradación Química/Biológica: 1.5
- Factores de Seguridad:
 - FS Tensión: 2
 - FS Estallido: 2
 - FS Punzado: 2

Datos de Salida:

Resistencia a la Tensión (Grab):

- Tensión Requerida (T_{req}): 19.71 N
- Tensión Permisidad (T_{perm}): 39.42 N
- Tensión Última (T_{ult}): 369.55 N
- Fórmula empleada: $T_{req} = p'(d_v)^2[f(\epsilon)]$
- Esquema: Geotextil sometido a tensión en campo y en laboratorio. Problema en campo: Ensayo en laboratorio:

Resistencia al Estallido (Mullen Burst):

- Resistencia Requerida (T_{req}): 1194.52 N/m
- Resistencia Permisidad (T_{perm}): 2389.03 N/m
- Resistencia Última (T_{ult}): 22397.2 N/m
- Presión del ensayo al reventado: 2844.09 Kpa
- Fórmula empleada: $T_{req} = \frac{1}{2} p' d_v [f(\epsilon)]$
- Esquema: Geotextil sometido a estallido en campo y en laboratorio. Problema en campo: Ensayo en laboratorio:

Resistencia al Punzonado:

- Fuerza Requerida (T_{req}): 27.58 N
- Fuerza Permisidad (T_{perm}): 55.16 N
- Fuerza Última (T_{ult}): 517.11 N
- Fórmula empleada: $F_{req} = p'(d_a)^2 S_1 S_2 S_3$
- Esquema: Geotextil sometido a punzonado en campo y en laboratorio. Problema en campo: Ensayo en laboratorio:

Figura 22: Diseños de geotextil separación desarrollados en Visual Studio.

Fuente: Propia

Cabe nombrar que los materiales granulares a utilizar en la longitud de la calle tendrían una dimensión de piedra similar más extremo, de esta manera, el plano del geotextil de división realizado se puede aplicar a todo el segmento de investigación.

Estudio especializado

El estudio especializado completado consistió en observar en términos de tarifas la disminución en el número total de ejes W18 comparables con asfalto adaptable. Para

ello, se disminuyó el espesor de la capa granular en contacto con la subrasante, imitando un asfalto sin geotextiles aislantes con un grosor contaminado a largo plazo. Este estudio dependía del entendimiento de que el grosor manchado con materiales finos de la subrasante no aumentaría la cantidad subyacente del asfalto. Los límites requeridos para esta investigación son los que siguen:

- Límites del plan de carreteras:
- Niveles de confiabilidad (R): 90%
- Desviaciones estándar normales (Zr): - 1.282
- Desviaciones estándar globales (So): 0.45
- Archivos de viabilidad al inicio: 4.2
- Registros de funcionalidad al fin: 2

Cálculos del grado subyacente (SN) y W18 del asfalto con geotextiles:

$$SN1 = a1 * D1 = 0.57 * 2.4 = 1.37$$

$$SN2 = a2 * m2 * D1 = 0.14 * 1 * 8 = 1.12$$

$$SN3 = a3 * m3 * D3 = 0.11 * 1 * 8 = 0.88$$

$$SN = SN1 + SN2 + SN3 = 1.37 + 1.12 + 0.88 = 3.37$$

Si se reemplaza en la ecuación AASHTO-1993 se calcula W18:

$$\log_{10}(W_{18c}) = -1.282 * 0.45 + 9.36 * \log_{10}(3.37 + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{4.2 - 2}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(3.37 + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(10350) - 8.07$$

El valor de W18 logrado para pavimentos con geotextiles fue: W18c = 2312732 ESAL's
Cálculos para número estructural (SN) y W18 de pavimentos sin geotextiles

$$SN1=a1*D1=0.57*2.4=1.37$$

$$SN2=a2*m2*D2=0.14*1*8=1.12$$

$$SN3=a3*m3*D3=0.11*1*6=0.66$$

$$SN=SN1+SN2+SN3=1.37+1.12+0.66=3.15$$

Si se reemplaza en la ecuación AASHTO-1993 se calcula W18:

$$\log_{10}(W_{18s}) = -1.282 * 0.45 + 9.36 * \log_{10}(3.15 + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{4.2 - 2}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(3.15 + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(10350) - 8.07$$

El valor de W18 logrado para pavimentos sin geotextiles fue: W18s = 1473567 ESAL's

Comparación de serviciabilidad del pavimento.

En esta ocasión se halló el grado de disminución de serviciabilidad de las estructuras sin geotextiles en relación a estructuras con geotextiles:

$$\text{Disminución de serviciabilidad: } \frac{W_{18C} - W_{18S}}{W_{18C}} * 100 = \frac{2312732 - 1473567}{2312732} * 100 = 36.3\%$$

La figura siguiente muestra los análisis mencionados para una disminución de la subbase en 2 pulgadas. Es posible apreciar que los porcentajes de disminución del índice de serviciabilidad disminuyen en un 36.3% generando impactos negativos en la vida útil del pavimento.

Diseño por Especificación Diseño por Función **Análisis Técnico** Análisis Económico

Datos de Entrada

Diseño de carretera sin geosintéticos

Capas	Coefficient e Estructural	Coefficiente de Drenaje mi	Espesor de Capa Di pulg
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.40
Base Granular	0.14	1	8
Sub-base Granular	0.11	1	8

Parámetros de diseño de carretera

Confiability (R) 90%

Desviación Estandar Normal (Zr) -1.282

Desviación Estandar Global (So) 0.45

Indice de Serviciabilidad Inicial (PSI I) 4.2

Indice de Serviciabilidad Final (PSI F) 2

Modulo de Resiliencia (Mr) 10350 PSI

Esesor de Reducción: Reducción de espesor de sub-base por contaminación de material: 2 pulg

Calcular Borrar

Datos de Salida

Estructura Inicial / Estructura con geotextil

Capas	Coefficient e Estructural	Coefficiente de Drenaje mi	Espesor de Capa Di	Número estructural al Si
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.4	1.37
Base Granular	0.14	1	8	1.12
Sub-base Granular	0.11	1	8	0.88

Número Estructural SN 3.37

Número Total de Ejes Equivalentes N18 2312732

Comparación de serviciabilidad del pavimento

% de Reducción del Índice de Serviciabilidad entre estructura inicial y estructura con material contaminado 36.28%

Diseño de carretera sin geosintéticos

Capas	Coefficient e Estructural	Coefficiente de Drenaje mi	Espesor de Capa Di	Número estructural al Si
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.4	1.37
Base Granular	0.14	1	8	1.12
Sub-base Granular	0.11	1	6	0.66

Número Estructural SN 3.15

Número Total de Ejes Equivalentes N18 1473569

Esesor de sub-base para mantener SN

Esesor de Sub-base requerido para mantener número estructural inicial en caso no se emplee geotextil 10 pulg

Figura 23: Análisis técnico para la función de separado en desarrollo de visual Studio.
Fuente: Propia

El estudio técnico se elaboró contando con el diseño de estructuras de cada parte. La tabla siguiente presenta estos análisis en los cuales se usaron espesores diferentes de subbase contaminada para verificar el grado de disminución de serviciabilidad del asfalto. El resultado mostrado muestra como aumenta la serviciabilidad de manera gradual del asfalto con geotextiles respecto a un asfalto que no los utiliza.

Tabla 12: Análisis técnico de la utilización de geotextiles de separación entre subrasante y subbase.

Espesores investigados										
Tramos	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5

1	5.4	10.4	15.3	19.9	24.3	28.5	32.5	36.3	39.9	43.3
2	5.9	11.5	16.8	21.9	26.6	31.1	35.4	39.4	43.2	46.8
3	6.1	11.9	17.3	22.5	27.4	32	36.3	40.4	44.3	48
4	6.1	11.9	17.3	22.5	27.4	32	36.3	40.4	44.3	48
5	6.1	11.9	17.3	22.5	27.4	32	36.3	40.4	44.3	48
6	6.5	12.7	18.5	23.9	29.1	33.9	38.4	42.7	46.7	50.5

Fuente: Propia.

Estudio financiero de la utilización de geotextiles

El estudio financiero trató de contrastar el gasto de un asfalto y un grosor conciliador en la capa de grano contigua a la subrasante en cuanto a uno que mantiene los grosores del plano subyacente, pero incluyendo geotextiles aislantes. Este grosor adicional se compararía con un grosor similar del material contaminado, por lo que contribuye fundamentalmente al asfalto durante un tiempo de vida determinado. En este sentido, es muy posible garantizar que el grado subyacente del asfalto no se vea perjudicado. Para esta investigación, era importante tener costos de referencia para los materiales. Asimismo, la carga del geotextil utilizado se consiguió mediante el método de planta descrito anteriormente. La información utilizada para la investigación fue la siguiente:

Espesor de capa del área 1 con geotextiles:

- D1: 2,4"
- D2: 8"
- D3: 8"

Espesor de capa del área 1 con grosor conciliador:

- D1: 2,4"
- D2: 8"

- D3: 10"

Precio del material:

- Placa de asfalto: 190 \$/m³
- Base granular: 40 \$/m³
- Subbase granular: 32 \$/m³
- Geotextiles: 1 \$/m²

Estimación del costo por metro cuadrado de asfalto con geotextil

Costo de placa de asfalto = $D1 * P1 = 0.061 * 190 = 11.58$ \$/m²

Costo base granular = $D2 * P2 = 0.203 * 40 = 8.13$ \$/m²

Costo granular de la subbase = $D3 * P3 = 0.203 * 32 = 6.50$ \$/m²

Costo completo del asfalto = $11.58 + 8.13 + 6.5 + 1 = 27.21$ \$/m²

Ecuación 1: Cálculos del costo con geotextil.

Cálculos del costo por metro cuadrado de asfalto sin geotextil

Costos de placa de asfalto = $D1 * P1 = 0.061 * 190 = 11.58$ \$/m²

Costo base granular = $D2 * P2 = 0.203 * 40 = 8.13$ \$/m²

Costo granular secundario = $D3 * P3 = 0.254 * 32 = 8.13$ \$/m²

Costo completo del asfalto = $11.58 + 8.13 + 8.13 = 27.84$ \$/m²

Ecuación 2: Cálculo de costos sin geotextil.

Comparaciones de costos de material asfáltico

Se trató de decidir el nivel de fondos de reserva en material entre el diseño con geotextiles de división y la construcción sin geotextil, sin embargo, con un grosor conciliador de 2 pulgadas extra.

$$\text{Ahorro en materiales: } \frac{\text{Precio}_{\text{sin gt}} - \text{Precio}_{\text{con gt}}}{W_{\text{sin gt}}} * 100 = \frac{27.84 - 27.21}{27.84} * 100 = 2.25\%$$

La Figura siguiente muestra la investigación monetaria realizada donde se analizó el asfalto con un espesor conciliador y el que mantiene los espesores en planta que incorpora un geotextil divisorio. El diseño mostrado es fundamental para la investigación creada en Visual Studio.

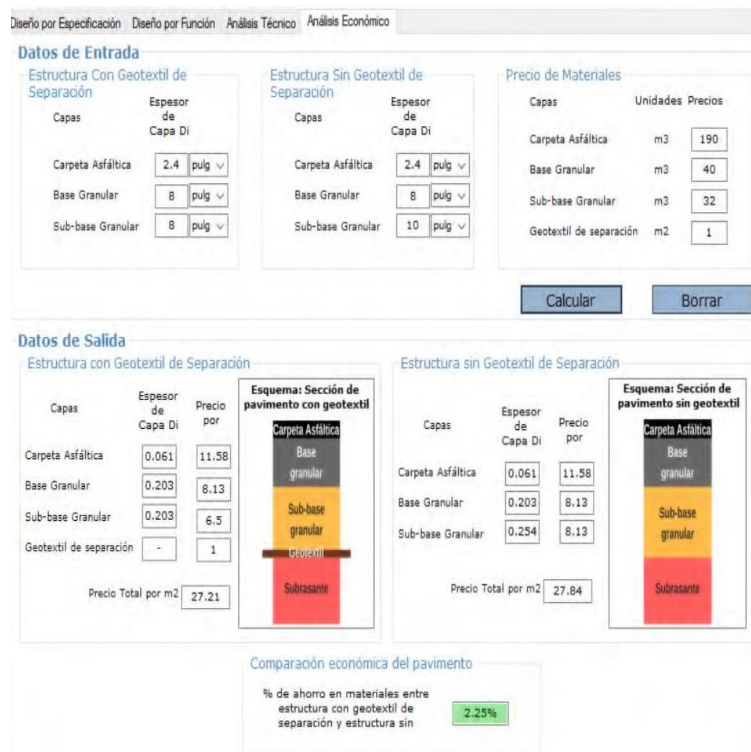


Figura 24: Evaluación económica entre pavimentos con espesor conciliador y pavimento sin espesores adicionales, pero con geotextiles de separación con Visual Studio.

Fuente: Propia

La investigación monetaria se realizó considerando el modelo subyacente de cada segmento y dependiente de los costos referenciales de los materiales utilizados. La Tabla siguiente presenta el estudio financiero comparado con dos asfaltos. Desde una perspectiva, un asfalto que incorpora un espesor de subbase adicional llamado

espesor conciliador. Por otra parte, un asfalto que mantiene el grosor de sus capas, sin embargo, utiliza un geotextil aislante. Las calidades presentadas en la tabla siguiente muestran los fondos de ahorros obtenidos del asfalto con geotextil en cuanto al asfalto a utilizar de espesor conciliador.

Tabla 13: *Investigación económica contrastando asfalto y geotextil de división en cuanto al asfalto con espesor de subbase conciliatorio.*

Tramos	Espesor analizado									
	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5
1	-3.02	-2.23	-1.46	-0.69	0.06	0.8	1.53	2.25	2.96	3.65
2	-3.38	-2.5	-1.63	-0.77	0.07	0.89	1.7	2.5	3.29	4.06
3	-3.5	-2.59	-1.69	-0.8	0.07	0.92	1.76	2.59	3.4	4.2
4	-3.5	-2.59	-1.69	-0.8	0.07	0.92	1.76	2.59	3.4	4.2
5	-3.5	-2.59	-1.69	-0.8	0.07	0.92	1.76	2.59	3.4	4.2
6	-3.83	-2.82	-1.84	-0.87	0.07	1	1.92	2.81	3.69	4.55

Fuente: Propia.

Determinaciones especializadas

La determinación adjunta presenta las necesidades importantes para la utilización de geotextil como una división entre materiales granulares y subrasante en asfaltos. En esta línea, se trata de garantizar la adecuada actividad de la situación, alejándose de la disminución de espesores apremiantes. Este detalle incorpora la hoja especializada del geotextil determinada para el emprendimiento, se incorpora la capacidad y medida de establecimiento y el tipo de estimación y abono.

Representación

Este trabajo comprende la disposición y situación de un geotextil no tejido como

separador penetrable para evitar la contaminación entre el material granular y el establecimiento. Este geotextil debe permitir la entrada de agua, sujetando la sección de suelo fino. En esta línea, se puede mantener la confiabilidad de los espesores de las capas granulares, garantizando el correcto funcionamiento del asfalto durante su vida útil.

Material utilizado.

Geotextiles separadores: El geotextil debe estar hecho de hilos manufacturados que deben estar compuestos por al menos 85% en carga de poliolefinas o poliéster. Los geotextiles deben estar libres de deformaciones o defectos que puedan influir en sus características reales. Las características del geotextil deben permitirle oponerse a la sustancia y el asfalto natural, el daño al establecimiento y la corriente plástica. La Tabla siguiente presenta la hoja de información especializada para el geotextil predeterminado.

Tabla 14: Ficha técnica del geotextil no tejido perforado con aguja utilizado para el trabajo de partición.

PROPIEDAD	ENSAYOS	UD	VALORES MARV
Método Grab			
Resistencias a Tracción	ASTM D4632	N	1200
Elongaciones		%	>50
Método Tira Ancha			
Sentidos Longitudinales	ASTM D4595	kN/m	18
Elongación		% kN/m	>50
Sentido Transversal	ASTM D4595	%	18
Elongación		N	>50
Resistencias a desgarres trapezoidales	ASTM D4533	N kN	450
Resistencias a punzonamiento	ASTM D4833	kPa	690
Resistencias a punzonamiento CBR	ASTM D6241	s-1	3.20
Resistencias a estallidos	ASTM D3786	cm/s mm	2950
Permisividad	ASTM D4491	l/min/m ²	1.40
Permeabilidad	ASTM D4491	%	0.35
Tamaño de abertura aparente (TAA)	ASTM D4751		0.15
Tasas de flujo	ASTM D4491		3700
Estabilidades a rayos ultravioletas	ASTM D4355		>70

Fuente: Propia (relativas a las representadas por el productor):

Estima MARV: estima por movimiento menos normal. Es un valor fáctico equivalente al valor normal menos el doble de la desviación estándar.

(1) Después de 500 horas de apertura

Almacenaje

Los rollos de geotextiles deben envolverse para evitar la humedad y la apertura de los rayos UV antes de colocarlos. Su capacidad también debería protegerlos de estas condiciones. En el caso de que se guarden en el exterior, los rollos deben mantenerse alejados de las superficies del terreno y deben asegurarse con una cubierta impermeabilizante. Los geotextiles no deben presentarse a rayos brillantes durante 14 días en adelante para evitar una disminución de sus características.

Técnica de desarrollo

Previamente a colocar el geotextil en la subrasante, el territorio de establecimiento debe establecerse eliminando toda la basura de las rocas o elementos afilados que puedan perjudicar los geotextiles.

Después, el geotextil debe desempacarse minuciosamente hacia el tráfico de desarrollo en la superficie preparada. Los rollos de geotextil deben tener una cubierta de 30 centímetros hacia la disposición del material.

Siempre que sea necesario, el geotextil se puede fijar con pasadores, bloqueos o batidos previos a la disposición de los geotextiles y el embutido. En las curvas de la calle, los geotextiles se pueden arquear o cortar. La torsión o cobertura debe realizarse hacia el desarrollo y también es posible fijarse como se especificó con anterioridad. Los geotextiles no deben retrasarse la subrasante de ningún modo.

Los geotextiles dañados deben repararse de inmediato. El territorio dañado además de los 3 pies alrededor de dicha región debe ser liberado de todo material de relleno. Luego, se debe hacer una corrección de 3 pies más allá del borde de la región dañada. Los agregados se deben poner vertiendo desde la parte más cercana a los geotextiles o sobre los agregados recién colocados. Los agregados deben distribuirse de un

montón con un camión de empuje. No se debe permitir el tráfico directamente ridículo. Se deben evitar paradas inesperadas y giros desfavorables de los equipos sobre los agregados que está en el geotextil.

Técnica de estimación

El geotextil debe estimarse en m² considerando las áreas demostradas en el plano y / o las mostradas registradas en copia impresa por la gerencia.

Premisa de abono

Las cuantías reconocidas de los geotextiles deben seguirse al costo unitario por m² referido en el acuerdo.

Analizar la viabilidad técnica y económica al utilizar metodologías de diseño con material geosintético como filtrado envolvente de drenajes de pavimento flexible

Para el análisis contextual actual, el plan se completó con los geotextiles de filtración aplicado en un marco de sub-residuos longitudinal en los bordes de las carreteras. Las medidas del plan se tomaron de AASHTO M288-96, el prontuario de FHWA, el de hidrología del MTC y la publicación del Dr. Koerner "Planificación con geosintéticos". Seguidamente, se completó el plan por particular y por obra relativa a los geotextiles de filtración. En ese momento, la información adquirida se utilizó para realizar la investigación especializada y monetaria del uso del geotextil determinado para esta aplicación.

Planificación específica

Para cada detalle, se constató que el material se ajusta a las características introducidas en la norma M288-96. Estas características son la base necesaria para garantizar la robustez de los geotextiles. En la figura siguiente se presentan las necesidades de base que un geotextil no tejido (más de media prolongación) debe introducir contactando con una tierra con elevado contenido de agregados finos (más de medio terreno que pasa por una criba de 200).

de invasión y la disminución del grado freático. Para esta empresa, el grado freático no era alto, por lo que no afectó la seguridad de que se agote el caudal absoluto. Para medir la corriente de invasión se utilizó la ecuación propuesta en el manual de organización de PAVCO. Para la utilización de esta ecuación, era importante tener los límites adjuntos:

- Mayor precipitación horaria anual registrada en el territorio del emprendimiento: Los datos de este emprendimiento no fueron accesibles, sino que se aplicó una referencia e incentivo para el espacio bajo investigación. Enfatice que este valor debe ser extraído de una curva de recurrencia de longitud de potencia para tiempos en algún lugar en el rango de 60 hasta 120 minutos además para un alcance de 2 años (PAVCO, 2012). El dígito utilizado para este caso fue de 60 mm / h.
- Semi-asiento fuera y alrededor (B): 3 metros.
- Distancia del tramo de residuos (L): De acuerdo con el manual hidrológico peruano, los buzones de alistamiento y buzones deben colocarse en cada área específica en canales longitudinales. Así, buscaría garantizar un surtido suficiente del agua agotada, consiguiendo un funcionamiento decente del marco. La separación entre estos equipos debería oscilar entre 80 y 100 m separados (MTC, 2011). En este plan se aceptó una separación de 100 m.
- Coeficiente de invasión elegido (Fi): Folio de tapa negra normalmente protegido (0,40).
- Coeficiente de mantenimiento base (Fr): Bases bien evaluadas, en asistencia 5 años a más (1/4).

Las estimaciones realizadas fueron las que siguen:

$$Q_{\text{infiltración}} = IR * B * L * F * FR = 60 * 3 * 100 * 0.4 * \frac{1}{4} * \left(\frac{1}{3600 * 1000} \right) = 5.00 \times 10^{-4}$$

expresado en m³/s

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{abatimiento de NF}} = 5.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Cabe señalar que se utilizó esta ecuación ya que, para utilizar diferentes estrategias para el cálculo de la corriente, se debe tener acceso a más datos sobre la investigación hidrológica del emprendimiento.

Evaluación de la amplitud de la línea

El ancho de la línea se determinó desde la condición de Manning mostrada en la publicación "Energía hidráulica de canal abierto" (Te Chow, 1959). Los límites utilizados para la estimación son los que siguen:

- Flujo absoluto (Q_{tot}): $5,00 \times 10^{-4}$ m³/s
- Grado de dotación (n): 0,012
- Pendientes: 1,5%
- Profundidades relativas (Y/D): 0,75

Las ecuaciones utilizadas para evaluar la distancia a través de la línea han sido las que siguen:

$$\text{Ángulo de área mojada } (\theta) = 2 * \cos^{-1} \left(1 - \frac{2Y}{D} \right)$$

$$\text{Área mojada } (A) = \frac{1}{8} * D^2 * (\theta - \sin \theta)$$

$$\text{Perímetro mojado } (P) = \frac{1}{2} * D * \theta$$

$$\text{Ecuación de manning: } Q_{\text{to}} = \frac{A^{\frac{5}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{P^{\frac{2}{3}} * n} = \frac{\left(\frac{1}{8} * D^2 * (\theta - \sin \theta) \right)^{\frac{5}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{1}{2} * D * \theta \right)^{\frac{2}{3}} * n}$$

A través de ciclos, completados dentro del programa, se resolvió la distancia a través de la línea. Las cualidades obtenidas se pueden ver en la figura siguiente.

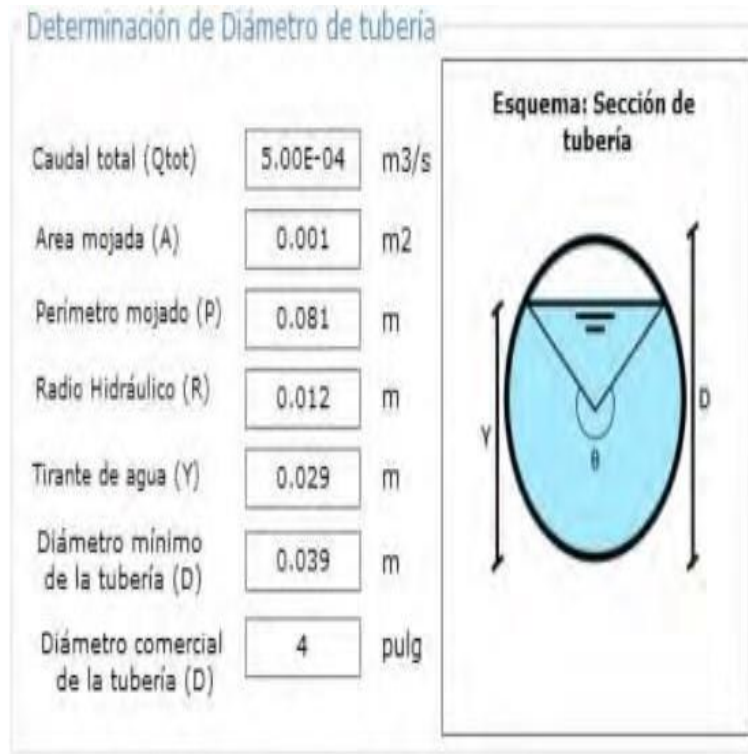


Figura 26: Resultado de cálculo de diámetros de tuberías elaborado con visual Studio.

Fuente: Propia

Evaluación del segmento de subdren

Para la evaluación del segmento subdren se utilizó el sistema introducido en el manual de hidrología del Perú. Este manual aclara una metodología para calcular estas medidas utilizando un total uniforme en el subdren. La técnica trató de decidir la velocidad de la corriente del agua atravesando el grado uniforme total. Para ello, se debe configurar la amplitud del total y la inclinación de subdrenes para adquirir gráficamente las velocidades del flujo. Las condiciones de las curvas en comparación con este diagrama se resolvieron para decidir este valor con mayor precisión y rapidez. El gráfico remarcado se presenta en la figura siguiente.

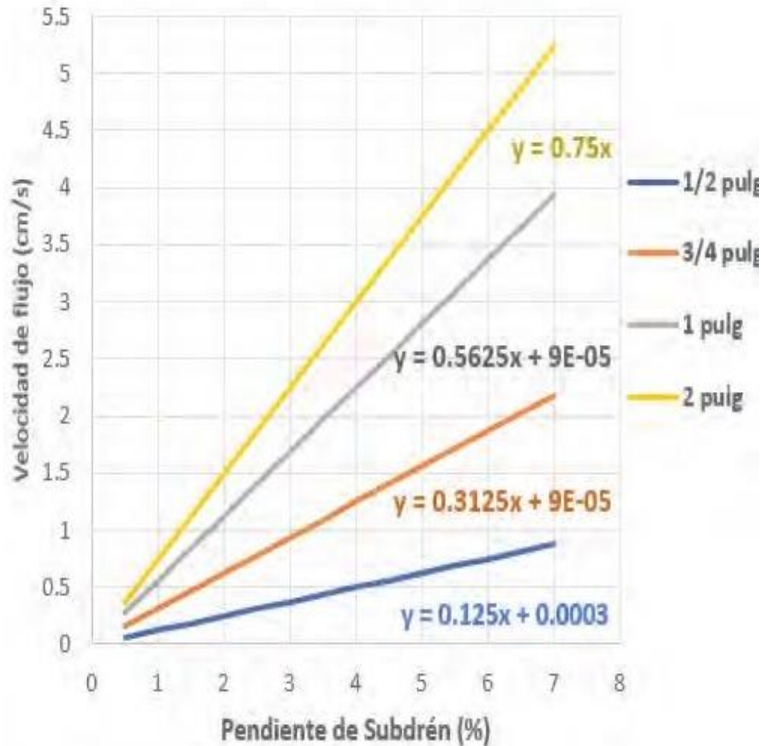


Figura 27: Velocidades de flujo vs. Pendiente de subdrenes según modelo del MTC(MTC,2011).

Fuente: Propia

En este plan se utilizó una inclinación de 1.5% y una dimensión de roca de ½ ". Tanto así, la condición que se aplicó para decidir la velocidad de la corriente fue la que sigue:

$$\text{Velocidades de flujo (V)} = 0,125 * 1,5 + 0,0003 = 0,188 \text{ cm/s}$$

Estando determinadas estas velocidades, se resolvió las alturas de subdrenes. Era importante establecer un incentivo para la anchura de subdrenes. Según lo indicado por las determinaciones de los productores de tubos de HDPE, para una distancia de 4" a través de la tubería se prescribe utilizar un ancho de base de 0,52 m. Por lo tanto, este valor se utilizó para decidir la altura de la base de subdrenes aplicando la condición introducida en el prontuario hidrológico del Ministerio de Transporte.

$$\text{Corriente completa (Qtot)} = V * I * A = V * I * b * h$$

Sustituyendo:

$$5,00 \times 10^{-4} = (0,188 * 10^{-2}) * 1 * 0,52 * h \Rightarrow h = 0,51 \text{ m}$$

De las calidades obtenidas se resolvió que el subdrén debería tener un ancho de base de 0.52m y una altura de base de 0.51m. Desde la perspectiva útil, se utilizaron medidas de 60x60cm para este subdrén.

Plan de filtración geotextil

Se utilizó la técnica del plan de geotextil de filtración FHWA creada por el Dr. Holtz para decidir las medidas complementarias. Para calcular la permitividad del material se elaboró utilizando la condición de Darcy y la condición de permitividad introducidas en la publicación del Dr. Koerner y el prontuario hidrológico del MTC.

El plan elaborado por la FHWA demuestra que en primer lugar es importante reconocer la idea de la tarea, así como su condición. Para este análisis contextual, se reconoció que no existiría un peligro extremo de muerte y que las particularidades del arroyo eran estables. En esta línea, se esperaba que las particularidades fueran menos graves y que su aplicación fuera más compleja. A partir de estas particularidades subyacentes, fue factible continuar con el plan. Esto incluyó estándares de mantenimiento, penetrabilidad y tolerancia, por último, protección contra obstrucciones. Luego, se introdujo la metodología del plan total para el área 1. La información utilizada para esto fue la siguiente:

- Molécula de terreno para la que el 10% es más modesto (D10): 0,075mm
- Molécula de terreno para la que el 15% es más modesto (D15): 0,075mm
- Molécula de terreno para la que el 60% es más modesto (D60): 0,075mm

- Molécula de terreno para la que el 85% es más modesto (D85): 0,556mm
- Coeficientes adimensionales (B): estos coeficientes se basan en el Cu del terreno. Para esta situación Cu = 1
- Dimensiones del subdrén: 60 x 60 cm
- Coeficientes de disminución utilizados:
 - o Parada de fino: 10
 - o Chorro de plásticos: 1,5
 - o Interrupción de vacío: 1,2
 - o Paradas químicas: 1,5
 - o Obstrucciones biológicas: 3
- Factores de seguridad elegidos: 2

Estándares de mantenimiento

Esta norma se propone para garantizar que los geotextiles contengan materiales finos del terreno contiguo. Para ello, era importante reconocer los valores del factor B indicado por la clase de terreno en contacto con los geotextiles. Para esta situación, se utilizaron geotextiles no tejidos y el nivel de terreno que pasó la sección transversal # 200 fue más notable que la mitad. Posteriormente, el valor del coeficiente B a utilizar sería equivalente a 1.8. A partir de esto, se resolvió el tamaño obvio de la base del geotextil:

$$AOS \leq B * D85 = 1.8 * 0.42 = 0.756 \text{ mm}$$

Sea como fuere, como indica el prontuario de la FHWA, el incentivo AOS para el estándar no debería ser más prominente que 0,3 mm. Por consiguiente, el AOS de los geotextiles según los modelos de mantenimiento sería:

$$AOS \leq 0,3 \text{ mm}$$

Modelos de porosidad

El prontuario de la FHWA demuestra que para prácticas "más complejas" y "propiedades menos extremas", la conexión entre la porosidad de los geotextiles y el terreno es como sigue:

$$k_{geotextil} \geq k_{suelo}$$
$$k_{geotextil} \geq 1 \times 10^{-5} \text{ cm / s}$$

Modelo de permitividad

El prontuario de la FHWA relaciona el nivel de terreno que pasa la criba 200 con la penetrabilidad necesaria de los geotextiles. Para el segmento principal, la tasa que pasa la sección transversal de 200 es más prominente que la mitad. En consecuencia, la permitividad necesaria para esta granulometría de tierra sería:

$$\Psi_{req} \geq 0,1 \text{ s}^{-1}$$

Por otra parte, tanto el prontuario hidrológico, de hidrodinámica y filtración del Perú, como la publicación del Dr. Koerner confirman que el estándar de permitividad se puede determinar de otra manera. Su definición se puede realizar utilizando la receta de Darcy y la conexión entre la porosidad de los geotextiles y su grosor. Este modelo se decidió luego utilizando estas ecuaciones.

$$\Psi_{req \text{ por infiltración}} = \frac{q}{\Delta h A} = \frac{5,00 \times 10^{-4}}{0,4 \times 0,6 \times 100} = 2,08 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$\Psi_{perm} = \Psi_{req} \times FS = 2,08 \times 10^{-5} \times 2 = 4,17 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$\Psi_{ult} = \Psi_{perm} \times \Pi FR = 4,17 \times 10^{-5} \times 10 \times 1,5 \times 1,2 \times 1,5 \times 3 = 3,38 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Como se pudo ver, el valor adquirido fue mucho menor que las reglas de la FHWA. Posteriormente, se debe utilizar el valor más alto para decidir el geotextil comercial.

Criterios de colmatado.

Siguiendo las reglas introducidas en el manual de la FHWA, la protección contra el colmatado depende de la aplicación y las condiciones del campo. En cuanto al análisis contextual, la utilización sería "más compleja" y las características serían "menos extremas", se debería examinar el Cu de la suciedad. Al darse cuenta de que $Cu = 1 < 3$, en ese momento, el adquirido a través de la medida de mantenimiento debe utilizarse como AOSmax. En consecuencia, el valor utilizado fue:

$$AOS \geq 0,3 \text{ mm}$$

La técnica introducida se organizó para trabajar con el plan. La figura siguiente presenta el plano realizado en este tipo para el área 1 de la calzada.

The image shows a software interface for drainage design, divided into several sections:

- Datos de Entrada (Input Data):**
 - Caudales (Flows):** Caudal por Infiltración (Qinf) = 5E-04 m³/s, Caudal por abatimiento del nivel freático (Qnf) = 0 m³/s, Caudal Total (Qtot) = 5.00E-04 m³/s.
 - Especificaciones del Sub-dren (Sub-drain Specifications):** Ancho del Sub-dren (b) = 0.6 m, Altura del Sub-dren (h) = 0.6 m, Longitud del Sub-dren (L) = 100 m, Cota inferior de Subdren (Hid) = 1 m, Cota superior del Nivel Freático (HF) = 1.5 m.
 - Aplicación y condiciones de campo (Application and field conditions):** Aplicación menos crítica/Condiciones menos severas.
 - Granulometría y permeabilidad del suelo (Soil granulometry and permeability):** D10 = 0.075 mm, D15 = 0.075 mm, D60 = 0.1 mm, D85 = 0.42 mm, Cu = 1.33. Tipo de Suelo: >50% pasa tamiz # 200. Ksuelo = 1E-5 cm/s.
 - Factores de Reducción (Reduction Factors):** Colmatación por finos = 10, Flujo Plástico (Creep) = 1.5, Intrusión en Vacíos = 1.2, Colmatación Química = 1.5, Colmatación Biológica = 3.
 - Factor de Seguridad (Safety Factor):** F5 elegido = 2.
- Datos de Salida (Output Data):**
 - Criterio de Retención (Retention Criterion):** B = 1.8, AOS ≤ = 0.3 mm. Formula: $AOS \leq B \times D_{85}$.
 - Criterio de Permeabilidad (Permeability Criterion):** Aplicación menos crítica/Condiciones menos severas. Kporextl ≤ = 1.00E-05 cm/s.
 - Resistencia a la Colmatación (Resistance to Clogging):** Aplicación menos crítica/Condiciones menos severas. ADS ≤ = mm. Usar AOSmax del criterio de retención.
 - Criterio de Permeabilidad (Permeability Criterion):** % que pasa malla #200: >50% pasa tamiz # 200.
 - Recomendación propuesta por Dr. Holtz:** ψ última = 0.1 s-1, ψ última = 120 L/min/m²/50mm.
 - Recomendación propuesta por Dr. Koerner:**
 - ψ req por inf. = 2.08E-05 s-1, ψ permisible = 4.17E-05 s-1
 - ψ req por nf. = 0.00E+00 s-1, ψ última = 3.38E-03 s-1
 - ψ req elegida = 2.08E-05 s-1, ψ última = 4.05E+00 L/min/m²/50mm
 - Esquema: Concepto de Permeabilidad (Diagram: Concept of Permeability):** A diamond-shaped diagram with dimensions 1m x 1m and a central flow rate $\psi = k/t$.

Figura 28: Diseños según FHWA para sistemas de subdrenajes desarrollados con Visual Studio.

Fuente: Propia

Después de presentar el proceso de diseño, se realizó para los tramos correspondientes. La siguiente tabla muestra los resultados del diseño.

Tabla 15: Diseños por tramo en el caso de investigación

Criterios			Tramo	Tramo	Tramo	Tramo	Tramo	Tramo
			I	II	III	IV	V	VI
Retenciones: AOS (mm)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	10.93	0.3
Permeabilidad (cm/s)	1.00E-03	2.00E-04	1.00E-08	1.00E-08	1.00E-08	1.00E-08	1.00E-03	1.00E-03
Permitividad FHWA (s-1)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	MTC	3.38E-03	3.38E-03	3.38E-03	3.38E-03	3.38E-03	3.38E-03	3.38E-03
Colmatado(mm)	-	-	-	-	-	-	0.225	-

Fuente: Propia

Desde este plano se rastreó que el gramaje de los geotextiles era importante para los 6 tramos de la vía. Los geotextiles comerciales GT110 de 110gr/m² daría lugar a unas propiedades definitivas introducidas en la tabla anterior. No obstante, considerando las propiedades base necesarias para la solidez según AASHTO M288-96 utilizado, estos geotextiles no serían apropiados. Los geotextiles comerciales GT240, por otra parte, siguió los dos planes. De esta forma, sería el geotextil de decisión para el último plan del marco de sub-infiltración.

Investigación especializada

La investigación especializada para este caso comprendió reconocer la disminución de la funcionalidad del asfalto. Se buscó decidir el compromiso de utilización de los

sub-residuos en el transcurso de su vida. Por lo tanto, se esperaba una disminución en los coeficientes de residuos de asfalto después de un par de largos tramos de actividad. Para este caso, las calidades disminuidas aceptadas fueron equivalentes a 0,75 y de estas se resolvió el número nuevo ESAL. En ese momento se estudió el contraste de tasas entre los dos casos de investigación. Luego, se introdujeron los límites del plan para el área 1 y los cálculos elaborados.

Plano estructural del segmento:

- D1: 2.4", a1: 0.57
- D2: 8", a2: 0.14, m2: 1.00
- D3: 8", a3: 0.11, m3: 1.00

Límites del plan de carreteras:

- Fiabilidad (R): 90%
- Desviaciones estándar nominales (Zr): - 1.282
- Desviaciones estándar globales (So): 0.45
- Registro de funcionalidad inicial (Pi): 4.2
- Archivo de trabajabilidad final (Pt): 2
- Módulos de resiliencia (Mr): 10350 PSI

Factores de filtración disminuidos:

- m2: 0,75
- m3: 0,75

Estimación del dígito primario (SN) y W18 del asfalto con geotextiles

$$SN1 = a1 * D1 = 0,57 * 2,4 = 1,37$$

$$SN2 = a2 * m2 * D1 = 0,14 * 1 * 8 = 1,12$$

$$SN3 = a3 * m3 * D3 = 0,11 * 1 * 8 = 0,88$$

$$SN = SN1 + SN2 + SN3 = 1,37 + 1,12 + 0,88 = 3,37$$

Sustituyendo en la ecuación AASHTO-1993 se determinó la cuantía de W18:

$$\log_{10}(W_{18c}) = -1.282 * 0.45 + 9.36 * \log_{10}(3.37 + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{4.2 - 2}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(3.37 + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(10350) - 8.07$$

La estimación W18 adquirida para el asfalto con geotextil fue: $W_{18c} = 2312732$ ESAL's

Estimación del dígito subyacente (SN) y W18 del asfalto sin geotextiles

$$SN1 = a1 * D1 = 0,57 * 2,4 = 1,37$$

$$SN2 = a2 * m2 * D2 = 0,14 * 0,75 * 8 = 0,84$$

$$SN3 = a3 * m3 * D3 = 0,11 * 0,75 * 8 = 0,66$$

$$SN = SN1 + SN2 + SN3 = 1,37 + 0,84 + 0,66 = 2,87$$

Sustituyendo en la ecuación AASHTO-1993 se determinó el valor de W18:

La estimación W18 obtenida por el asfalto sin geotextil fue: $W_{18s} = 798090$ ESAL's

Correlación de trabajabilidad del asfalto

Para esta situación se determinó la disminución del nivel de trabajabilidad de la construcción sin geotextil en cuanto al diseño con geotextil:

$$\text{Reducción de serviciabilidad} = \frac{W_{18c} - W_{18s}}{W_{18c}} * 100 = \frac{2312732 - 798090}{2312732} * 100 = 65.5\%$$

La Figura siguiente presenta la configuración realizada en Visual Studio para el estudio especializado del marco de sub-filtración. Como puede verse, es importante poner

cada uno de los límites para el modelo subyacente del asfalto sin marco de drenaje subterráneo y los valores evaluados de los últimos coeficientes de filtración.

Diseño por Especificación Diseño por Función Análisis Técnico Análisis Económico

Datos de Entrada

Diseño de carretera sin geosintéticos

Capas	Coefficiente Estructural ai (1/pulg)	Coefficiente de Drenaje	Espesor de Capa Di (pulg)
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.40
Base Granular	0.14	1	8
Sub-base Granular	0.11	1	8

Parámetros de diseño de carretera

Confiabilidad (R) 90%
 Desviación Estandar Normal (Zr) -1.282
 Desviación Estandar Global (So) 0.45
 Índice de Serviciabilidad Inicial (PSI i) 4.2
 Índice de Serviciabilidad Final (PSI f) 2
 Módulo de Resiliencia (Mr) 10350 PSI

Reducción de coeficiente de Drenaje

Capas	Coefficiente de Drenaje mi
Carpeta Asfáltica	1
Base Granular	0.75
Sub-base Granular	0.75

Calcular Borrar

Datos de Salida

Estructura Inicial / Estructura con geotextil

Capas	Coefficiente Estructural ai (1/pulg)	Coefficiente de Drenaje mi	Espesor de Capa Di	Número estructural al Si
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.4	1.37
Base Granular	0.14	1	8	1.12
Sub-base Granular	0.11	1	8	0.88

Número Estructural SN 3.37
 Número Total de Ejes Equivalentes N18 2312732

Diseño de carretera sin geosintéticos

Capas	Coefficiente Estructural ai (1/pulg)	Coefficiente de Drenaje mi	Espesor de Capa Di	Número estructural al Si
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.4	1.37
Base Granular	0.14	0.75	8	0.84
Sub-base Granular	0.11	0.75	8	0.66

Número Estructural SN 2.87
 Número Total de Ejes Equivalentes N18 798090

Comparación de serviciabilidad del pavimento

% de Reducción del Índice de Serviciabilidad entre estructura inicial y estructura con coeficientes de drenaje 65.50%

Figura 29: Análisis técnico para sistemas de subdrenajes desarrollados con Visual Studio.

Fuente: Propia

Se calculó la serviciabilidad de los pavimentos para los 6 tramos. También se elaboró este análisis para diferentes reducciones del índice de reducción, para contar con una mayor visión de esta disminución. La tabla siguiente muestra este estudio para un ámbito entre 0.7 y 0.9 del índice de drenaje.

Tabla 16: Análisis técnico de los usos de subdren para los seis intervalos del tema de investigación.

Variaciones de coeficientes de drenajes de pavimentos					
Sectores	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9
I	72.6	65.5	56.8	46.3	33.5
II	68.2	61.1	52.5	42.4	30.5
III	66.7	59.6	51.1	41.2	29.5
IV	66.7	59.6	51.1	41.2	29.5
V	66.7	59.6	51.1	41.2	29.5
VI	69.4	62.3	53.7	43.4	31.3

Fuente: Propia

Investigación financiera

Esta investigación consistió en contrastar el asfalto subyacente y el asfalto planeado con un marco de sub-filtración envueltos con geotextiles. La investigación se fundamentó en estudios que infieren que un asfalto sin una estructura de drenaje inferior puede disminuir su vida útil más de un 50% (PAVCO, 2012). De esta manera, el objetivo era analizar el costo de los dos asfaltos calculando el costo absoluto de una parte dividida por el tiempo genuino aceptado. Por lo tanto, se examinó el gasto anual que abordan. Los límites utilizados para la investigación del área 1 fueron los que siguen:

Grosor de capa de la pieza:

- D1: 2,4"
- D2: 8"
- D3: 8"

Temporada de vida de los asfaltos a tener en cuenta:

- Vida útil del diseño: 10 años
- Vida útil estimada del asfalto sin marco de sub-residuos: 5 años

Costo del material:

- Capa de asfalto: 190 \$/m³
- Bases granulares: 40 \$/m³
- Subbase granular: 32 \$/m³
- Materiales del canal granular: 3.5 \$/m³
- Geotextiles de filtración: 1 \$/m³

Estimación del costo por metro cuadrado de asfalto con geotextil

Costo de capa de asfalto = $D1 * P1 = 0.061 * 190 = 11.58$ \$/m²

Costo base granular = $D2 * P2 = 0.203 * 40 = 8.13$ \$/m²

Costo granular secundario = $D3 * P3 = 0.203 * 32 = 6.5$ \$/m²

Costo completo del asfalto = $11.58 + 8.13 + 6.5 + 16.8 + 1 = 44.01$ \$/m²

Estimación del costo por metro cuadrado de asfalto sin geotextil

Costo de capa de asfalto = $D1 * P1 = 0.061 * 190 = 11.58$ \$/m²

Costo base granular = $D2 * P2 = 0.203 * 40 = 8.13$ \$/m²

Costo granular secundario = $D3 * P3 = 0.203 * 32 = 6.5$ \$/m²

Costo absoluto del asfalto = $11.58 + 8.13 + 6.5 = 26.21$ \$/m²

Comparación de costos de materiales asfálticos

Se intentó decidir el nivel de ahorros en material entre un diseño con un marco de sub-filtración y una construcción sin este marco.

$$\text{Ahorro: } \frac{\text{Precio}_{\text{sin gt}} - \text{Precio}_{\text{con gt}}}{W_{\text{sin gt}}} * 100 = \frac{4.4 - 5.24}{4.4} * 100 = 16.05\%$$

La figura siguiente presenta la configuración realizada en Visual Studio para este estudio. Era importante tener el modelo subyacente del asfalto, el tiempo de vida del plan y el calibre y los costos del material.

The screenshot shows the 'Análisis Económico' (Economic Analysis) tab in Visual Studio. It is divided into two main sections: 'Datos de Entrada' (Input Data) and 'Datos de Salida' (Output Data).

Datos de Entrada (Input Data):

- Estructura del pavimento (Pavement Structure):**
 - Capas (Layers):
 - Carpeta Asfáltica: 2.4 pulg
 - Base Granular: 8 pulg
 - Sub-base Granular: 8 pulg
 - Altura del dren: 0.6 m
 - Ancho del dren: 0.6 m
- Tiempo de vida del pavimento (Pavement Life Span):**
 - Tiempo de vida de la estructura con subdrenaje: 20 Años
 - Tiempo de vida de la estructura sin subdrenaje: 10 Años
- Precio de Materiales (Material Prices):**

Capas	Unidades	Precios
Carpeta Asfáltica	m3	190
Base Granular	m3	40
Sub-base Granular	m3	32
Material granular del dren	m3	3.5
Geotextil de filtración	m2	1

Datos de Salida (Output Data):

- Estructura con sub-drenes (Structure with drains):**

Capas	Espesor de Capa Di	Precio por
Carpeta Asfáltica	0.061	11.58
Base Granular	0.203	8.13
Sub-base Granular	0.203	6.5
Material granular del dren	-	16.8
Geotextil de filtración	-	1
Precio Total por m2		44.01
Precio Total anual por m2		2.2
- Estructura sin sub-drenes (Structure without drains):**

Capas	Espesor de Capa Di	Precio por
Carpeta Asfáltica	0.061	11.58
Base Granular	0.203	8.13
Sub-base Granular	0.203	6.5
Precio Total por m2		26.21
Precio Total anual por m2		2.62
- Comparación de serviciabilidad del pavimento (Pavement Serviceability Comparison):**
 - % de ahorro en materiales entre estructura con geotextil de separación y estructura sin: 16.05%

Figura 30: Análisis económicos para sistemas de subdrenajes desarrollados con Visual Studio

Fuente: Propia

Esta investigación se elaboró para los 6 tramos que cambiaron la temporada de vida evaluada del asfalto sin subdren. Así, se intentó distinguir el beneficio de su aplicación. La Tabla siguiente muestra el nivel de ahorros en material entre los diseños investigados.

Tabla 17: *Estudio económico de la utilización del subdren para los seis segmentos del análisis contextual.*

Sector	Variaciones de tiempo de vida estimado sin subdrenajes				
	4	5	6	7	8
I	32.84	16.05	-0.74	-17.53	-34.32
II	33.13	16.41	-0.31	-17.03	-33.75
III	35.88	19.85	3.82	-12.21	-28.24
IV	35.88	19.85	3.82	-12.21	-28.24
V	35.88	19.85	3.82	-12.21	-28.24
VI	33.62	17.03	0.44	-16.16	-32.75

Fuente: Propia

Determinaciones especializadas

Esta determinación se identifica con los requisitos previos vitales para la utilización de geotextil en estructuras longitudinales de sub-residuos en asfaltos. De esta forma, se intenta garantizar la correcta actividad de la situación, trabajando con la captación y salida del agua penetrada por la base y sub-base del asfalto. Además, el aprovechamiento del material está previsto para garantizar la adecuada actividad del subdrén para el surtido y filtración de aguas de tierra, en caso de que existan, pendientes y arroyos subterráneos. Este particular incorpora la hoja especializada del geotextil indicado para el emprendimiento, la capacidad y medida de establecimiento, la estrategia de estimación y abono.

Representación

Este detalle consta de sugerencias identificadas con la disposición y situación de geotextiles no tejidos como envolturas de subdrenes. Dichos geotextiles están destinados a aguantar las condiciones de establecimiento y tienen las características

mecánicas y accionadas por agua fundamentales para el emprendimiento.

Material

El geotextil debe ser no tejido, punzonado, liberado de agujas, hecho de filamentos de ingeniería. Las hebras utilizadas en la producción del geotextil deben estar hechas de al menos un 85% de peso en poliolefinas, poliéster o poliamidas. Los geotextiles deben estar libres de deformaciones o defectos que pudieran influir fundamentalmente en sus características reales. La Tabla siguiente presenta la hoja de información especializada para el geotextil predefinido.

Tabla 18: *Ficha técnica del geotextil no tejido perforado con aguja utilizado para los trabajos de filtración.*

CARACTERÍSTICAS	ENSAYOS	UND	VALOR MARV
Método Grab			
Resistencias a la Tracción	ASTM D4632	N	700
Elongaciones		%	>50
Métodos Tira Ancha			
Sentidos Longitudinales	ASTM D4595	kN/m	12
Elongaciones		% kN/m	>50
Sentido Transversal	ASTM D4595	%	11
Elongación		N	>50
Resistencias a desgarres trapezoidales	ASTM D4533	N kN	250
Resistencias a punzonados	ASTM D4833	kPa	400
Resistencias a punzonados CBR	ASTM D6241	s ⁻¹	1.80
Resistencias a estallidos	ASTM D3786	cm/s mm	2050
Permisividades	ASTM D4491	l/min/m ²	1.90
Permeabilidades	ASTM D4491	%	0.30
Tamaños de aberturas aparentes (TAA)	ASTM D4751		0.150
Tasas de flujos	ASTM D4491		5110
Estabilidades a rayos ultravioletas	ASTM D4355		>70

Nota (relativas a las representadas por el productor):

Fuente: Propia

El MARV (Valor de rollo promedio mínimo) es un valor fáctico equivalente al valor

normal en doble de la desviación estándar.

- Después de 500 horas de apertura

Almacenamiento de geotextiles

Los rollos de geotextil deben envolverse para asegurar contra la humedad y la apertura de los rayos UV antes de la disposición. Su capacidad también debería protegerlos de estas condiciones. En caso de que se guarden en el exterior, los rollos deben mantenerse alejados del terreno y deben asegurarse con una cubierta impermeable. Los geotextiles no deben presentarse a rayos brillantes durante más de 14 jornadas para evitar una disminución de todas sus características.

Medida de establecimiento

El territorio del establecimiento debe configurarse ilustrándolo y dejándolo libre de impedimentos que pudieran dañar los geotextiles. No se deben permitir piedras, residuos excesivos o humedad sobre los geotextiles. El trabajador contratado no debe trabajar ninguna maquinaria directamente sobre los geotextiles.

La situación del geotextil debe hacerse cubriendo totalmente el borde del canal, obligando con la mayor firmeza posible la parte inferior y sus divisores laterales. La medida de geotextil fundamental debe dejarse sobre el subdrén para que, cuando el material tamizado sea obligado, quede totalmente cubierto. Se debe utilizar una cubierta de 30 cm para proteger el material de grano que se contiene en el subdrén.

Los segmentos progresivos de los geotextiles deben estar cubiertos a lo largo por 45 centímetros. Es deseable calentar el geotextil, para asegurar la congruencia del componente separador. No se debe permitir que el geotextil se destape durante más de catorce días.

El material del canal debe colocarse dentro del canal en capas con el grosor aprobado por el gerente y utilizando una técnica que no dañe los geotextiles.

Para el establecimiento de la tubería doblada de 4", debe ubicarse en una capa de 10 cm de grosor. De hecho, se respeta el material y el tipo de línea. Se debe garantizar

que las partículas granulares subdrén no dañen la tubería.

El geotextil dañado o contaminado deben repararse de inmediato. La reparación debe hacerse con un tipo similar del primer geotextil. Los territorios dañados que superen el 10% del ancho de movimiento deben eliminarse y reemplazarse a lo ancho con materiales nuevos. Las zonas afectadas por debajo del 10% de ancho tienen que arreglarse. La solución de geotextil debe tener un extra de 45 cm del borde de la región dañada en todos los sentidos. La costura de los parches debe ser posible físicamente o a máquina.

Estrategia de estimación

El geotextil se debe estimar en metros cuadrados a partir de las líneas de compensación demostradas en los planos o configurarlo registrado en copia impresa sin pensar en las cubiertas.

Premisa de abono

Las cuantías reconocidas de los geotextiles deben abordarse al costo unitario por m² que se indica en el acuerdo.

Analizar la viabilidad técnica y económica al utilizar metodologías de diseño con material geosintético para reforzar la subbase y la subrasante en el pavimento flexible.

Para la investigación contextual, se elaboró un plan con geomallas triaxiales TX160 para el mejoramiento del asfalto. En esta línea, se intentó disminuir el grosor de ciertos niveles del plano ordinario. Las medidas del plan subyacente se tomaron de la normativa AASHTO R-50 y el Libro Blanco II de GMA y se crearon en Visual Studio. El último plano del asfalto se completó utilizando la programación Spectra Pave4-Pro proporcionada por un proveedor de material similar. Luego, se presentó el plan por determinación dependiente de la norma AASHTO R-50 y el último plan que utiliza el programa TENSAR de la organización para la mejora del asfalto. Finalmente, la

información obtenida se utilizó para un estudio especializado y monetario. En consecuencia, se podría evaluar la plausibilidad de utilizar las geomallas en esta aplicación.

Planificación específica.

El plan creado a continuación se componía de descubrir las ideas introducidas en la normativa AASHTO R-50 y en el Libro Blanco II de la GMA (además, un informe AASHTO). Para esta situación se utilizó la idea de BCR, que se caracteriza por la conexión entre los grosores de un asfalto apoyado con geomallas contrastado con uno sin geomallas construidas. Los límites del plano del área 1 de la autopista han sido los que se presentan a continuación:

Diseños estructurales de la sección:

- D1: 2.4", a1: 0.57
- D2: 8", a2: 0.14, m2: 1
- D3: 8", a3: 0.11, m3: 1

Parámetros de diseños de vía:

- Confiabilidad(R): 90%
- Desviaciones estándar nominales (Z_r): -1.282
- Desviaciones estándar globales (S_o): 0.45
- Índices de serviciabilidad iniciales (P_i): 4.2
- Índices de serviciabilidad finales (P_t): 2
- Módulos de resiliencia (M_r): 10350 PSI

Características de geomallas para diseños previos:

- BCR: 2 (valores referenciales)

Cálculo de los números estructurales (SN) y W18 de pavimentos con geomallas

$$SN1 = a1 * D1 = 0.57 * 2.4 = 1.37$$

$$SN2 = a2 * m2 * D1 = 0.14 * 1 * 8 = 1.12$$

$$SN3 = a3 * m3 * D3 = 0.11 * 1 * 8 = 0.88$$

$$SN = SN1 + SN2 + SN3 = 1.37 + 1.12 + 0.88 = 3.37$$

Sustituyendo en la ecuación AASHTO-1993 se halló el valor de W18:

$$\log_{10}(W_{18c}) = -1.282 * 0.45 + 9.36 * \log_{10}(3.37 + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{4.2 - 2}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(3.37 + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(10350) - 8.07$$

Ecuación 3: Cálculo del número estructural.

El valor de W18 logrado para los pavimentos con geotextiles ha sido: W18c = 2312732 ESAL's

Cálculo del espesor de base en pavimentos reforzados con geomallas

$$D_{2R} = \frac{SN_{\text{no reforzado}} - a_1 * D_1 - a_3 * m_3 * D_3}{BCR * a_2 * m_2} = \frac{3.37 - 0.57 * 3.4 - 0.11 * 1 * 8}{2 * 0.14 * 1} = 4 \text{ pulg}$$

Ecuación 4: Cálculo del espesor de base con geomallas.

La figura siguiente muestra los formatos desarrollados en Visual Studio relacionados al diseño anteriormente descrito. En el actual, es relevante introducir el diseño convencional de los pavimentos, las características de diseño de los mismos y el BCR referente a las geomallas a utilizar.

Diseño por especificación | Análisis Técnico | Análisis Económico

Datos de Entrada

Diseño de carretera sin geosintéticos

Capas	Coefficiente Estructural	Coefficiente de Drenaje	Espesor de Capa Di (pulg)
Carpeta Asfáltica	0.57	1	2.40
Base Granular	0.14	1	8
Sub-base Granular	0.11	1	8

Parámetros de diseño de carretera

Confiabilidad (R)	90%
Desviación Estandar Normal (Zr)	-1.282
Desviación Estandar Global (So)	0.45
Índice de Serviciabilidad Inicial (PSI i)	4.2
Índice de Serviciabilidad Final (PSI f)	2
Modulo de Resiliencia (Mr)	10000 PSI

Característica de la geomalla

BCR 2

Calcular Borrar

Datos de Salida

Diseño con geomalla

Capas	ai	mi	Di (pulg)	Si
C.A.	0.57	1	2.4	1.37
Base	0.14	1	4	1.12
Subbase	0.11	1	8	0.88

SNr 3.37
W18r 2135323

Esquema: Sección de pavimento con geomalla

Diseño sin geomalla

Capas	ai	mi	Di (pulg)	Si
C.A.	0.57	1	2.4	1.37
Base	0.14	1	8	1.12
Subbase	0.11	1	8	0.88

SNu 3.37
W18u 2135323

Esquema: Sección de pavimento sin geomalla

Figura 31: Diseño usando la norma AASHTO R-50 y GMA White Paper II elaborado en Visual Studio.

Fuente: Propia

Planificación con la programación de Spectra Pave4-Pro

El último plan se elaboró mediante geomalla triaxial TX160 utilizando el software TENSAR de la organización. Los estimados de BCR fueron recordados efectivamente por el software por lo que no fueron introducidos físicamente. Luego, se representó el método elaborado para adquirir la racionalización de la parte principal del asfalto bajo investigación. Para el plan del segmento 1, se tuvieron en cuenta los límites de tránsito introducidos en el considerando la figura siguiente.

<u>Target Traffic (ESALs)</u>	1910000
<u>Reliability (%)</u>	90 ▼
Standard Normal Deviate	-1.282
Standard Deviation	0.45
<u>Subgrade Resilient Modulus (psi)</u>	10350
<u>Serviceability</u> Initial	4.2
Terminal	2.0

Figura 32: Parámetros de tránsito introducidos en software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Después de poner los límites del tránsito, fue importante introducir los factores y grosores del trazado fundacional del asfalto no reforzado. En la siguiente figura es posible apreciar muy bien que en el área superior se mencionan estos límites y en el área inferior se mencionan los límites del asfalto soportado.

Para comenzar con el plan, puede poner calidades similares para las dos construcciones. Al hacer esto, el resultado primario obtenido sería un estudio inmediato entre dos asfaltos con un espesor equivalente, pero uno con el compromiso subyacente de las geomallas.

Pavement Optimization Design Analysis - Data Input Results

Select Material Layers Used in Unstabilized Pavement Section

Layer Name	Material Description	Thickness (in)	Layer Coeff.	Drainage Factor
ACC1	Asphalt Wearing Course	2.40	0.570	
None				
None				
ABC	Aggregate Base Course	8.00	0.140	1.0
SBC	Subbase Course	8.00	0.110	1.0

Select Material Layers Used in Stabilized Pavement Section

Layer Name	Material Description	Thickness (in)	Layer Coeff.	Drainage Factor	ToAx Geogrid
ACC1	Asphalt Wearing Course	2.40	0.570		
None					
None					
MSL	Mechanically Stabilized Base Course	8.00	0.140	1.0	TX5
SBC	Subbase Course	8.00	0.110	1.0	

Geogrid Overlap for Base Course (ft) 1.0 Recommended

Figura 33: Factores introducidos en software Spectra Pave4-Pro.

Fuente: Propia

Cuando se ha puesto la información necesaria, se introduce la pestaña de resultados donde se introducen las estimaciones de ambos asfaltos introducidos.

La figura siguiente presenta estas cualidades adquiridas y se tiende a ver que el ESAL del asfalto construido fue 4.8 veces mayor que el del asfalto sin geomalla, mostrando su increíble compromiso desde una perspectiva especializada.



Figura 34: Aporte de uso de geomallas triaxiales conservando grosores de capas en software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

En ese punto, se completó la racionalización del asfalto acumulado, que consistió en disminuir el grosor de la base y la subbase para que los valores ESAL del asfalto soportado sean lo más parecido posible al asfalto sin refuerzo. La figura siguiente muestra la estrategia comentada.

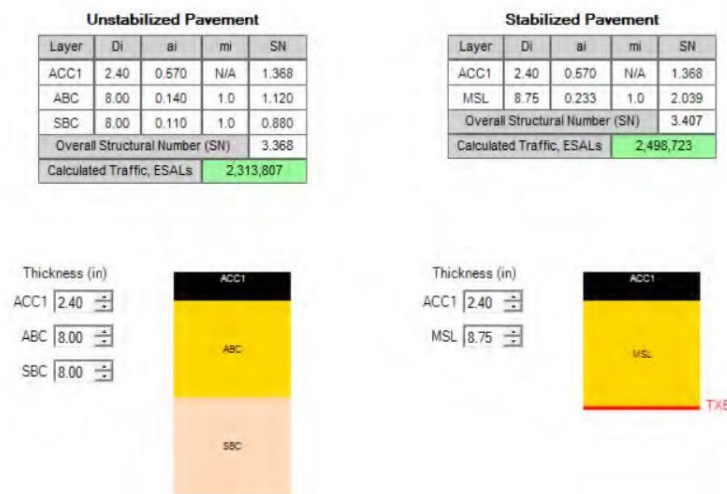


Figura 35: Optimización de pavimentos empleando geomallas triaxiales mediante la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Por lo tanto, continuamos para los seis segmentos y se adquirieron los resultados adjuntos:

Sector: 1:

- CBR: 6.9%
- Mr: 10,350 PSI
- W18 de estimaciones de tránsito para un total 10 años: 1,910,000 ESAL's
- Diseños estructurales de la sección sin refuerzos:

D1:2.4", a1: 0.57

D2: 8", a2: 0.14, m2: 1.00

D3: 8", a3: 0.11, m3: 1.00

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
ABC	8.00	0.140	1.0	1.120
SBC	8.00	0.110	1.0	0.880
Overall Structural Number (SN)				3.368
Calculated Traffic, ESALs				2,313,807

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
MSL	8.75	0.233	1.0	2.039
Overall Structural Number (SN)				3.407
Calculated Traffic, ESALs				2,498,723

Figura 36: Optimización de la sección primera de los pavimentos empleando geomallas triaxiales mediante la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Sector 2 KM:

- CBR: 11.1%
- Mr: 14,341.06 PSI
- W18 de estimación de tránsito para un total de 10 años: 1,910,000 ESAL's
- Diseños estructurales de la sección sin refuerzos:
 - D1: 2.4", a1: 0.57
 - D2: 6", a2: 0.14, m2: 1.00
 - D3: 7", a3: 0.11, m3: 1.00

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
ABC	6.00	0.140	1.0	0.840
SBC	7.00	0.110	1.0	0.770
Overall Structural Number (SN)				2.978
Calculated Traffic, ESALs				2,177,624

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
MSL	6.25	0.260	1.0	1.625
Overall Structural Number (SN)				2.993
Calculated Traffic, ESALs				2,250,773

Figura 37: Optimización de sección 2 de pavimentos usando geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Sector 3:

- CBR: 10.1%
- Mr: 13,487.46 PSI
- W18 de estimación de tránsito para un total de 10 años: 1,340,000 ESAL's
- Diseños estructurales de la sección sin refuerzos:
 - o D1: 2.4", a1: 0.57
 - o D2: 6", a2: 0.14, m2: 1.00
 - o D3: 6", a3: 0.11, m3: 1.00

Unstabilized Pavement					Stabilized Pavement				
Layer	Di	ai	mi	SN	Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368	ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
ABC	6.00	0.140	1.0	0.840	MSL	6.00	0.265	1.0	1.590
SBC	6.00	0.110	1.0	0.660	Overall Structural Number (SN)				2.958
Overall Structural Number (SN)				2.868	Calculated Traffic, ESALs				1,806,866
Calculated Traffic, ESALs				1,475,808					

Figura 38: Optimización del área 3 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Sector 4:

- CBR: 12.8%
- Mr: 15,732.86 PSI
- W18 de estimación de tránsito para un total de 10 años: 1,910,000 ESAL's
- Diseños estructurales de la sección sin refuerzos:
 - o D1:2.4", a1: 0.57
 - o D2: 6", a2: 0.14, m2: 1.00
 - o D3: 6", a3: 0.11, m3: 1.00

Unstabilized Pavement					Stabilized Pavement				
Layer	Di	ai	mi	SN	Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368	ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
ABC	6.00	0.140	1.0	0.840	MSL	6.00	0.265	1.0	1.590
SBC	6.00	0.110	1.0	0.660	Overall Structural Number (SN)				2.958
Overall Structural Number (SN)				2.868	Calculated Traffic, ESALs				2,582,746
Calculated Traffic, ESALs				2,109,530					

Figura 39: Optimización del área 4 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Sector 5:

- CBR:10.2%
- Mr: 13,574.11 PSI
- W18 de estimación de tránsito para un total de 10 años: 1,340,000 ESAL's
- Diseños estructurales de la sección sin refuerzos:
 - o D1:2.4", a1: 0.57
 - o D2: 6", a2: 0.14, m2: 1
 - o D3: 6", a3: 0.11, m3: 1

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
ABC	6.00	0.140	1.0	0.840
SBC	6.00	0.110	1.0	0.660
Overall Structural Number (SN)				2.868
Calculated Traffic, ESALs				1,497,898

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.40	0.570	N/A	1.368
MSL	6.00	0.265	1.0	1.590
Overall Structural Number (SN)				2.958
Calculated Traffic, ESALs				1,833,911

Figura 40: Optimización del área 5 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Sector 6:

- CBR: 18%
- Mr: 19,635.79 PSI
- W18 de estimación de tránsito para un total de 10 años: 1,340,000 ESAL's
- Diseño estructural de la sección sin refuerzo:
 - o D1:2", a1: 0.57
 - o D2: 6", a2: 0.14, m2: 1
 - o D3: 6", a3: 0.11, m3: 1

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.00	0.570	N/A	1.140
ABC	6.00	0.140	1.0	0.840
SBC	6.00	0.110	1.0	0.660
Overall Structural Number (SN)				2.640
Calculated Traffic, ESALs				2,060,388

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	2.00	0.570	N/A	1.140
MSL	6.00	0.265	1.0	1.590
Overall Structural Number (SN)				2.730
Calculated Traffic, ESALs				2,559,019

Figura 41: Optimización del área 6 del pavimento usado geomallas triaxiales con la utilización del software Spectra Pave4-Pro

Fuente: Propia

Investigación especializada

La investigación especializada consistió en decidir el nivel de utilidad adicional que la configuración mejorada del asfalto dio con respecto al asfalto subyacente. Asimismo, este estudio trató de distinguir el nivel de utilidad extra que proporciona el plano de geomalla en relación con el tráfico del plano necesario. En la Tabla siguiente se presentan los números primarios, tal como lo estima la ESAL para cada parte que necesita la investigación de tránsito, el plan regular y el plan de geomallas triaxiales.

Tabla 19: Optimización del segmento 6 del asfalto utilizando geomallas triaxiales utilizando el software Spectra Pave4 Pro.

Tramos	Comienzo Km	Final Km	Números estructurales			ESAL		
			SN req	SN sin GM	SN con GM	ESAL req	ESAL sin GM	ESAL con GM
1	256+500	261+500	3.28	3.37	3.41	1,910,000	2,313,807	2,498,728
2	261+500	268+500	2.91	2.98	2.99	1,910,000	2,177,624	2,250,773

3	268+500	277+500	2.82	2.87	2.96	1,340,000	1,475,808	1,806,866
4	277+500	295+500	2.68	2.87	2.96	1,340,000	2,109,530	2,582,746
5	295+500	303+500	2.82	2.87	2.96	1,340,000	1,497,898	1,833,911
6	303+500	309+840	2.47	2.64	2.73	1,340,000	2,060,388	2,559,019

Fuente: Propia

Con este resultado, se realizó el análisis de comparación entre la serviciabilidad que otorga la utilización de las geomallas con relación al diseño tradicional y al tránsito requerido de diseño. También se comparó la diferencia de serviciabilidad entre los dos diseños. La tabla siguiente representa los valores aludidos.

Tabla 20: Evaluación técnica entre el valor requerido, con y sin geomallas.

Tramo	Inicio	Término	Comparación de ESAL		
	Km	Km	ESAL sin GM respecto al Requerido (%)	ESAL con geomalla respecto al requerido (%)	ESAL con GM respecto al Sin geomalla (%)
1	256+500	261+500	21.14	30.82	7.99
2	261+500	268+500	14.01	17.84	3.36
3	268+500	277+500	10.13	34.84	22.43
4	277+500	295+500	57.43	92.74	22.43
5	295+500	303+500	11.78	36.86	22.43
6	303+500	309+840	53.76	90.97	24.20

Fuente: Propia

Estudio monetario

Este estudio trató de contrastar el asfalto avanzado, que piensa en la disminución de grosores de capa y las geomallas, en relación al asfalto subyacente. Para ello, era importante contar como límites primarios los grosores de capas de los dos asfaltos y los costos del material utilizado. La figura siguiente muestra la disposición realizada en Visual Studio para esta investigación. Los límites utilizados para el estudio del segmento 1 fueron los que siguen:

- Grosor de la capa del área no reforzada:
 - o D1: 2,4"
 - o D2: 8"
 - o D3: 8"

- Grosor de capa del segmento construido:
 - o D1: 2,4"
 - o D2: 8,75"
 - o D3: 0"

- Precios de material:
 - o Capa de asfalto: 190 \$/m³
 - o Bases granulares: 40 \$/m³
 - o Subbases granulares: 32 \$/m³
 - o Geomallas de refuerzo: 2.4 \$/m²

Estimación del costo por metro cuadrado de asfalto con geotextil

$$\text{Costo de capa de asfalto} = D1 * P1 = 0.061 * 190 = 11.58 \text{ \$/m}^2$$

$$\text{Costo bases granulares} = D2 * P2 = 0.203 * 40 = 8.89 \text{ \$/m}^2$$

$$\text{Costo granular secundario} = D3 * P3 = 0 * 32 = 0 \text{ \$/m}^2$$

$$\text{Costo absoluto del asfalto} = 11.58 + 8.89 + 0 + 2.4 = 22.87 \text{ \$/m}^2$$

Cálculo del costo por metro cuadrado de asfalto sin geotextil

Costo de capa de asfalto = $D1 * P1 = 0.061 * 190 = 11.58 \text{ \$/m}^2$

Costo bases granulares = $D2 * P2 = 0.203 * 40 = 8.13 \text{ \$/m}^2$

Costo granular de la subbase = $D3 * P3 = 0,203 * 32 = 6,50 \text{ \$/m}^2$

Costo absoluto del asfalto = $11,58 + 8,13 + 6,50 = 26,21 \text{ \$/m}^2$

Comparaciones de costos de materiales asfálticos

Se intentó decidir el nivel de ahorros en material entre el asfalto con geomalla en contraste con el asfalto tradicional. El cálculo realizado fue el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro en materiales: } & \frac{\text{Precio}_{\text{sin gm}} - \text{Precio}_{\text{cos gm}}}{W_{\text{sin gm}}} * 100 = \frac{26.21 - 22.87}{26.21} * 100 \\ & = 12.7\% \end{aligned}$$

La figura siguiente presenta la organización realizada en Visual Studio para este estudio. Era importante tener el modelo subyacente del asfalto tradicional y el plan mejorado con geomalla. Asimismo, se necesitaba un indicador de los costos de los materiales para la investigación.

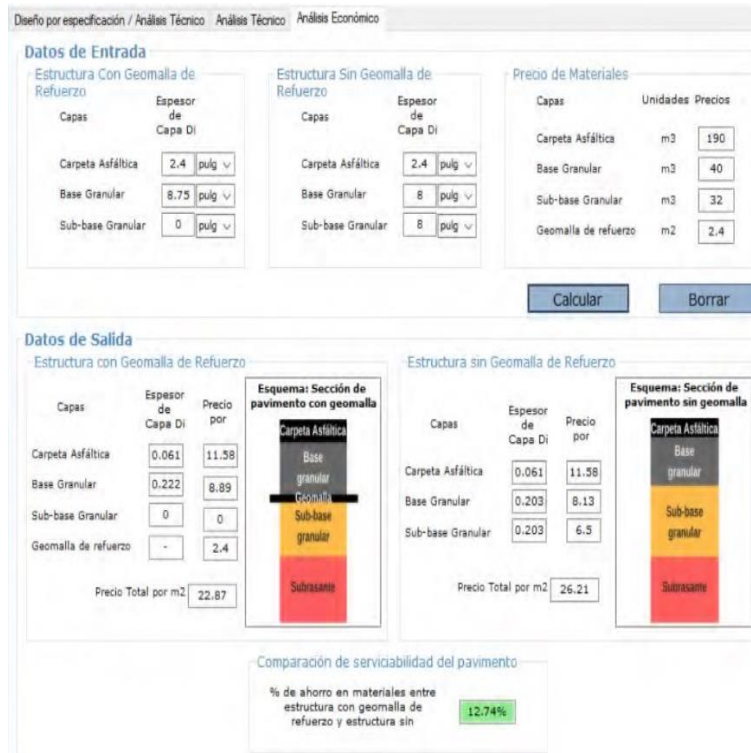


Figura 42: Evaluación económica del área 1 usando geomallas triaxiales desarrollada en visual Studio.

Fuente: Propia

La evaluación monetaria obtenida se elaboró para cada una de las áreas. La tabla siguiente grafica los ahorros económicos de manera porcentual entre los pavimentos con geomalla respecto a los pavimentos convencionales.

Tabla 21: Evaluación económica de la optimización de pavimentos.

Tramos	1	2	3	4	5	6
Porcentajes						
ahorrados (%)	12.74	12.99	10.98	10.98	10.98	12.01

Fuente: Propia

Datos especializados

Este particular se identifica con los prerrequisitos fundamentales para la utilización de geomallas como soporte para la mejora de asfaltos adaptables. En esta línea, busca disminuir el espesor del material granular utilizado en un plan tradicional. Se incorpora la hoja especializada de la geomalla indicada para el emprendimiento, la capacidad y medida de establecimiento y la estructura de estimación y cuotas. Los datos que se utilizan a continuación dependen de las señales del proveedor del material.

Representación

Este trabajo comprende la disposición y el establecimiento de geomallas poliméricas triaxiales aplicadas como soporte inferior de las bases granulares. Su utilización apunta a disminuir los grosores regulares de las bases y / o subbases granulares. Estos resultados se pueden lograr con el compromiso principal de las geomallas primordialmente mediante el aprisionamiento paralelo de las partículas totales.

Material

La geomalla TX160 se fabrica desde láminas de goma de polipropileno, perforadas y extendidas de 3 formas. Con esta manera es factible enmarcar nervaduras y juntas con alta naturaleza de flexión. La disposición de tres lados creada brinda una alta protección contra el daño del establecimiento. Además, este diseño asegura una alta protección contra la desfiguración. La geomalla está inactiva a los ataques sintéticos y orgánicos e impermeable a los ciclos degenerativos en los terrenos. También soportan la carga dinámica aplicada por el tránsito hacia cualquier camino dentro de su nivel.

Las geomallas TX160 producen una transmisión extendida de tensiones al terreno del establecimiento, a través del enclavamiento mecánico con terreno compactado o material de relleno. También su naturaleza inflexible a las flexiones trabaja con su establecimiento en terrenos húmedos o pobres. Su inflexibilidad torsional en lo que respecta a sus ayudas para soportar cualquier giro en el nivel provocado por el impacto de las tensiones provocadas por el tráfico de vehículos. Esa es la razón por la que las

geomallas son adecuadas para optimizar el límite de carga de un asfalto. La Tabla siguiente muestra las características que tienen las geomallas subyacentes TX160 según los proveedores.

Tabla 22: Ficha técnica de geomallas tipo TX160 para funciones de refuerzo.

Propiedad	Longitudinales	Diagonales	Transversal	General
Distancias entre costillas paralelas, mm (in) ⁽²⁾	40 (1.60)	40 (1.60)	-	
Profundidades al centro de las costillas, mm (in) ⁽²⁾	-	1.6 (0.06)	1.4 (0.06)	
Anchos al centro de las costillas, mm (in) ⁽²⁾	-	1.0 (0.04)	1.2 (0.05)	
Formas de las costillas				rectangulares
Formas de las aperturas				triangulares
Integridades				
Estructurales				
Eficiencias en la junta ⁽³⁾ %				93
Rigidez radial a baja deformación, ⁽⁴⁾ (kN/m @ 0.5% de deformaciones)				300

Rigidez radial a baja deformación, ⁽⁴⁾ (lb/ft @ 0.5% deformación)	20,580
Durabilidades	
Resistencias a las degradaciones químicas ⁽⁵⁾	100%
Resistencias a las degradaciones por luz ultravioleta y condición ambiental ⁽⁶⁾	70%

Nota (relativas a las representadas por el productor):

Fuente: Propia

(1) En el caso de que se exprese, estas cualidades corresponden a las estimaciones MARV determinadas por la estrategia para ASTM D4759-02. Estos son equivalentes a las cualidades normales menos varias veces las desviaciones estándar.

(2) Medida nominal.

(3) Límite de movimiento de presión decidido según ASTM D6637-11 y ASTM D7737-10 y comunicado como un nivel extremadamente manejable.

(4) La firmeza radial se resuelve a partir de la solidez flexible estimada en todo cubo en el plano de muestra según ASTM D6637-10.

(5) Resistencias a las pérdidas del límite de cargas o respetabilidad subyacente si se expone a condiciones sintéticamente fuertes según las pruebas de inundación EPA 9090.

(6) Resistencias a las pérdidas del límite de rodamiento o confiabilidad primaria cuando se expone a 500 horas de luz ultravioleta y durabilidad contundente según ASTM D4355-05.

Almacenaje

Cada rollo de geomalla debe envolverse para asegurar la humedad y la apertura de los rayos UV antes de la posición. Su capacidad también debería protegerlo de esta condición. En caso de que se guarden en el exterior, los rollos deben mantenerse alejados de la superficie del terreno y deben asegurarse con una cubierta impermeable. Las geomallas no deben presentarse a rayos brillantes durante más de medio año para evitar una disminución de todas sus propiedades. También se debe garantizar que las geomallas se guarden en un espacio con una temperatura que supere los - 29°C (20°F) y no se debe cuidar por debajo de - 10°C (14°F). Los rollos deben colocarse en un plano nivelado y pueden apilarse hasta 5 movimientos de altura para evitar deformaciones.

Ciclo productivo

Las áreas de establecimiento deben configurarse colocándolas y dejándolas libres de bloques para que no dañen las geomallas. No se deben permitir piedras, residuos exorbitantes o humedades en las geomallas. Un rodillo ligero debería utilizarse para forzar materiales inadecuados. El trabajador del proyecto no debe trabajar ningún engranaje directamente en las geomallas.

Después, las geomallas deben desenrollarse hacia el tráfico de desarrollo en las superficies preparadas. Los rollos de geomallas tendrán una cubierta de 30 centímetros hacia la posición del material. El rollo debe fijarse con pasadores, bloqueos o batidos antes de desenrollar la geomalla.

En las curvas de la calle, se debe cortar la geomalla. La unión debe hacerse para el desarrollo y también se puede arreglar según se describió con anterioridad. Los geotextiles no deben arrastrarse en la subrasante en circunstancia alguna.

Las geomallas que se dañen deben repararse utilizando parches. La región deteriorada además de 50 cm alrededor de dicho territorio debe limpiarse de todo el

material de relleno. En ese punto, se debe hacer una corrección de 50 cm más allá del borde de la región dañada.

Los agregados deben establecerse vertiendo desde el punto más próximo al geotextil o sobre los agregados recientemente ubicado. Los agregados deben distribuirse desde un lugar utilizando un transportador agrícola de empuje. No se debe permitir el tránsito directamente sobre el mismo. Se deben evitar paradas inesperadas y giros menos que ideales de los equipos en los agregados que está en el geotextil.

Estrategia de estimación

La geomalla debe estimarse en m² teniendo en consideración las áreas mostradas en los planos del proyecto y / o las demostradas registradas en papel por el supervisor.

Premisa de abono

La cantidad de geomalla que se colocará debe abordarse al costo unitario por m² que debe constar en el convenio.

V. DISCUSIÓN

Discusión de resultados.

En el presente apartado se van a comparar los resultados obtenidos por los autores más representativos de nuestros antecedentes con los que se han registrado en nuestra investigación, de manera que se lleguen a conclusiones relevantes y que impliquen un aporte para el estudio.

En comparación con el estudio de Aguiar J.& Katiyar Q, I. (2018), donde se definió experimentalmente la capacidad de adherencia del pavimento asfáltico con geosintéticos, concluyendo que una muestra con un porcentaje de vacíos de 4% representa una carpeta asfáltica envejecida y otra con un porcentaje de 7% de vacíos que idealiza la nueva carpeta asfáltica a colocar, se asemeja a nuestro estudio en que las propiedades del pavimento asfáltico mejoran conforme aumenta la dosificación de geosintéticos.

En relación a la investigación de Sicha (2018), en la que se determinó que para el geotextil comercial GT320P aplicado al pavimento flexible, los diseños con geomallas generaron un ahorro de más de 10 % con relación al diseño inicial, lo que resultó similar en nuestro estudio, comprobando que el ahorro a medio y a largo plazo es viable mediante la aplicación de este tipo de material.

Con respecto al estudio de Lino Villegas, I. V. (2018), en el que analiza de la utilización de material geosintético en el pavimento flexible como refuerzo estructural diseñando con los métodos de AASHTO 93, MTC y KENPAVE, donde se obtuvo un mejor desempeño de la vía utilizando geomallas para poder disminuir grosor, costos y mantenimiento a la infraestructura vial, podemos decir que obtiene similares resultados a nuestra investigación, ya que también se logró mejorar las propiedades del pavimento flexible y a su vez se pudo reducir el mantenimiento del mismo tanto a medio como a largo plazo mediante la prolongación de su vida útil.

Implicancias.

En cuanto a las implicancias en las que ha repercutido la presente tesis han sido de diversos tipos:

- Prácticas. Las repercusiones que ha tenido el presente estudio implican la mejora de las propiedades del pavimento flexible aplicando material geosintético, lo cual

aumentará la durabilidad de estos pavimentos, incidiendo en la reducción de los costos de mantenimiento de los mismos tanto a medio como a largo plazo, y aumentando la seguridad de todos los vehículos que utilicen esta vía, mejorando en tránsito por la misma.

- Teóricas. A la finalización de esta investigación supondrá un paso importante en la caterva de estudios existentes sobre el tema de los pavimentos flexibles, elaborando el presente según las bases teóricas y los cálculos realizados según el libro de Koerner, que empezaron a aplicar los geosintéticos en sus obras, incentivando así a seguir investigando sobre temas similares en otro tipo de pavimentos.
- Metodológicas. El procedimiento utilizado en esta investigación pretende tener una implicancia directa en el incentivo para el conocimiento y la utilización adecuada de los geosintéticos, desde el punto de vista de los pavimentos flexibles y su forma de aplicación, describiendo que proporción de ellos es la más indicada para esta clase de obra en función de la metodología explicada en el libro de Koerner.

VI. CONCLUSIONES

- Según una perspectiva especializada, se confirmó que la utilización de geotextil aislante ayudaría a proteger el 100% de los espesores del plano asfáltico durante la existencia de la obra. Al contrastar el asfalto y el geotextil con respecto al plan ordinario, se resolvió que, para una porción de una gran parte de subbase, se perdía más del 10% de la utilidad del asfalto. Bien se puede concluir entonces, en ese punto, que la utilización del geotextil aislante es fundamental para una correcta exposición del asfalto. En cualquier caso, una decisión acertada del material no es suficiente. Para obtener grandes resultados en el campo, el establecimiento del geotextil debe realizarse siguiendo reglas específicas, ya que impacta directamente en la solidez del geotextil. Se ha demostrado que una de las principales decepciones del material se debe a una medida de colocación insuficiente.
- Con respecto al estudio económico, se infirió que habría un beneficio más destacado al utilizar un geotextil aislante en lugar de espesores conciliatorios más notables que 1 pulgada. Este examen se realizó a un costo de referencia del geotextil de \$ 1 / m². El gasto utilizado podría ser incluso menor, por lo que se vería un beneficio mucho más notable al utilizar un geotextil aislante en cuanto a espesores conciliatorios.
- Según una perspectiva especializada, se aceptó que la utilización de geotextil de filtración ayudaría a agotar toda el agua tamizada mientras se mantenía al día con el coeficiente de filtración planificado del asfalto. A partir de esto, se resolvió que al disminuir solo 0.1 de este coeficiente, el asfalto sin drenaje inferior perdería más del 30% de su utilidad.
- Por otra parte, el presupuesto consistió en contrastar el gasto anual neto del asfalto sin sub-desperdicio por un tiempo real respecto al asfalto con subcanales. Se aceptó que el asfalto sub-empobrecido garantizaba toda su vida útil (10 años). A partir del examen, se resolvió que, si el plan sin subdrenaje garantizaba un tiempo de existencia diario más notable que 6 años, entonces el gasto neto no sería exactamente otro asfalto. Por otra parte, la utilización del marco de residuos sería más conservadora a largo plazo.

- Merece la pena subrayar que la investigación monetaria también podría completarse contrastando el gasto de varios marcos de sub-residuos. Por ejemplo, se podría investigar un canal sin geotextil versus uno con geotextil. Para esta situación se debe contrastar el gasto de materiales granulares evaluados del canal sin geotextiles y el gasto del otro (introducido en esta postulación). También es posible agregar a este examen la utilización de un geocompuesto de filtración ascendente, que requeriría un ancho de canal más modesto.

En cuanto al plan por soporte, se aprecia un efecto especializado positivo en el plan tradicional para cada uno de los segmentos. Se obtuvo una utilidad superior al 20% en cuanto al plan habitual. El grosor de la base se amplió de 8,00 y 6,00 pasos a 8,75 y 6,25 pulgadas por separado, ya que la subbase se eliminó del plan. Por lo tanto, era concebible que el asfalto sobrepasara la utilidad del plan habitual, pero no de una manera enorme. La investigación monetaria en lo que concierne, ratificó el avance del asfalto terminado para todas las áreas, ya que se evaluó un ahorro superior al 10% en todos los casos.

- Por último, es reseñable destacar que se ha realizado el estudio geotécnico del terreno con la finalidad de corroborar que es apto para este tipo de infraestructuras viales, lo cual, aunque no es objetivo de la presente investigación, pero se puede observar en la parte final, en el capítulo de Anexos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el geotextil indicado para la obra de separado GT320P. Esto cumplirá tanto con la determinación del plan como con el trabajo de configuración. En caso de que necesite utilizar geotextiles de otros proveedores, será importante confirmar que sus características mecánicas e impulsadas por el agua estén de acuerdo con los planos realizados. Además, la distinción en los costos de las diferentes marcas elegidas y la accesibilidad de los materiales deben evaluarse para poder elegir la mejor opción.
- Es recomendable centrarse en que elaborar una configuración de arranque con geomallas biaxiales BX1200 y BX1100. En cualquier caso, se debería haber utilizado un grosor de base mucho mayor en todas las áreas mientras se eliminaba la subbase. El último tramo tenía un espesor de 6 unidades en planta ordinaria, siendo la base sugerida por la normativa AASHTO-1993. En esta línea, la alternativa solitaria para este plan fue eliminar estas capas y hallar una geomalla con una alta estimación de BCR o LCR (como TX160).
- La capa de asfalto, en la medida en que importa, se recomienda que tenga el grosor de la base (3 pulgadas) introducido en el estándar AASHTO, debido a la utilización de una combinación de la parte de asfalto ajustada con polímero SBS. Este tiene un factor primario 1,3 veces más notable que una combinación ordinaria, legitimando el espesor empleado.
- Se prescribe no dejar de recordar que las estimaciones de TBR, CBR o LCR están dependiendo de toda geomalla y deben considerarse al completar la configuración adecuada para lograr resultados aceptables al realizar la tarea.

VIII. REFERENCIAS

- Abu-Farsakh, M., Hanandeh, S., Mohammad, L. y Chen, Q. (2016). Ejecución de calles despejadas apoyadas / asentadas geosintéticas trabajadas sobre suelos delicados bajo cargas cíclicas de placas. *Geotextiles y geomembranas*, 44 (6), 845-853.
- Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte. (1993). *Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos*. Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte, Washington, D.C.
- Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte. (2009). *Práctica estándar para el refuerzo geosintético de la capa base agregada de estructuras de pavimento flexible*. Publicación AASHTO R 50-09. Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte, Washington, D.C.
- Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte. (2000). *Libro blanco de GMA II*. Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte, Washington, D.C.
- Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte. (1997). *Determinación M288-96 sobre geotextiles. Especificación estándar para materiales de transporte y métodos de muestreo y pruebas*, Administración Federal de Carreteras, Washington, DC, EE. UU.
- Carroll, R.G., Jr. (1983). *Criterios de filtrado de geotextiles, Tejidos de ingeniería en la construcción de transporte*, Registro de investigación de transporte 916. Junta de investigación de transporte, Washington, D.C.
- Holtz, R. D., Christopher, B. R. y Berg, R. R. (2008). *Directrices de diseño y construcción geosintéticos: Manual de referencia*. Departamento de Transporte de EE. UU., Administración Federal de Carreteras, Instituto Nacional de Carreteras.
- Servicio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Interstates Manual "Determinaciones generales especializadas para el desarrollo"*. Servicio de Transportes y Comunicaciones.

- Servicio de Transportes y Comunicaciones. (2011). Manual de hidrología, energía hidráulica y residuos. Servicio de Transportes y Comunicaciones.
- Pavco, G. (2012). Planificación manual con geosintéticos. Pavco Geosystems.
- Perkins, S.W. (1999). Respuesta mecánica de asfaltos flexibles reforzados con geosintéticos. Geosynthetics International, vol. 6, N ° 5.
- Koerner, G. R. (1997). Desarrollo de la base de información para la determinación del beneficio / costo a largo plazo de los separadores de geotextiles, vol. 2.
- Koerner, R. M. (2012). Planificación con geosintéticos, vol. 1. Xlibris Corporation.
- Koerner, R.M. (2014). Aplicaciones geosintéticas en carreteras pavimentadas y sin pavimentar. 27ª Conf. Geotécnica de PA focal. Hershey, PA, Estados Unidos.
- Koerner, R. M. y Ko, F. K. (1982). Instalaciones de investigación Estudios sobre la capacidad de drenaje a largo plazo de los geotextiles. Proc. segundo Int. Conf. Geotextiles, 1-6 de agosto, IFAI Publ.
- Koerner, R. M. y Koerner, G. R. (2015). Ejercicios obtenidos de las decepciones del canal geotextil en condiciones de prueba de campo. Geotextiles y geomembranas, 43 (3).
- Shukla, S. K. (2002). Geosintéticos y sus aplicaciones Primera versión, Thomas Telford Ltd.
- Shukla, S. K. (2016). Introducción a la ingeniería geosintética. Prensa CRC.
- Te Chow, V. (1959). Energía de agua de canal abierto. McGraw-Hill Book Company, Inc; Nueva York.
- Wu, H., Huang, B., Shu, X. y Zhao, S. (2015). Evaluación de las consecuencias del soporte de la geomalla para las capas base de asfalto granular no consolidado utilizando un analizador de ruedas apiladas. Geotextiles y Geomembranas.
- Zornberg, J.G., Gupta, R. (2010). Geosintéticos en Pavimentos: Contribuciones de América del Norte. Tema Conferencia de orador, Actas de la novena Int. Encuentro sobre geosintéticos, Guarujá, Brasil, mayo, vol. 1.

IX. ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**Tesis: Evaluación Técnica y Económica de la Utilización de
Geosintéticos en el Pavimento Flexible de las Vías de Ciudad Majes,
Arequipa 2021.**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Material geosintético	Generalmente, geosintético se refiere a un producto que está hecho de material polimérico y se aplica como un componente clave en una estructura o sistema para lograr los propósitos de ingeniería. (Koerner, 2012)	Se pueden caracterizar por su ciclo de montaje. Entre ellos se encuentran: el tipo de polímero utilizado, el tipo de fibra utilizada y el estilo de textura realizada (Koerner, 2012).	Separado de subbase	Resistencia al estallido	Razón.
				Resistencia al punzonamiento	
			Filtrado de drenajes	Permeabilidad	
				Colmatación	
			Refuerzo de subbase	Espesor	
				Módulo de resiliencia	
Análisis técnico y económico	El análisis técnico-económico de una obra es indudablemente el conocimiento de la viabilidad de un proyecto, aumentará el valor y capacidad de un profesional en el campo de la ingeniería. (Aguirre, 2008)	Es importante analizar técnica y económicamente cada uno de los pavimentos para determinar costos y los demás procesos involucrados en la ejecución de un proyecto, a fin que sean evaluados para determinar el más rentable. (Aguirre, 2008)	Económico	Presupuesto	Razón.
				Costos unitarios	
				Nivel de confiabilidad	
			Técnico	Desviación estándar	
				Índices de serviciabilidad	



Figura 43: Obtención de datos de ancho de vía y deformaciones en campo.



Figura 44: Material de base y subrasante en mal estado



Figura 45: Obtención de espesor de capas del pavimento.



Figura 46: Extracción de 6 calicatas para su análisis en el laboratorio.



Figura 47: *Ensayo de laboratorio.*



Figura 48: *Ensayos de laboratorio.*



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

G y S S.R.L. Dpto. Control de calidad, Lab. Mecánica de Suelos, Rocas, Asfalto y Concreto



INFORME-GyS-DCC-C-2021

DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD-ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021

SOLICITA: TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN

MATERIAL: TERRENO DE FUNDACIÓN

ENSAYOS ASTM-D 1883/ ASTM-D 2216/ ASTM-D 423-424 / ASTM-D 1557

OCTUBRE - 2020

AREQUIPA - PERU

2021

☎ (054)617857

☎ 934 535 352

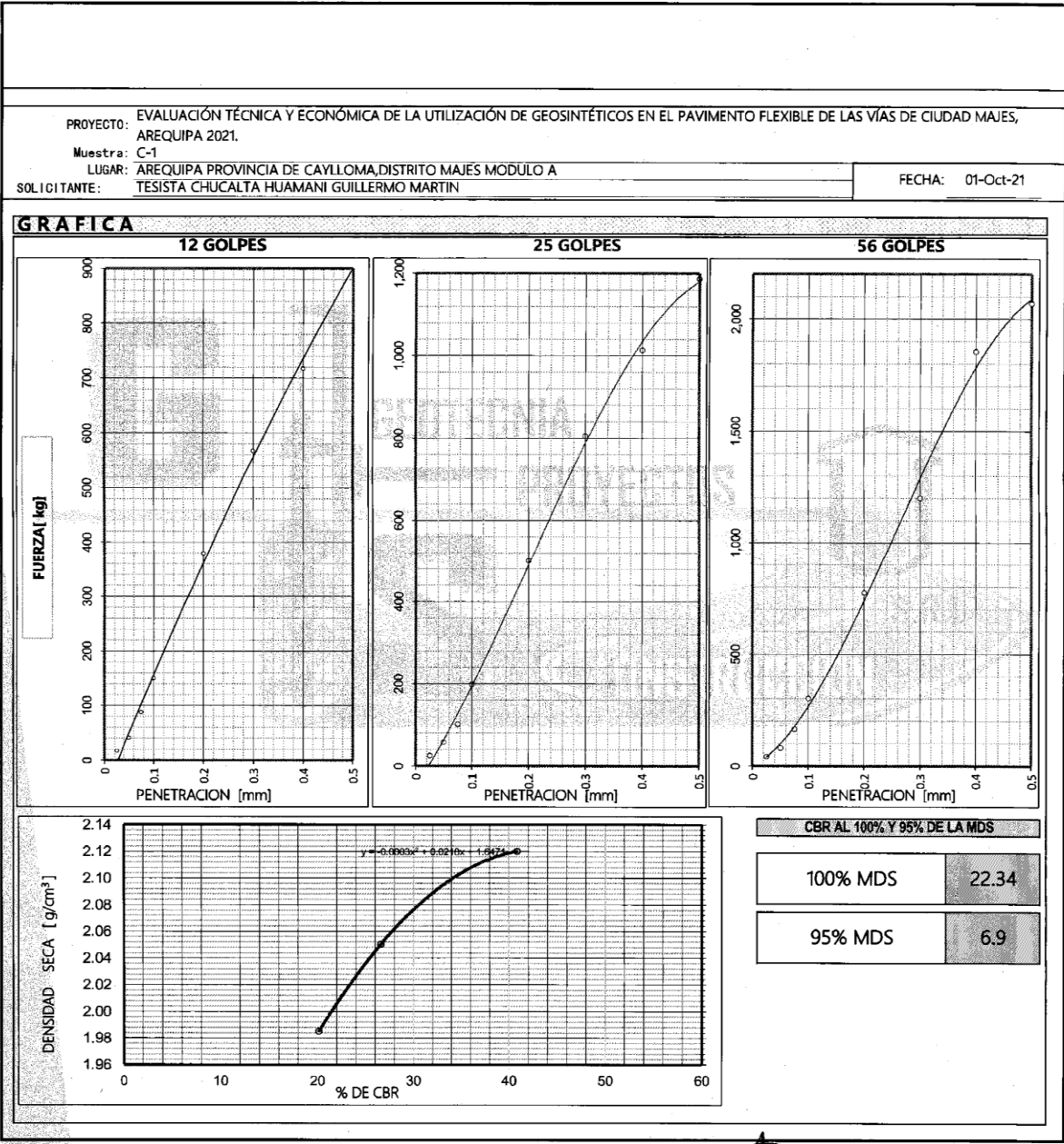
🌐 GYS TECNICAS SAGITARIO



Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de GyS S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. GyS S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.8 Lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm

G y S S.R.L. Dpto. Control de calidad, Lab. Mecánica de Suelos, Rocas, Asfalto y Concreto



2021

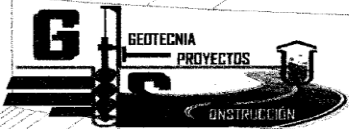
☎ (054) 617857
 ☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Adtva 955 447 733

GYS S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN
Alex Mauricio Viliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021. Tramo: C-1 LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A SOLICITANTE: TESISISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN										FECHA: 01/10/2021		
1. MUESTRA UBICACION: CIUDAD DE MAJES MODULO A MATERIAL: SUB RASANTE PROFUND.: 0.2 - 0.5 m												
3. DATOS PARA EL ENSAYO CLASIFICACION: SUCS SP A-1-a PROCTOR OCH=8.89% MDS=2.007 g/cm ³ N°CAPAS 5												
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES							
4. DENSIDAD Condición de humedad												
1	Peso suelo húmedo + molde	g	9,061	9,087	9,231	9,262	9,400	9,395				
2	Peso del molde	g	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099				
3	Volumen del molde REG:	cm ³	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328				
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,962	4,988	5,132	5,163	5,301	5,296				
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	2,131	2,143	2,204	2,218	2,277	2,275				
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6				
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	151.50	182.60	118.20	127.70	154.50	174.40				
8	Peso del suelo seco + capsula	g	143.06	170.59	112.07	119.42	146.10	163.55				
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	8.44	12.01	6.13	8.28	8.40	10.85				
10	Peso de la capsula	g	24.20	24.10	24.50	24.20	24.40	24.50				
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	118.86	146.49	87.57	95.22	121.70	139.05				
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	7.101	8.199	7.000	8.696	6.902	7.803				
13	Densidad seca, [5]/(1+[12]/100)	g/cm ³	1.990	1.980	2.060	2.040	2.130	2.110				
5. PENETRACION												
Penetración en Pulgadas		Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes		K-3			
			Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba					
			Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²				
0.025			51	17.00	75	25.00	125	41.67				
0.050			122	40.67	173	57.67	244	81.33				
0.075			262	87.33	304	101.33	492	164.00				
0.100	1.0000		450	150.00	596	198.67	900	300.00				
0.200	1.5000		1,138	379.33	1,499	499.67	2,324	774.67				
0.300	1.9000		1,702	567.33	2,417	805.67	3,600	1,200.00				
0.400	2.3000		2,152	717.33	3,040	1,013.33	5,561	1,853.67				
0.500	0.2600		2,727	909.00	3,561	1,187.00	6,210	2,070.00				
6. EXPANSION												
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm		NO EXPANSIVO				ALTURAS				H _{suelo} = 115.5 mm
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	
20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%	
7. RESULTADOS												
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL					
Densidad Seca prom. g/cm ³		1.985	2.050	2.120	Humedad óptima	08.89%						
Penetración: 1"		15.000	19.867	30.000	MDS	2.007	100% MDS	22.3				
Penetración: 2"		25.289	33.311	51.644	95 % de la MDS	1.907	95 % MDS	6.9				
Promedio:		20.144	26.589	40.822								
8. EQUIPOS DE MEDICION												
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO								
ID.	BAD143	BAD120	HOR11	ANI 22								
9. OBSERVACIONES												

2021

(054)617857
934 535 352
GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lotef18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733

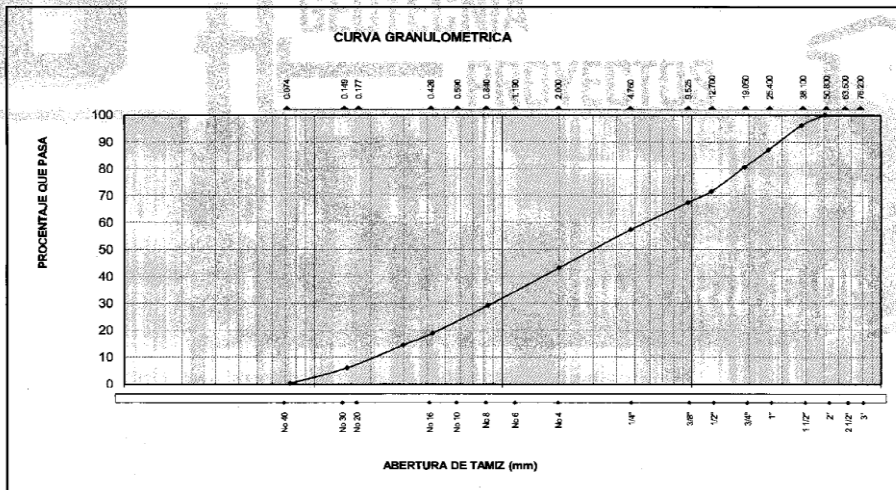
GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERÍA

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
 UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
 SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
 FECHA : 01/10/2021
 CANTERA : CALICATA N°1

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D221-D421-D4318-D2487)

TAMIZ	mm	% Retenido	% Acumulado	% Pasante	Especificaciones Técnicas
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80			100.00	
1 1/2"	38.10	3.73	3.73	96.27	
1"	25.40	9.21	12.94	87.06	
3/4"	19.05	6.35	19.29	80.71	
1/2"	12.70	9.15	28.44	71.56	
3/8"	9.53	4.2	32.64	67.36	
No.04	4.76	10	42.64	57.36	
No.10	2	14.15	56.79	43.21	
No.20	0.84	14.1	70.89	29.11	
No.40	0.426	10.25	81.14	18.86	
No.50	0.297	4.45	85.59	14.41	
No.100	0.149	8.5	94.09	5.91	
No.200	0.074	5.69	99.78	0.22	

Muestra N°	CALICATA N°1	
Procedencia		
SUCS :	SP	I.G.
AASHTO:	A-1-a	0
Cu :	27.53	
Cc :	0.66	
Lim Liquido	19.14	
Lim Plastico	NP	
Ind. Plasticidad	NP	
% Grava	42.64 %	
% Arena	57.36 %	
% Finos	0.22 %	
Observaciones:	Gradacion B, Arena mal graduada	



GYS S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
 Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857
 ☎ 934 535 352

☎ GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

☎ A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 Sábados de 8:00 a 1:00 pm ☎ gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com ☎ Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
 UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
 SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
 FECHA : 01/10/2021
 CANTERA : CALICATA N°1

PROCEDENCIA :

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423 - D424)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	18.10	17.90	18.30
N° Golpes	7	15	31
Peso Recipiente + Suelo húmedo	42.9	34.1	38.5
Peso Recipiente + Suelo seco	38.30	31.40	35.30
Humedad	22.77	20.00	18.82
Lim. Liquido	14.14	24.37	18.91

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°			
N° Recipiente			
Peso Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo húmedo			
Peso Recipiente + Suelo seco			
Humedad			

INDICE DE PLASTICIDAD

Límite Liquido promedio	19.14
Límite Plástico promedio	NP
Índice Plástico	NP

Ensayado por :
 Proceso por :
 Revision por :

GYS S.R.L.
GEOECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Alex
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857
 ☎ 934 535 352
 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326@60.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO:	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.	FECHA:	01/10/2021
TRAMO:	C-1		
LUGAR:	AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MÓDULO A		
SOLICITANTE:	TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN		

1.- MUESTRA	2.- PERSONAL
UBICACIÓN:	CIUDAD DE MAJES MÓDULO A
MATERIAL:	SUB RASANTE
PROFUND.:	0.00m - 1.50m
ENSAYADO POR:	
REVISIÓN POR:	

3.- DATOS PARA ENSAYO		
Método de compactación : "C"	Número de golpes : 56	Número de capas : 5

4.- DENSIDAD HÚMEDA							
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,741	11,830	11,898	11,902	
2	Peso del molde	g	7,524	7,274	7,279	7,421	
3	Volumen del molde	cm ³	2,113	2,113	2,113	2,113	
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,217	4,556	4,619	4,481	
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.00	2.16	2.19	2.12	

5.- HUMEDAD							
6	Id. Capsula		1	2	3	4	
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	130	136	132	139	
8	Peso del suelo seco+capsula	g	122	125	121	127	
9	Peso del agua (7) - (8)	g	7.7	10.5	10.8	12.3	
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	122.3	125.5	121.2	126.7	
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	6.3	8.4	8.9	9.7	

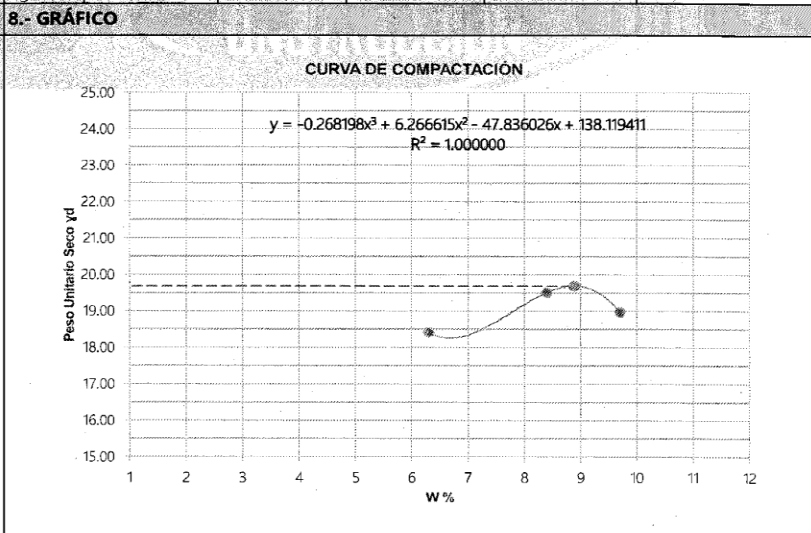
6.- DENSIDAD SECA							
1	Densidad seca (5)/(1+(12)/100)	g/cm ³	1.8775	1.9891	2.0073	1.9332	
2	Peso Unitario seco (1)*(9.807)	g/cm ³	18.4	19.5	19.7	19.0	

7.- CÁLCULOS

DENSIDAD SECA*	
X ⁿ	Y=DS
X ³	-0.268 198
X ²	6.266 615
X ¹	-47.836 026
X ⁰	138.119 411

(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).

RESULTADOS	
Humedad óptima :	8.89
Densidad máxima :	19.69
Peso específico de grava :	2.71
Absorción de grava :	0.60



9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN							
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA		
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79		

10.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

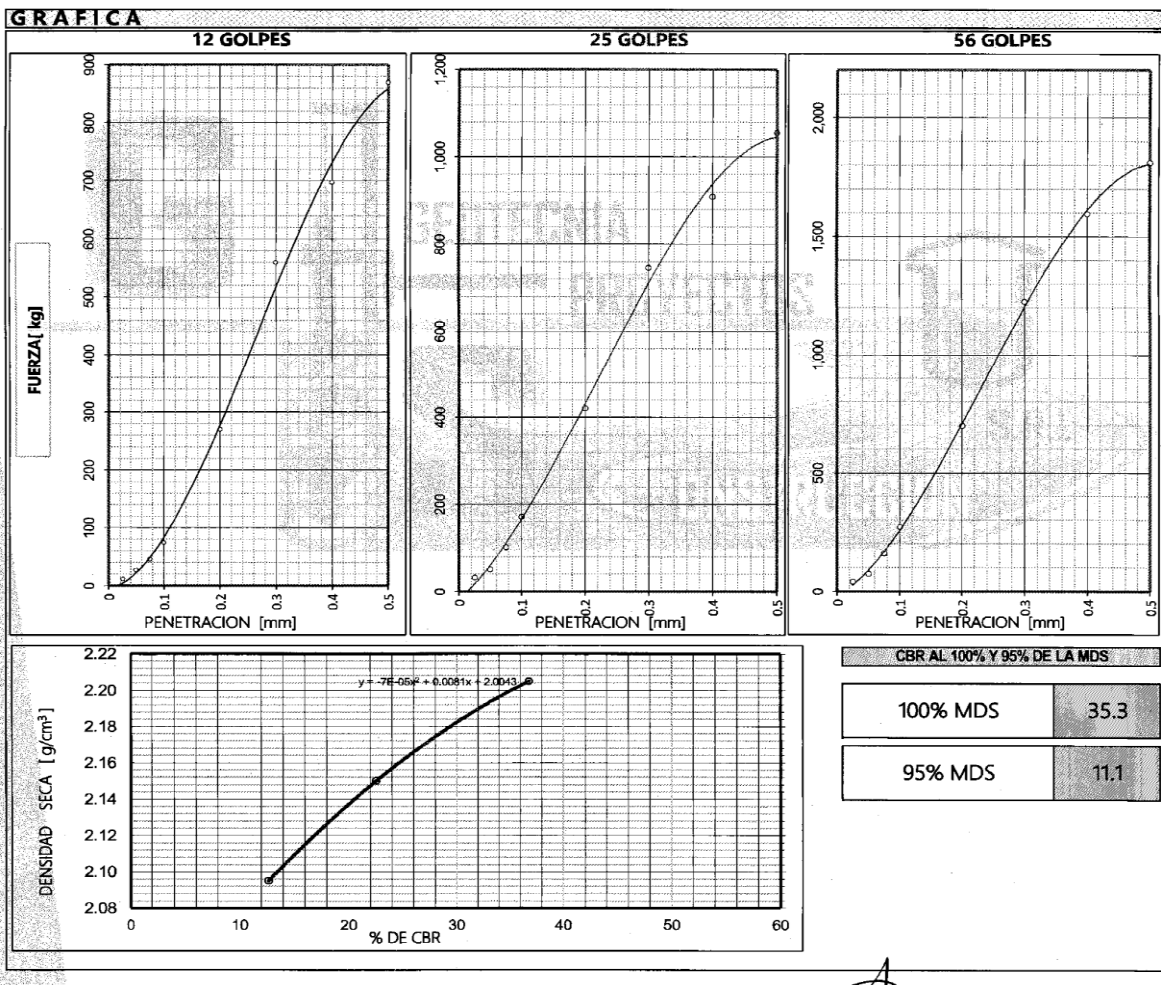
Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERÍA

(054) 617857
934 535 352

G y S S.R.L. GYS TECNICAS SAGITARIO
Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú
Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm
gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com
Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
 Tramo: C-2
 LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A
 SOLICITANTE: TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
 FECHA: 01-Oct-21



G y S S.R.L. Upto. Control de calidad, Lab. Mecánica de suelos, rocas, asfalto y concreto

2021

☎ (054)617857
 ☎ 934 535 352

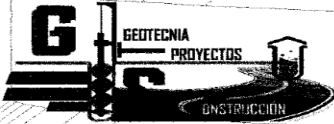
📍 GYS TÉCNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

GYS S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Alex Mauricio Veiz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERÍA

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Adiva 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES


G y S S.R.L. Dpto. Control de Calidad, Lab. Mecánica de Suelos, Rocas, Asfalto y Concreto

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021. Tramo: C-2 LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A SOLICITANTE: TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN FECHA: 01/10/2021																																																																																															
1. MUESTRA UBICACION: CIUDAD DE MAJES MODULO A MATERIAL: SUBRASANTE PROFUND.: 0.2 - 0.5 m																																																																																															
3. DATOS PARA EL ENSAYO CLASIFICACION: SUCS SP A-1-a PROCTOR OCH=7.16% MDS=2.202 g/cm ³ N°CAPAS 5																																																																																															
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES																																																																																								
4. DENSIDAD Condición de humedad																																																																																															
1	Peso suelo húmedo + molde	g	Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado																																																																																							
2	Peso del molde	g	9,301	9,349	9,455	9,465	9,563	9,605																																																																																							
3	Volumen del molde REG:	cm ³	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099																																																																																							
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328																																																																																							
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	5,202	5,250	5,356	5,366	5,464	5,506																																																																																							
6	Id. Capsula	-	2,235	2,255	2,301	2,305	2,347	2,365																																																																																							
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	1	2	3	4	5	6																																																																																							
8	Peso del suelo seco + capsula	g	145.20	185.50	126.30	184.50	175.20	122.60																																																																																							
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	137.93	173.73	120.09	173.10	166.40	115.78																																																																																							
10	Peso de la capsula	g	7.27	11.77	6.21	11.40	8.80	6.82																																																																																							
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	24.40	24.70	24.60	25.10	24.50	24.90																																																																																							
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	113.53	149.03	95.49	148.00	141.90	90.88																																																																																							
13	Densidad seca, [5]/([1]+[12]/100)	g/cm ³	6.404	7.898	6.503	7.703	6.202	7.504																																																																																							
			2.100	2.090	2.160	2.140	2.210	2.200																																																																																							
5. PENETRACION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Penetración en Pulgadas</th> <th rowspan="2">Carga Estándar (lbs/in)</th> <th colspan="2">12 Golpes</th> <th colspan="2">25 Golpes</th> <th colspan="2">56 Golpes</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Carga de Prueba</th> <th colspan="2">Carga de Prueba</th> <th colspan="2">Carga de Prueba</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>Lectura</th> <th>Lb/in2</th> <th>Lectura</th> <th>Lb/in2</th> <th>Lectura</th> <th>Lb/in2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.025</td> <td></td> <td>33</td> <td>11.00</td> <td>95</td> <td>31.67</td> <td>119</td> <td>39.67</td> </tr> <tr> <td>0.050</td> <td></td> <td>80</td> <td>26.67</td> <td>152</td> <td>50.67</td> <td>221</td> <td>73.67</td> </tr> <tr> <td>0.075</td> <td></td> <td>137</td> <td>45.67</td> <td>304</td> <td>101.33</td> <td>483</td> <td>161.00</td> </tr> <tr> <td>0.100</td> <td>1.0000</td> <td>221</td> <td>73.67</td> <td>513</td> <td>171.00</td> <td>814</td> <td>271.33</td> </tr> <tr> <td>0.200</td> <td>1.5000</td> <td>808</td> <td>269.33</td> <td>1,261</td> <td>420.33</td> <td>2,092</td> <td>697.33</td> </tr> <tr> <td>0.300</td> <td>1.9000</td> <td>1,678</td> <td>559.33</td> <td>2,238</td> <td>746.00</td> <td>3,677</td> <td>1,225.67</td> </tr> <tr> <td>0.400</td> <td>2.3000</td> <td>2,092</td> <td>697.33</td> <td>2,727</td> <td>909.00</td> <td>4,783</td> <td>1,594.33</td> </tr> <tr> <td>0.500</td> <td>0.2600</td> <td>2,608</td> <td>869.33</td> <td>3,165</td> <td>1,055.00</td> <td>5,430</td> <td>1,810.00</td> </tr> </tbody> </table>										Penetración en Pulgadas	Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba				Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	0.025		33	11.00	95	31.67	119	39.67	0.050		80	26.67	152	50.67	221	73.67	0.075		137	45.67	304	101.33	483	161.00	0.100	1.0000	221	73.67	513	171.00	814	271.33	0.200	1.5000	808	269.33	1,261	420.33	2,092	697.33	0.300	1.9000	1,678	559.33	2,238	746.00	3,677	1,225.67	0.400	2.3000	2,092	697.33	2,727	909.00	4,783	1,594.33	0.500	0.2600	2,608	869.33	3,165	1,055.00	5,430	1,810.00
Penetración en Pulgadas	Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes																																																																																									
		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba																																																																																									
		Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2																																																																																								
0.025		33	11.00	95	31.67	119	39.67																																																																																								
0.050		80	26.67	152	50.67	221	73.67																																																																																								
0.075		137	45.67	304	101.33	483	161.00																																																																																								
0.100	1.0000	221	73.67	513	171.00	814	271.33																																																																																								
0.200	1.5000	808	269.33	1,261	420.33	2,092	697.33																																																																																								
0.300	1.9000	1,678	559.33	2,238	746.00	3,677	1,225.67																																																																																								
0.400	2.3000	2,092	697.33	2,727	909.00	4,783	1,594.33																																																																																								
0.500	0.2600	2,608	869.33	3,165	1,055.00	5,430	1,810.00																																																																																								
6. EXPANSION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIEMPO</th> <th rowspan="2">LECTURA DIAL (Div): 0.025mm</th> <th colspan="4">NO EXPANSIVO</th> <th colspan="4">ALTURAS</th> <th>H_{suelo} = 115.5 mm</th> </tr> <tr> <th>12 GOLPES</th> <th>25 GOLPES</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fecha-hora</td> <td>(Hrs)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18/06/11 - 08:30</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>20/06/11 - 08:30</td> <td>48</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22/06/11 - 08:30</td> <td>96</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>										TIEMPO	LECTURA DIAL (Div): 0.025mm	NO EXPANSIVO				ALTURAS				H _{suelo} = 115.5 mm	12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	Fecha-hora	(Hrs)										18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0							22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0						0.0%																										
TIEMPO	LECTURA DIAL (Div): 0.025mm	NO EXPANSIVO				ALTURAS						H _{suelo} = 115.5 mm																																																																																			
		12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%																																																																																						
Fecha-hora	(Hrs)																																																																																														
18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%																																																																																						
20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0																																																																																												
22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0						0.0%																																																																																						
7. RESULTADOS <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ENSAYO CBR</th> <th>12 GOLPES</th> <th>25 GOLPES</th> <th>56 GOLPES</th> <th colspan="2">PROCTOR</th> <th colspan="2">CBR FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad Seca prom. g/cm³</td> <td>2.09507</td> <td>2.15017</td> <td>2.20502</td> <td>Humedad óptima</td> <td>07.16%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Penetración: 1"</td> <td>7.36667</td> <td>17.10000</td> <td>27.13333</td> <td>MDS</td> <td>2.202</td> <td>100% MDS</td> <td>35.3</td> </tr> <tr> <td>Penetración: 2"</td> <td>17.95556</td> <td>28.02222</td> <td>46.48889</td> <td>95 % de la MDS</td> <td>2.091</td> <td>95 % MDS</td> <td>11.1</td> </tr> <tr> <td>Promedio:</td> <td>12.66111</td> <td>22.56111</td> <td>36.81111</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		Densidad Seca prom. g/cm ³	2.09507	2.15017	2.20502	Humedad óptima	07.16%			Penetración: 1"	7.36667	17.10000	27.13333	MDS	2.202	100% MDS	35.3	Penetración: 2"	17.95556	28.02222	46.48889	95 % de la MDS	2.091	95 % MDS	11.1	Promedio:	12.66111	22.56111	36.81111																																																		
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL																																																																																									
Densidad Seca prom. g/cm ³	2.09507	2.15017	2.20502	Humedad óptima	07.16%																																																																																										
Penetración: 1"	7.36667	17.10000	27.13333	MDS	2.202	100% MDS	35.3																																																																																								
Penetración: 2"	17.95556	28.02222	46.48889	95 % de la MDS	2.091	95 % MDS	11.1																																																																																								
Promedio:	12.66111	22.56111	36.81111																																																																																												
8. EQUIPOS DE MEDICION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQ</th> <th>BALANZA</th> <th>BALANZA</th> <th>HORNO</th> <th>ANILLO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ID.</td> <td>BAD143</td> <td>BAD120</td> <td>HOR11</td> <td>ANI 22</td> </tr> </tbody> </table>										EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO	ID.	BAD143	BAD120	HOR11	ANI 22																																																																												
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO																																																																																											
ID.	BAD143	BAD120	HOR11	ANI 22																																																																																											
9. OBSERVACIONES 																																																																																															

2021

(054)617857
934 535 352
GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.


G y S S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN
 Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

A.V. Cruce de Chilina Mza.B lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm @ avs.geotecnia.aap@gmail.com/avs.326060.aap@gmail.com Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733



GYS S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

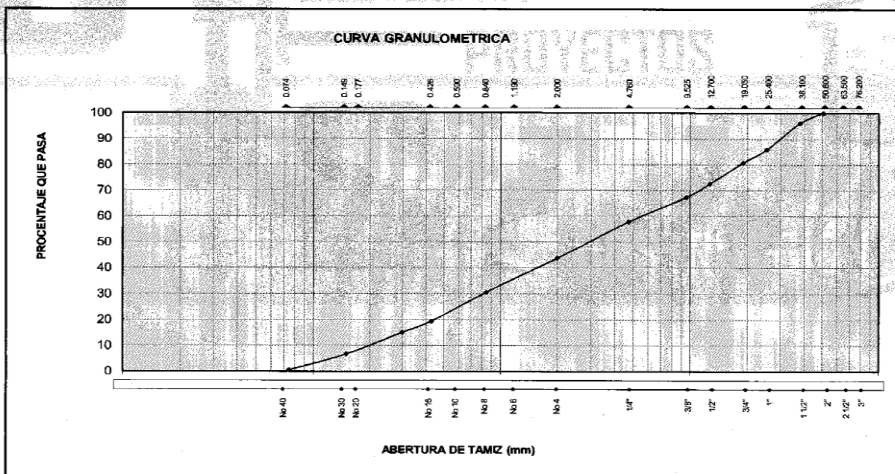
OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN
EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°2

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

(ASTM D221-D421-D4318-D2487)

TAMIZ	%	%	%	Especificaciones
Nombre	mm	Retenido	Acumulado	Técnicas
3"	76.20			
2 1/2"	63.50			
2"	50.80			100.00
1 1/2"	38.10	3.84	3.84	96.16
1"	25.40	10.21	14.05	85.95
3/4"	19.05	5.13	19.18	80.82
1/2"	12.70	8.12	27.30	72.70
3/8"	9.53	5.32	32.62	67.38
No.04	4.76	9.43	42.05	57.95
No.10	2	14.16	56.20	43.80
No.20	0.84	13.21	69.41	30.59
No.40	0.426	11.21	80.62	19.38
No.50	0.297	4.40	85.02	14.98
No.100	0.149	8.32	93.34	6.66
No.200	0.074	6.21	99.55	0.45

Muestra N°	CALICATA N°2	
Procedencia		
SUCS :	SP	I.G.
AASHTO:	A-1-a	0
CU :	28.16	
Cc :	0.60	
Lim Liquido	17.39	
Lim Plastico	NP	
Ind. Plasticidad	NP	
% Grava	42.05 %	
% Arena	57.95 %	
% Finos	0.45 %	
Observaciones:	Gradacion B, Arena mal graduada	



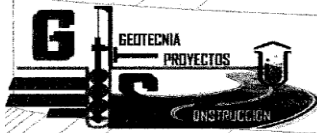
GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857
☎ 934 535 352
📧 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnica.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°2

PROCEDENCIA :

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423 - D424)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	18.10	17.90	18.30
N° Golpes	8	14	30
Peso Recipiente + Suelo húmedo	41.9	35.1	33.2
Peso Recipiente + Suelo seco	38.00	32.50	31.00
Humedad	19.60	17.81	17.32
Lim. Líquido	14.39	20.60	17.19

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°			
N° Recipiente			
Peso Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo húmedo			
Peso Recipiente + Suelo seco			
Humedad			

INDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	17.39
Límite Plástico promedio	NP
Índice Plástico	NP

Ensayado por :
Proceso por :
Revision por :

G y S S.R.L.
GEOTECNIA / PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

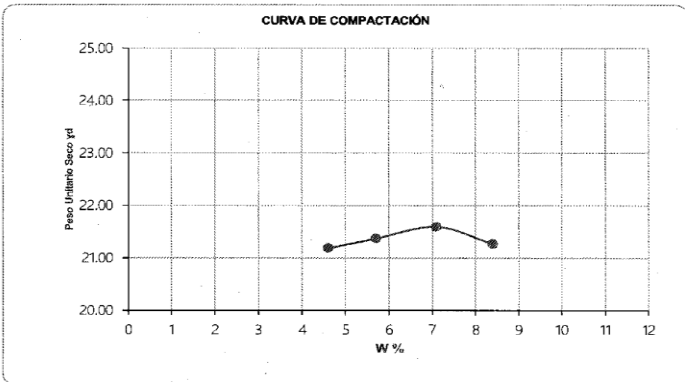
☎ (054)617857
☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO		EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.																												
TRAMO:		C-2																												
LUGAR:		AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A					FECHA: 1/10/2021																							
SOLICITANTE:		TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN																												
1.- MUESTRA						2.- PERSONAL																								
UBICACIÓN:		CIUDAD DE MAJES MODULO A					ENSAYADO POR:																							
MATERIAL:		SUB RASANTE					REVISIÓN POR:																							
		PROFUND.:		0.00m - 1.50m																										
3.- DATOS PARA ENSAYO																														
Método de compactación :			"C"		Número de golpes :		56																							
					Número de capas :		5																							
4.- DENSIDAD HÚMEDA																														
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																							
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,610	11,702	11,818	11,802																								
2	Peso del molde	g	6,836	6,836	6,836	6,836																								
3	Volumen del molde	cm ³	2,113	2,113	2,113	2,113																								
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,774	4,866	4,982	4,966																								
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.26	2.30	2.36	2.35																								
5.- HUMEDAD																														
Id.	Capsula		1	2	3	4																								
6	Peso del suelo hum.+ capsula	g	134	131	142	132																								
8	Peso del suelo seco+capsula	g	128	124	133	122																								
9	Peso del agua (7) - (8)	g	5.9	7.1	9.4	10.2																								
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																								
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	128.1	123.9	132.6	121.8																								
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	4.6	5.7	7.1	8.4																								
6.- DENSIDAD SECA																														
1	Densidad seca (5)/(1+(12)/100)	g/cm ³	2.16	2.18	2.20	2.17																								
2	Peso Unitario seco (1)*(9.807)	g/cm ³	21.2	21.4	21.6	21.3																								
7.- CÁLCULOS			8.- GRÁFICO																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>Y=DS</td> </tr> <tr> <td>X³</td> <td>-0.039 335</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>0.681 526</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-3.711 168</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>27.662 020</td> </tr> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tenden</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>7.16</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>21.59</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.70</td> </tr> <tr> <td>Absorción de grava :</td> <td>0.80</td> </tr> </table>			DENSIDAD SECA*		X ¹	Y=DS	X ³	-0.039 335	X ²	0.681 526	X ¹	-3.711 168	X ⁰	27.662 020	RESULTADOS		Humedad óptima :	7.16	Densidad máxima :	21.59	Peso específico de grava :	2.70	Absorción de grava :	0.80	<div style="text-align: center;"> <p>CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  </div>					
DENSIDAD SECA*																														
X ¹	Y=DS																													
X ³	-0.039 335																													
X ²	0.681 526																													
X ¹	-3.711 168																													
X ⁰	27.662 020																													
RESULTADOS																														
Humedad óptima :	7.16																													
Densidad máxima :	21.59																													
Peso específico de grava :	2.70																													
Absorción de grava :	0.80																													
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																														
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																									
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																									
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																														

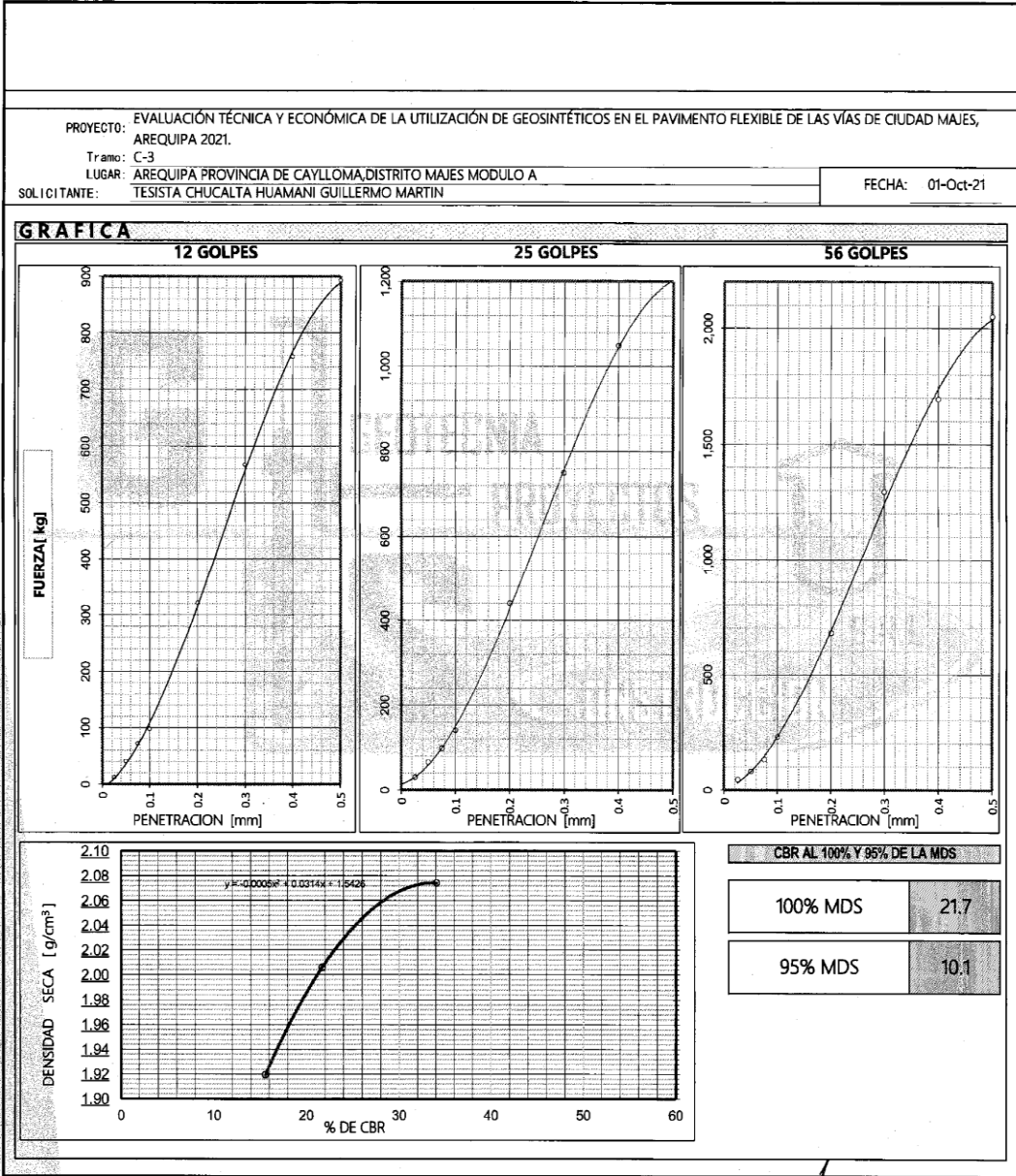

Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857
 ☎ 934 535 352
 📍 GYS TÉCNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733



2021

☎ (054)617857
 ☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chillina Mza.B lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnica.aqp@gmail.com/gys.326060.aqp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733

G y S S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021. Tramo: C-3 LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE GAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A SOLICITANTE: TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN FECHA: 01/10/2021									
1. MUESTRA UBICACION: CIUDAD DE MAJES MODULO A C-3 MATERIAL: SUB RASANTE PROFUND.: 0.2 - 0.5 m									
3. DATOS PARA EL ENSAYO CLASIFICACION: SUCS SP A-1-a PROCTOR OCH=8.89% MDS=1.982 g/cm ³ N°CAPAS 5									
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES				
4. DENSIDAD									
	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	8,943	8,928	9,153	9,184	9,324	9,357	
2	Peso del molde	g	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	
3	Volumen del molde REG:	cm ³	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	4,844	4,829	5,054	5,085	5,225	5,258	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	2,081	2,074	2,171	2,184	2,244	2,259	
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	112.30	108.80	104.80	126.60	135.80	145.50	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	105.90	102.10	98.90	118.00	127.60	135.40	
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	6.40	6.70	5.90	8.60	8.20	10.10	
10	Peso de la capsula	g	24.26	24.65	24.52	24.16	24.39	24.78	
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	81.64	77.45	74.38	93.84	103.21	110.62	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	7.839	8.651	7.932	9.165	7.945	9.130	
13	Densidad seca, [5]/(1+(12/100))	g/cm ³	1.929	1.909	2.011	2.001	2.079	2.070	
5. PENETRACION									
Penetración en Pulgadas	Carga Estándar	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes		K=3	
	(lb/in)	Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba			
		Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²		
0.025		36	12.00	89	29.67	134	44.67		
0.050		122	40.67	197	65.67	241	80.33		
0.075		215	71.67	295	98.33	393	131.00		
0.100	1.0000	292	97.33	423	141.00	688	229.33		
0.200	1.5000	963	321.00	1,320	440.00	2,035	678.33		
0.300	1.9000	1,702	567.33	2,250	750.00	3,883	1,294.33		
0.400	2.3000	2,274	758.00	3,147	1,049.00	5,084	1,694.67		
0.500	0.2600	2,679	893.00	3,609	1,203.00	6,157	2,052.33		
6. EXPANSION									
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm		NO EXPANSIVO				H _{suelo} = 115.5 mm	
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0						0.0%
22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0						0.0%
7. RESULTADOS									
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
Densidad Seca prom. g/cm ³	1.919	2.006	2.074	Humedad óptima	08.89%				
Penetración: 1"	9.733	14.100	22.933	MDS	1.982	100% MDS	21.7		
Penetración: 2"	21.400	29.333	45.222	95 % de la MDS	1.883	95 % MDS	10.1		
Promedio:	15.567	21.717	34.078						
8. EQUIPOS DE MEDICION									
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO					
ID.	BAD143	BAD120	HOR11	ANI 22					
9. OBSERVACIONES									

2021

☎ (054)617857
☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.gan@gmail.com/fax.326060.aap@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

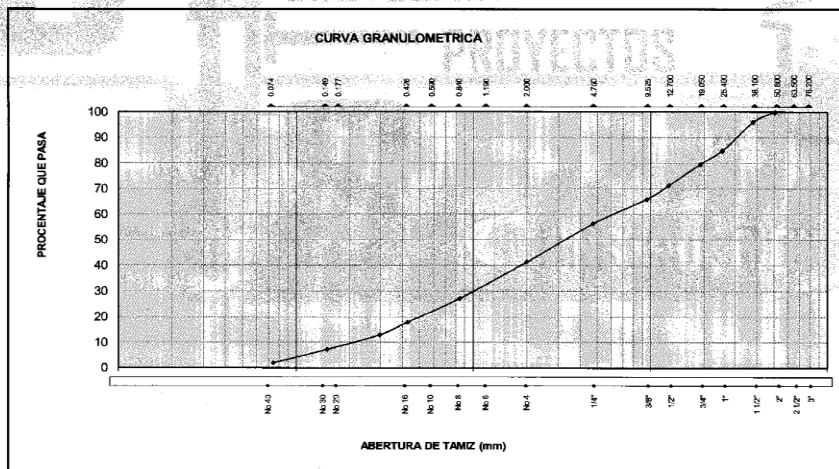
OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN
EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGIÓN AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°3

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

(ASTM D221-D421-D4318-D2487)

TAMIZ		% Retenido	% Acumulado	% Pasante	Especificaciones Técnicas
Nombre	mm				
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80			100.00	
1 1/2"	38.10	3.95	3.95	96.05	
1"	25.40	11.20	15.15	84.85	
3/4"	19.05	5.23	20.38	79.62	
1/2"	12.70	8.24	28.62	71.38	
3/8"	9.53	5.45	34.07	65.93	
No.04	4.76	9.50	43.57	56.43	
No. 10	2	15.10	58.67	41.33	
No.20	0.84	14.21	72.88	27.12	
No.40	0.426	9.23	82.11	17.89	
No.50	0.297	5.00	87.11	12.89	
No.100	0.149	5.67	92.78	7.22	
No.200	0.074	5.21	97.99	2.01	

Muestra N°	CALICATA N°3	
Procedencia		
SUCS :	SP	I.G.
AASHTO:	A-1-a	0
Cu :	29.57	
Cc :	0.78	
Lim Líquido	17.91	
Lim Plástico	NP	
Ind. Plasticidad	NP	
% Grava	43.57 %	
% Arena	56.43 %	
% Finos	2.01 %	
Observaciones:	Gradacion B, Arena mal graduada	



G y S S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857

☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alfo Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.gm@gmail.com / gys.326060.gm@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°3

PROCEDENCIA :

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423 - D424)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	18.10	17.90	18.30
N° Golpes	5	14	28
Peso Recipiente + Suelo húmedo	40.2	36.2	34.4
Peso Recipiente + Suelo seco	36.20	33.20	32.00
Humedad	22.10	19.61	17.52
Lim. Líquido	13.91	22.41	17.42

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°			
N° Recipiente			
Peso Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo húmedo			
Peso Recipiente + Suelo seco			
Humedad			

INDICE DE PLASTICIDAD

Límite Líquido promedio	17.91
Límite Plástico promedio	NP
Índice Plástico	NP

Ensayado por :
Proceso por :
Revisión por :

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN
Alex
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857

☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 avs.geotecnia.aap@gmail.com/avs.326060.aap@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admiva 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.							
PROYECTO:	C-3	FECHA:	01/10/2021				
TRAMO:	AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A						
LUGAR:	TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN						
SOLICITANTE:							
1.- MUESTRA		2.- PERSONAL					
UBICACIÓN:	CIUDAD DE MAJES MODULO A	SONDAJE:					
MATERIAL:	SUB RASANTE	PROFUND.:	0.00m - 1.50m				
3.- DATOS PARA ENSAYO							
Método de compactación :	"C"	Número de golpes :	56				
		Número de capas :	5				
4.- DENSIDAD HÚMEDA							
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,747	11,783	11,890	11,876	
2	Peso del molde	g	7,454	7,402	7,366	7,432	
3	Volumen del molde	cm ³	2,113	2,113	2,119	2,113	
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,293	4,381	4,524	4,444	
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.03	2.07	2.13	2.10	
5.- HUMEDAD							
			1	2	3	4	
6	Id. Capsula						
7	Peso del suelo hum. + capsula	g	131	136	132	139	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	125	128	122	128	
9	Peso del agua (7) - (8)	g	5.9	8.2	9.6	11.0	
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	125.1	127.8	122.4	128.0	
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	4.7	6.4	7.8	8.6	
6.- DENSIDAD SECA							
			1.94	1.95	1.98	1.94	
1	Densidad seca (5)/(1+(12)/100)	g/cm ³					
2	Peso Unitario seco (1)*(9.807)	g/cm ³	19.0	19.1	19.4	19.0	
7.- CÁLCULOS		8.- GRÁFICO					
DENSIDAD SECA*							
X ⁿ	Y=DS						
X ³	-0.103 252						
X ²	2.008 285						
X ¹	-12.629 170						
X ⁰	44.744 538						
RESULTADOS							
Humedad óptima :	7.61						
Densidad máxima :	19.44						
Peso específico de grava :	2.71						
Absorción de grava :	0.60						
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN							
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA		
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79		

G y S S.R.L. Dpto. Control de Calidad, Lab. Mecánica de Suelos, Rocas, Asfalto y Concreto

COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS e INGENIERÍA

☎ (054) 617857
☎ 934 535 352

📍 GYS TÉCNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

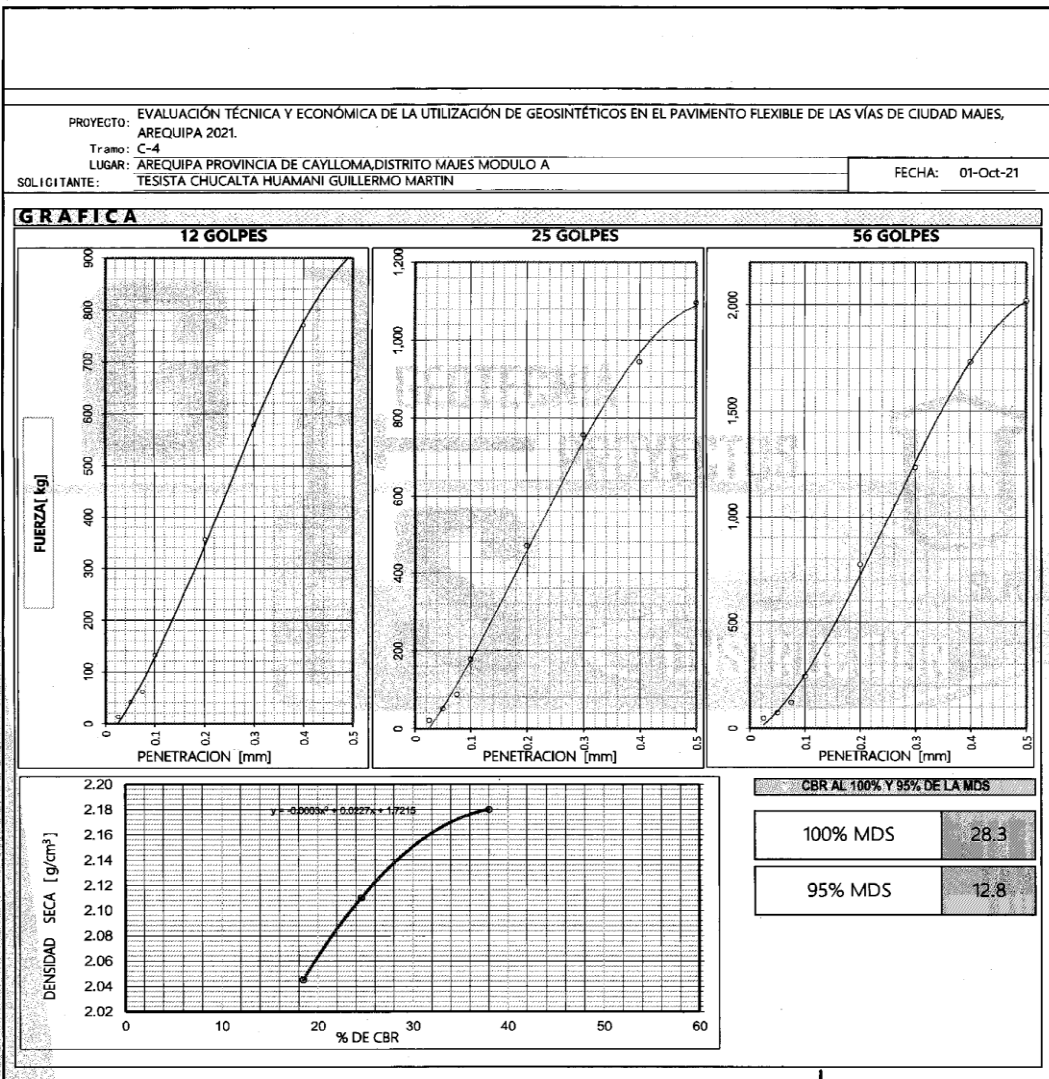
📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 avs.geotecnia.aap@gmail.com/avs.326060.aap@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES



2.0246

2021

☎ (054)617857

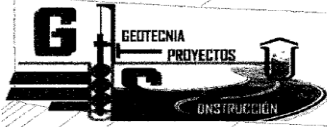
☎ 934 535 352

👤 GYS TÉCNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
📧 gys.geotecnia.gps@gmail.com / gys.324060.gps@gmail.com 📠 Ofic. Técnica 954 950 880 / Ofic. Activa 955 447 733

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA



PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.

Tramo: C-4
LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A
SOLICITANTE: TESTISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTÍN

FECHA: 01/10/2021

1. MUESTRA
UBICACIÓN: CIUDAD DE MAJES MODULO A
MATERIAL: SUB RASANTE
CALCATA: C-4
PROFUND.: 0.2 - 0.5 m

3. DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION:	SUCS	SP	A-1-a	PROCTOR	OCH=8.89%	MDS=2.120 g/cm ³	N°CAPAS	5
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES			

4. DENSIDAD

Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	9,282	9,314	9,464	9,477	9,631
2	Peso del molde	g	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099
3	Volumen del molde REG:	cm ³	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	5,183	5,215	5,365	5,378	5,532
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	2,226	2,240	2,305	2,310	2,376
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	103.90	118.20	124.10	133.00	154.70
8	Peso del suelo seco + capsula	g	97.65	109.93	115.94	123.09	144.42
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	6.25	8.27	8.16	9.91	10.28
10	Peso de la capsula	g	25.00	25.50	22.10	24.00	23.50
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	72.65	84.43	93.84	99.09	120.92
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	8.603	9.795	8.696	10.001	8.501
13	Densidad seca, [5]/[1+12]/100	g/cm ³	2.050	2.040	2.120	2.100	2.190

5. PENETRACION

Penetración en Pulgadas	Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes	
		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba	
		Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²
0.025		39	13.00	63	21.00	137	45.67
0.050		122	40.67	152	50.67	218	72.67
0.075		185	61.67	282	87.33	364	121.33
0.100	1.0000	396	132.00	533	177.67	736	245.33
0.200	1.5000	1,067	355.67	1,410	470.00	2,318	772.67
0.300	1.9000	1,731	577.00	2,271	757.00	3,707	1,235.67
0.400	2.3000	2,312	770.67	2,834	944.67	5,197	1,732.33
0.500	2.6000	2,736	912.00	3,287	1,095.67	6,058	2,019.33

6. EXPANSION

TIEMPO				NO EXPANSIVO				H _{suelo} = 115.5 mm	
Fecha-hora	(Hrs)	LECTURA DIAL(Div): 0.02mm		ALTURAS		ALTURAS		mm	%
		12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0						
22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0						

7. RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL	
Densidad Seca prom. g/cm ³	2.045	2.110	2.180	Humedad óptima 08.89%			
Penetración: 1"	13.200	17.767	24.533	MDS 2.120		100% MDS	28.3
Penetración: 2"	23.711	31.333	51.511	95 % de la MDS 2.014		95 % MDS	12.8
Promedio:	18.456	24.550	38.022				

8. EQUIPOS DE MEDICION

EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO	
ID:	BAD143	BAD120	HOR11	ANI 22	

9. OBSERVACIONES

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION

Alex Mauricio Veliz Barreto
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857
☎ 934 535 352
☎ GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

☎ A.V. Cruce de Chilina Mza.B lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm ☎ gys.geotecnia.gps@gmail.com / gys.224660.gps@gmail.com ☎ Ofic. Técnica 954 950 880 / Ofic. Activa 955 447 733

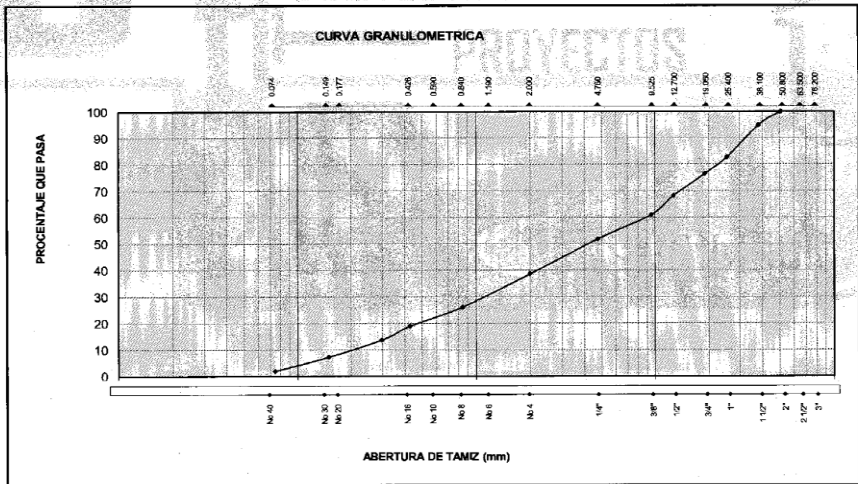


OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
 UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
 SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
 FECHA : 01/10/2021
 CANTERA : CALICATA N°4

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
 (ASTM D221-D421-D4318-D2487)

TAMIZ	% Retenido	% Acumulado	% Pasante	Especificaciones Técnicas
Nombre				
3"	76.20			
2 1/2"	63.50			
2"	50.80		100.00	
1 1/2"	38.10	5.20	94.80	
1"	25.40	11.98	82.82	
3/4"	19.05	6.30	76.52	
1/2"	12.70	8.32	68.20	
3/8"	9.53	7.21	60.99	
No.04	4.76	9.21	51.78	
No.10	2	13.20	38.58	
No.20	0.84	12.50	26.08	
No.40	0.426	7.21	18.87	
No.60	0.297	5.21	13.66	
No.100	0.149	6.43	7.23	
No.200	0.074	5.30	1.93	

Muestra N°	CALICATA N°4	
Procedencia		
SUCS :	SP	I.G.
AASHTO:	A-1-a	0
Cu :	44.10	
Cc :	0.69	
Lim Líquido	14.90	
Lim Plástico	NP	
Ind. Plasticidad	NP	
% Grava	48.22 %	
% Arena	51.78 %	
% Finos	1.93 %	
Observaciones:	Gradacion B, Arena mal graduada	



GYS S.R.L.
 GEOTECNIA PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

GYS S.R.L. Dpto. Control de calidad, Lab. Mecánica de Suelos, Rocas, Asfalto y Concreto

2021

☎ (054)617857
 ☎ 934 535 352
 📧 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Año Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 📞 (054) 617857 / 934 535 352 📧 gys@geotecnia.gys.com / gys@proyectos.gys.com / gys@construccion.gys.com 📞 Ofic. Técnica: 954 950 880 / Ofic. Adm. 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°4

PROCEDENCIA :

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423 - D424)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	18.10	17.90	18.30
N° Golpes	7	15	30
Peso Recipiente + Suelo húmedo	40.5	38	38.5
Peso Recipiente + Suelo seco	37.00	35.10	36.00
Humedad	18.52	16.86	14.12
Lim. Liquido	9.90	20.35	14.44

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°			
N° Recipiente			
Peso Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo húmedo			
Peso Recipiente + Suelo seco			
Humedad			

INDICE DE PLASTICIDAD

Límite Liquido promedio	14.90
Límite Plastico promedio	NP
Índice Plastico	NP

Ensayado por :
Proceso por :
Revisión por :

G y S S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Véliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054) 417857

☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
📧 Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 gys.geotecnia.pnp@gmail.com / gys.326060.pnp@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.		FECHA: 01/10/2021					
TRAMO: C-4							
LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A							
SOLICITANTE: TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN							
1.- MUESTRA		2.- PERSONAL					
UBICACIÓN: CIUDAD DE MAJES MODULO A	SONDAJE:	ENSAYADO POR:					
MATERIAL: SUB RASANTE	PROFUND.: 0.00m - 1.50m	REVISIÓN POR:					
3.- DATOS PARA ENSAYO							
Método de compactación : "C"		Número de golpes : 56	Número de capas : 5				
4.- DENSIDAD HÚMEDA							
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,684	11,760	11,870	11,804	
2	Peso del molde	g	7,124	7,039	7,234	7,321	
3	Volumen del molde	cm ³	2,113	2,113	2,113	2,113	
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,560	4,721	4,636	4,483	
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.16	2.23	2.19	2.12	
5.- HUMEDAD							
		1	2	3	4		
6	Id. Capsula						
7	Peso del suelo hum. + capsula	g	127	128	131		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	122	121	123		
9	Peso del agua (7) - (8)	g	5.2	6.6	8.2		
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0		
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	121.8	121.4	122.8		
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	4.3	5.4	6.7		
6.- DENSIDAD SECA							
		1	2	3	4		
1	Densidad seca (5)/(1+(12)/100)	g/cm ³	2.0691	2.1198	2.0563		
2	Peso Unitario seco (1)*(9.807)	g/cm ³	20.3	20.8	20.2		
7.- CÁLCULOS		8.- GRÁFICO					
DENSIDAD SECA*							
X ⁿ	Y=DS						
X ³	0.082 701						
X ²	-1.744 314						
X ¹	11.510 800						
X ⁰	-3.527 761						
RESULTADOS							
Humedad óptima :	5.29						
Densidad máxima :	20.79						
Peso específico de grava :	2.71						
Absorción de grava :	0.50						
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN							
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA		
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 200	79		

2021 COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

☎ (054) 17857

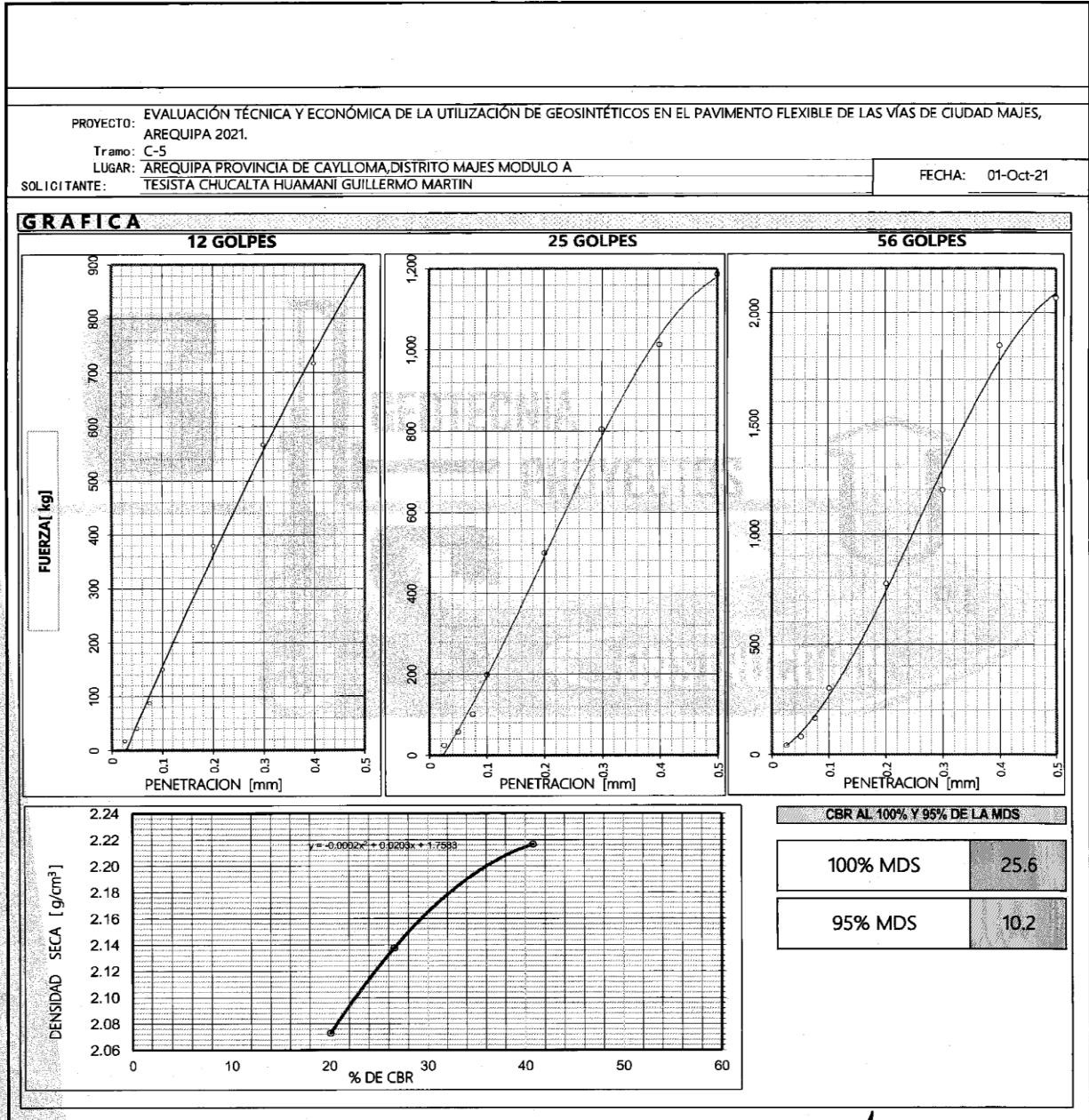
☎ 934 535 352

🌐 GYS TÉCNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 - Alfo Selva Alegre - Arequipa - Perú 🕒 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm Sábados de 8:00 a 1:00 pm 📧 avs.geotecnica.aap@gmail.com/avs.326060.aap@gmail.com 📞 Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733

Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERÍA



2021

(054)617857
934 535 352
GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm @ gys.geotecnia.com@gmail.com / gys.326060.zoo@gmail.com Ofic. Técnica 954 950 880/Ofic. Admva 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

GYS S.R.L. Dpto. Control de calidad, Lab. Mecánica de suelos, rocas, Asfalto y Concreto

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONOMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021. Tramo: C-5 LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A SOLICITANTE: TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN FECHA: 01/10/2021																																																																																																																																													
1. MUESTRA UBICACION: CIUDAD DE MAJES MODULO A MATERIAL: SUB RASANTE PROFUND.: C-5 C-5 0.2 - 0.5 m																																																																																																																																													
3. DATOS PARA EL ENSAYO CLASIFICACION: SUCS SP A-1-a PROCTOR OCH=8.89% MDS=2.118 g/cm ³ N°CAPAS 5																																																																																																																																													
4. DENSIDAD <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">DESCRIPCION</th> <th rowspan="2">UND</th> <th colspan="2">12 GOLPES</th> <th colspan="2">25 GOLPES</th> <th colspan="2">56 GOLPES</th> </tr> <tr> <th>Normal</th> <th>Saturado</th> <th>Normal</th> <th>Saturado</th> <th>Normal</th> <th>Saturado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso suelo húmedo + molde</td> <td>g</td> <td>9,281</td> <td>9,312</td> <td>9,460</td> <td>9,473</td> <td>9,627</td> <td>9,647</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del molde</td> <td>g</td> <td>4,099</td> <td>4,099</td> <td>4,099</td> <td>4,099</td> <td>4,099</td> <td>4,099</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Volumen del molde REG.</td> <td>cm³</td> <td>2,328</td> <td>2,328</td> <td>2,328</td> <td>2,328</td> <td>2,328</td> <td>2,328</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Peso suelo húmedo, [1]-[2]</td> <td>g</td> <td>5,182</td> <td>5,213</td> <td>5,361</td> <td>5,374</td> <td>5,528</td> <td>5,548</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Densidad suelo húmedo, [4]/[3]</td> <td>g/cm³</td> <td>2,226</td> <td>2,239</td> <td>2,303</td> <td>2,308</td> <td>2,375</td> <td>2,383</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Id. Capsula</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Peso del suelo húmedo + capsula</td> <td>g</td> <td>151.50</td> <td>182.60</td> <td>118.40</td> <td>127.70</td> <td>154.50</td> <td>174.40</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Peso del suelo seco + capsula</td> <td>g</td> <td>143.06</td> <td>170.59</td> <td>112.06</td> <td>119.42</td> <td>146.10</td> <td>163.55</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Peso del agua, [7]-[8]</td> <td>g</td> <td>8.44</td> <td>12.01</td> <td>6.34</td> <td>8.28</td> <td>8.40</td> <td>10.85</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Peso de la capsula</td> <td>g</td> <td>25.00</td> <td>25.50</td> <td>22.10</td> <td>24.00</td> <td>23.50</td> <td>24.20</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Peso del suelo seco, [8]-[10]</td> <td>g</td> <td>118.06</td> <td>145.09</td> <td>89.96</td> <td>95.42</td> <td>122.60</td> <td>139.35</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Contenido de humedad, [9]/[11]</td> <td>%</td> <td>7.149</td> <td>8.278</td> <td>7.048</td> <td>8.677</td> <td>6.852</td> <td>7.786</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)</td> <td>g/cm³</td> <td>2.077</td> <td>2.068</td> <td>2.151</td> <td>2.124</td> <td>2.222</td> <td>2.211</td> </tr> </tbody> </table>										N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	1	Peso suelo húmedo + molde	g	9,281	9,312	9,460	9,473	9,627	9,647	2	Peso del molde	g	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	3	Volumen del molde REG.	cm ³	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	5,182	5,213	5,361	5,374	5,528	5,548	5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	2,226	2,239	2,303	2,308	2,375	2,383	6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6	7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	151.50	182.60	118.40	127.70	154.50	174.40	8	Peso del suelo seco + capsula	g	143.06	170.59	112.06	119.42	146.10	163.55	9	Peso del agua, [7]-[8]	g	8.44	12.01	6.34	8.28	8.40	10.85	10	Peso de la capsula	g	25.00	25.50	22.10	24.00	23.50	24.20	11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	118.06	145.09	89.96	95.42	122.60	139.35	12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	7.149	8.278	7.048	8.677	6.852	7.786	13	Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)	g/cm ³	2.077	2.068	2.151	2.124	2.222	2.211
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES																																																																																																																																						
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado																																																																																																																																					
1	Peso suelo húmedo + molde	g	9,281	9,312	9,460	9,473	9,627	9,647																																																																																																																																					
2	Peso del molde	g	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099	4,099																																																																																																																																					
3	Volumen del molde REG.	cm ³	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328																																																																																																																																					
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	5,182	5,213	5,361	5,374	5,528	5,548																																																																																																																																					
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	2,226	2,239	2,303	2,308	2,375	2,383																																																																																																																																					
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6																																																																																																																																					
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	151.50	182.60	118.40	127.70	154.50	174.40																																																																																																																																					
8	Peso del suelo seco + capsula	g	143.06	170.59	112.06	119.42	146.10	163.55																																																																																																																																					
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	8.44	12.01	6.34	8.28	8.40	10.85																																																																																																																																					
10	Peso de la capsula	g	25.00	25.50	22.10	24.00	23.50	24.20																																																																																																																																					
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	118.06	145.09	89.96	95.42	122.60	139.35																																																																																																																																					
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	7.149	8.278	7.048	8.677	6.852	7.786																																																																																																																																					
13	Densidad seca, [5]/(1+(12)/100)	g/cm ³	2.077	2.068	2.151	2.124	2.222	2.211																																																																																																																																					
5. PENETRACION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Penetración en Pulgadas</th> <th rowspan="3">Carga Estándar (lbs/in)</th> <th colspan="2">12 Golpes</th> <th colspan="2">25 Golpes</th> <th colspan="2">56 Golpes</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Carga de Prueba</th> <th colspan="2">Carga de Prueba</th> <th colspan="2">Carga de Prueba</th> </tr> <tr> <th>Lectura</th> <th>Lb/in²</th> <th>Lectura</th> <th>Lb/in²</th> <th>Lectura</th> <th>Lb/in²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.025</td> <td></td> <td>50</td> <td>16.67</td> <td>74</td> <td>24.67</td> <td>124</td> <td>41.33</td> </tr> <tr> <td>0.050</td> <td></td> <td>121</td> <td>40.33</td> <td>172</td> <td>57.33</td> <td>243</td> <td>81.00</td> </tr> <tr> <td>0.075</td> <td></td> <td>261</td> <td>87.00</td> <td>303</td> <td>101.00</td> <td>491</td> <td>163.67</td> </tr> <tr> <td>0.100</td> <td>1.0000</td> <td>449</td> <td>149.67</td> <td>595</td> <td>198.33</td> <td>899</td> <td>299.67</td> </tr> <tr> <td>0.200</td> <td>1.5000</td> <td>1,137</td> <td>379.00</td> <td>1,496</td> <td>499.33</td> <td>2,323</td> <td>774.33</td> </tr> <tr> <td>0.300</td> <td>1.9000</td> <td>1,701</td> <td>567.00</td> <td>2,416</td> <td>805.33</td> <td>3,599</td> <td>1,199.67</td> </tr> <tr> <td>0.400</td> <td>2.3000</td> <td>2,151</td> <td>717.00</td> <td>3,039</td> <td>1,013.00</td> <td>5,560</td> <td>1,853.33</td> </tr> <tr> <td>0.500</td> <td>0.2600</td> <td>2,726</td> <td>908.67</td> <td>3,560</td> <td>1,186.67</td> <td>6,209</td> <td>2,069.67</td> </tr> </tbody> </table>										Penetración en Pulgadas	Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	0.025		50	16.67	74	24.67	124	41.33	0.050		121	40.33	172	57.33	243	81.00	0.075		261	87.00	303	101.00	491	163.67	0.100	1.0000	449	149.67	595	198.33	899	299.67	0.200	1.5000	1,137	379.00	1,496	499.33	2,323	774.33	0.300	1.9000	1,701	567.00	2,416	805.33	3,599	1,199.67	0.400	2.3000	2,151	717.00	3,039	1,013.00	5,560	1,853.33	0.500	0.2600	2,726	908.67	3,560	1,186.67	6,209	2,069.67																																																
Penetración en Pulgadas	Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes																																																																																																																																							
		Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba																																																																																																																																							
		Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²																																																																																																																																						
0.025		50	16.67	74	24.67	124	41.33																																																																																																																																						
0.050		121	40.33	172	57.33	243	81.00																																																																																																																																						
0.075		261	87.00	303	101.00	491	163.67																																																																																																																																						
0.100	1.0000	449	149.67	595	198.33	899	299.67																																																																																																																																						
0.200	1.5000	1,137	379.00	1,496	499.33	2,323	774.33																																																																																																																																						
0.300	1.9000	1,701	567.00	2,416	805.33	3,599	1,199.67																																																																																																																																						
0.400	2.3000	2,151	717.00	3,039	1,013.00	5,560	1,853.33																																																																																																																																						
0.500	0.2600	2,726	908.67	3,560	1,186.67	6,209	2,069.67																																																																																																																																						
6. EXPANSION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIEMPO</th> <th rowspan="2">FECHA-HORA</th> <th colspan="2">LECTURA DIAL (Div): 0.025mm</th> <th colspan="4">ALTURAS</th> <th colspan="2">H_{suelo} = 115.5 mm</th> </tr> <tr> <th>12 GOLPES</th> <th>25 GOLPES</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18/06/11 - 08:30</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>20/06/11 - 08:30</td> <td>48</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>22/06/11 - 08:30</td> <td>96</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.0%</td> </tr> </tbody> </table>										TIEMPO	FECHA-HORA	LECTURA DIAL (Div): 0.025mm		ALTURAS				H _{suelo} = 115.5 mm		12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%	18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%	20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0						0.0%	22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0						0.0%																																																																																				
TIEMPO	FECHA-HORA	LECTURA DIAL (Div): 0.025mm		ALTURAS				H _{suelo} = 115.5 mm																																																																																																																																					
		12 GOLPES	25 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%																																																																																																																																				
18/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%																																																																																																																																				
20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0						0.0%																																																																																																																																				
22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0						0.0%																																																																																																																																				
7. RESULTADOS <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ENSAYO CBR</th> <th rowspan="2">Densidad Seca prom. g/cm³</th> <th rowspan="2">12 GOLPES</th> <th rowspan="2">25 GOLPES</th> <th rowspan="2">56 GOLPES</th> <th colspan="2">PROCTOR</th> <th colspan="2">CBR FINAL</th> </tr> <tr> <th>Humedad óptima</th> <th>08.89%</th> <th>100% MDS</th> <th>25.6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Penetración: 1"</td> <td>14.967</td> <td>19.833</td> <td>29.967</td> <td></td> <td>MDS</td> <td>2.118</td> <td>95% MDS</td> <td>10.2</td> </tr> <tr> <td>Penetración: 2"</td> <td>25.267</td> <td>33.289</td> <td>51.622</td> <td></td> <td>95% de la MDS</td> <td>2.012</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio:</td> <td>20.117</td> <td>26.561</td> <td>40.794</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										ENSAYO CBR	Densidad Seca prom. g/cm ³	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		Humedad óptima	08.89%	100% MDS	25.6	Penetración: 1"	14.967	19.833	29.967		MDS	2.118	95% MDS	10.2	Penetración: 2"	25.267	33.289	51.622		95% de la MDS	2.012			Promedio:	20.117	26.561	40.794																																																																																																	
ENSAYO CBR	Densidad Seca prom. g/cm ³	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL																																																																																																																																						
					Humedad óptima	08.89%	100% MDS	25.6																																																																																																																																					
Penetración: 1"	14.967	19.833	29.967		MDS	2.118	95% MDS	10.2																																																																																																																																					
Penetración: 2"	25.267	33.289	51.622		95% de la MDS	2.012																																																																																																																																							
Promedio:	20.117	26.561	40.794																																																																																																																																										
8. EQUIPOS DE MEDICION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQ</th> <th>BALANZA</th> <th>BALANZA</th> <th>HORNO</th> <th>ANILLO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ID.</td> <td>BADI43</td> <td>BADI20</td> <td>HORI1</td> <td>ANI 22</td> </tr> </tbody> </table>										EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO	ID.	BADI43	BADI20	HORI1	ANI 22																																																																																																																										
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	ANILLO																																																																																																																																									
ID.	BADI43	BADI20	HORI1	ANI 22																																																																																																																																									
9. OBSERVACIONES																																																																																																																																													

2021

(054)617857

934 535 352

GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 Oficio Técnico 954 950 880 / Oficio Activo 955 447 733

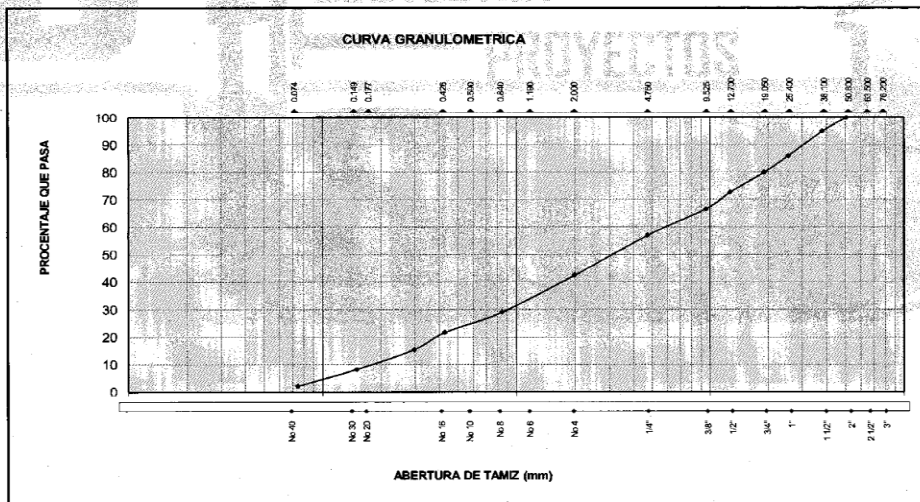
GYS S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
 Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIR. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
 UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
 SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
 FECHA : 01/10/2021
 CANTERA : CALICATA N°5

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
 (ASTM D221-D421-D4318-D2487)

TAMIZ		% Retenido	% Acumulado	% Pasante	Especificaciones Técnicas
Nombre	mm				
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80			100.00	
1 1/2"	38.10	5.12	5.12	94.88	
1"	25.40	8.98	14.10	85.90	
3/4"	19.05	6.00	20.10	79.90	
1/2"	12.70	7.26	27.36	72.64	
3/8"	9.53	6.12	33.48	66.52	
No.04	4.76	9.45	42.93	57.07	
No.10	2	14.80	57.53	42.47	
No.20	0.84	13.50	71.03	28.97	
No.40	0.426	7.32	78.35	21.65	
No.50	0.297	6.21	84.56	15.44	
No.100	0.149	7.21	91.77	8.23	
No.200	0.074	6.12	97.89	2.11	

Muestra N°	CALICATA N°5	
Procedencia		
SUCS :	SP	I.G.
AASHTO:	A-1-a	0
Cu :	33.45	
Cc :	0.77	
Lim Liquido	19.69	
Lim Plastico	NP	
Ind. Plasticidad	NP	
% Grava	42.93 %	
% Arena	57.07 %	
% Finos	2.11 %	
Observaciones:	Gradacion B, Arena mal graduada	



GYS S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)61 7857

☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm



G y S S.R.L. Dpto. Control de calidad, Lab. Mecánica de Suelos, Rocas, Asfalto y Concreto

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
 UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
 SOLICITA : TESISISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
 FECHA : 01/10/2021
 CANTERA : CALICATA N°5

PROCEDENCIA :

LIMITES DE ATTERBERG
 (ASTM D423 - D424)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	18.10	17.90	18.30
N° Golpes	6	12	27
Peso Recipiente + Suelo húmedo	43.6	41.2	39.7
Peso Recipiente + Suelo seco	38.80	37.10	36.20
Humedad	23.19	21.35	19.55
Lim. Liquido	16.69	22.90	19.48

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°			
N° Recipiente			
Peso Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo húmedo			
Peso Recipiente + Suelo seco			
Humedad			

INDICE DE PLASTICIDAD

Límite Liquido promedio	19.69
Límite Plastico promedio	NP
Índice Plástico	NP

Ensayado por :
 Proceso por :
 Revision por :

GYS S.R.L.
 GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN

Alex Mauricio Valiz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054) 617857
 ☎ 934 535 352
 📍 GYS TÉCNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú 📞 Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm.
 📧 gys@geotecnia.com 📧 gys@geotecnia.com 📧 gys@geotecnia.com 📧 gys@geotecnia.com 📧 gys@geotecnia.com
 📞 Of. Técnica 954 950 880/Of. Activa 955 447 733



GYS S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.																												
PROYECTO				FECHA:	01/10/2021																							
TRAMO:	C-5																											
LUGAR:	AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A																											
SOLICITANTE:	TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN																											
1.- MUESTRA				2.- PERSONAL																								
UBICACIÓN:	CIUDAD DE MAJES MODULO A	SONDAJE:																										
MATERIAL:	SUB RASANTE	PROFUND.:	0.00m - 1.50m	ENSAYADO POR:																								
3.- DATOS PARA ENSAYO				REVISIÓN POR:																								
Método de compactación:		"C"	Número de golpes:	56	Número de capas:	5																						
4.- DENSIDAD HÚMEDA																												
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5																					
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,602	11,750	11,845	11,780																						
2	Peso del molde	g	7,132	7,123	7,076	7,345																						
3	Volumen del molde	cm ³	2,113	2,113	2,113	2,113																						
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,470	4,627	4,769	4,435																						
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2.12	2.19	2.26	2.10																						
5.- HUMEDAD																												
6	Id. Capsula		1	2	3	4																						
7	Peso del suelo húm. + capsula	g	127	128	131	137																						
8	Peso del suelo seco + capsula	g	121	121	123	127																						
9	Peso del agua (7) - (8)	g	5.6	6.7	8.1	10.1																						
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0																						
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	121.4	121.3	122.9	126.9																						
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	4.6	5.5	6.6	8.0																						
6.- DENSIDAD SECA																												
1	Densidad seca (5)/(1+(12)/100)	g/cm ³	2.02244	2.07562	2.11724	1.94344																						
2	Peso Unitario seco (1)*(9.807)	g/cm ³	19.8	20.4	20.8	19.1																						
7.- CÁLCULOS			8.- GRÁFICO																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">DENSIDAD SECA*</th> </tr> <tr> <td>Xⁿ</td> <td>Y=DS</td> </tr> <tr> <td>X³</td> <td>-0.156 257</td> </tr> <tr> <td>X²</td> <td>2.505 330</td> </tr> <tr> <td>X¹</td> <td>-12.737 897</td> </tr> <tr> <td>X⁰</td> <td>40.625 110</td> </tr> </table> <p>(*) Son los coeficientes que da la línea de tendencia (polinomio).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <td>Humedad óptima :</td> <td>6.52</td> </tr> <tr> <td>Densidad máxima :</td> <td>20.77</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de grava :</td> <td>2.69</td> </tr> <tr> <td>Absorción de grava :</td> <td>0.60</td> </tr> </table>			DENSIDAD SECA*		X ⁿ	Y=DS	X ³	-0.156 257	X ²	2.505 330	X ¹	-12.737 897	X ⁰	40.625 110	RESULTADOS		Humedad óptima :	6.52	Densidad máxima :	20.77	Peso específico de grava :	2.69	Absorción de grava :	0.60	<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> <p style="text-align: center;">$y = -0.156257x^2 + 2.505330x + 40.625110$ $R^2 = 1.000000$</p>			
DENSIDAD SECA*																												
X ⁿ	Y=DS																											
X ³	-0.156 257																											
X ²	2.505 330																											
X ¹	-12.737 897																											
X ⁰	40.625 110																											
RESULTADOS																												
Humedad óptima :	6.52																											
Densidad máxima :	20.77																											
Peso específico de grava :	2.69																											
Absorción de grava :	0.60																											
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																												
EQ.	BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA																							
ID.	BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 225	BADI 79																							

2021 COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

GYS S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYOS
 MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO
 INGENIERO CIVIL - CIP. 22756
 PROYECTOS E INGENIERÍA
 Alex Mauricio Venz Barreto

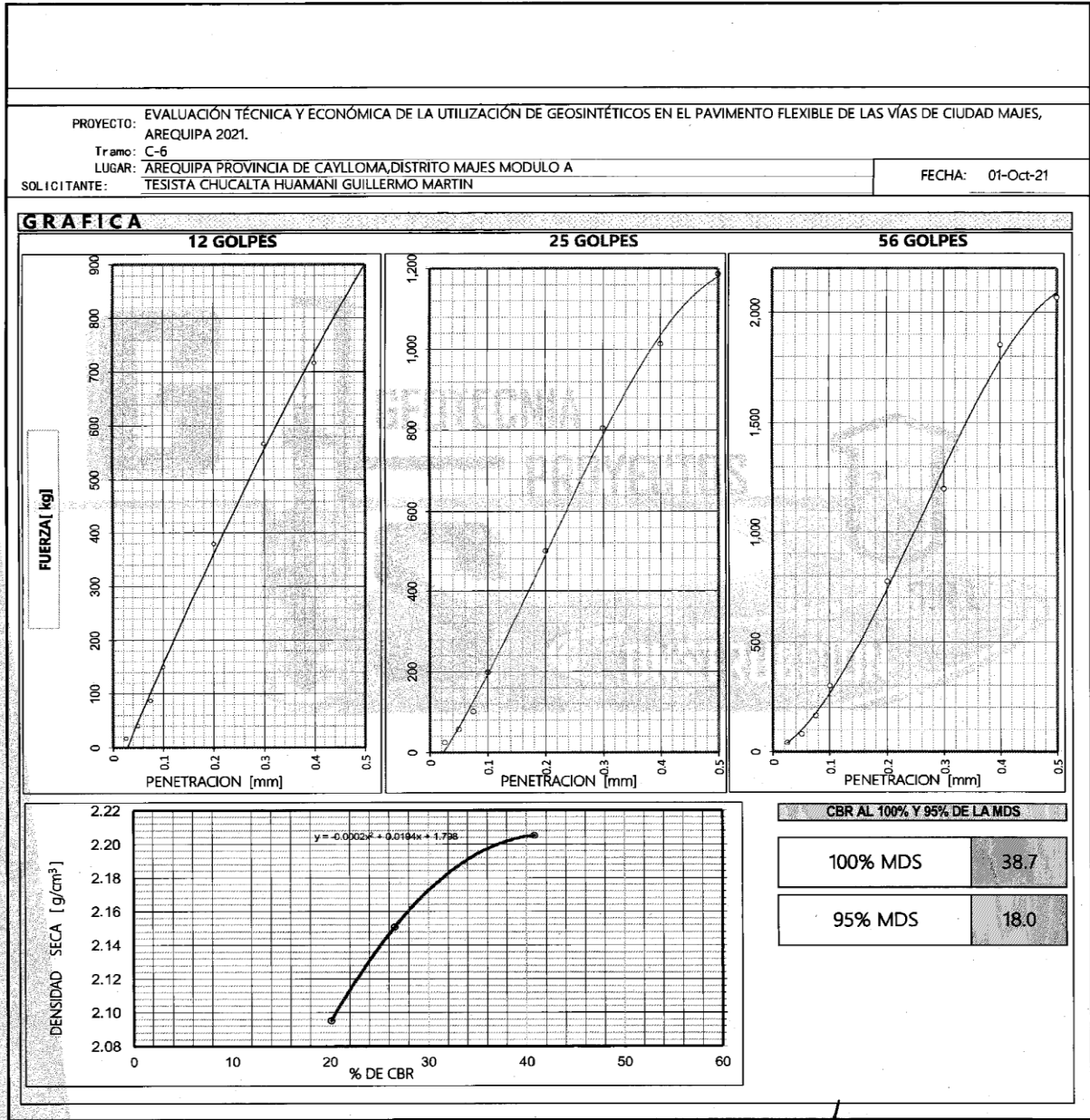
☎ (054) 417857

☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGHIANO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 📧 Correo: gys@tecnicas.com.pe / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com / gys@tecnicas.com
 📞 Ofic. Técnica 954 950 880 / Ofic. Activa 955 447 733



2021

☎ (054)617857
☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN
Alex
Alex Mauricio Veltz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.8 Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
✉ correo: gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com / gys@tecnicasagitario.com



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021. Tramo: C-6 LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A SOLICITANTE: TESISTA CHICALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN								FECHA: 01/10/2021		
1. MUESTRA										
UBICACION: CIUDAD DE MAJES MODULO A						C-6				
MATERIAL: SUB RASANTE						PROFUND.: 0.2 - 0.5 m				
3. DATOS PARA EL ENSAYO										
CLASIFICACION:		SUCS	SP	A-1-a	PROCTOR	OCH=8.89%	MDS=2.201 g/cm ³	N°CAPAS	5	
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES					
4. DENSIDAD										
	Condición de humedad		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado		
1	Peso suelo húmedo + molde	g	9.301	9.349	9.455	9.465	9.563	9.605		
2	Peso del molde	g	4.099	4.099	4.099	4.099	4.099	4.099		
3	Volumen del molde - REG:	cm ³	2.328	2.328	2.328	2.328	2.328	2.328		
4	Peso suelo húmedo, [1]-[2]	g	5.202	5.250	5.356	5.366	5.464	5.506		
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm ³	2.235	2.235	2.301	2.305	2.347	2.365		
6	Id. Capsula	-	1	2	3	4	5	6		
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	145.20	185.50	126.30	184.50	175.20	122.60		
8	Peso del suelo seco + capsula	g	137.93	173.73	120.09	173.10	166.40	115.78		
9	Peso del agua, [7]-[8]	g	7.27	11.77	6.21	11.40	8.80	6.82		
10	Peso de la capsula	g	24.26	24.65	24.52	24.16	24.39	24.78		
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g	113.67	149.08	95.57	148.94	142.01	91.00		
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	6.396	7.895	6.498	7.654	6.197	7.495		
13	Densidad seca, [5]/([11]*[12]/100)	g/cm ³	2.100	2.090	2.160	2.141	2.210	2.200		
5. PENETRACION										
Penetración en Pulgadas		Carga Estándar (lbs/in)	12 Golpes		25 Golpes		56 Golpes			
			Carga de Prueba		Carga de Prueba		Carga de Prueba			
			Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²	Lectura	Lb/in ²		
0.025			50	16.67	74	24.67	124	41.33		
0.050			121	40.33	172	57.33	243	81.00		
0.075			261	87.00	303	101.00	491	163.67		
0.100	1.0000		449	149.67	595	198.33	899	298.67		
0.200	1.5000		1,137	379.00	1,498	499.33	2,323	774.33		
0.300	1.9000		1,701	567.00	2,416	805.33	3,599	1,199.67		
0.400	2.3000		2,151	717.00	3,039	1,013.00	5,560	1,853.33		
0.500	0.2600		2,726	908.67	3,580	1,186.67	6,209	2,069.67		
6. EXPANSION										
TIEMPO		LECTURA DIAL (Div): 0.025mm			NO EXPANSIVO				H _{muño} = 115.5 mm	
Fecha-hora	(Hrs)	12 GOLPES	25 GOLPES		mm	%	mm	%	mm	%
19/06/11 - 08:30	0	0.0	0.0		0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
20/06/11 - 08:30	48	0.0	0.0			0.0%		0.0%		0.0%
22/06/11 - 08:30	96	0.0	0.0			0.0%		0.0%		0.0%
7. RESULTADOS										
ENSAYO CBR		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL			
Densidad Seca prom. g/cm ³		2.095	2.151	2.205	Humedad óptima		08.89%			
Penetración: 1"		14.967	19.833	29.967	MDS		2.201			
Penetración: 2"		25.267	33.289	51.622	95 % de la MDS		2.091			
Promedio:		20.117	26.561	40.794			100% MDS			
						95 % MDS			38.7	
									18.0	
8. EQUIPOS DE MEDICION										
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO		ANILLO					
ID.	BAD143	BAD120	HOR11		ANI 22					
9. OBSERVACIONES										

2021

(054)617857

934 535 352

GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

GYS S.R.L.
GEOTECNIA PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

© A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm

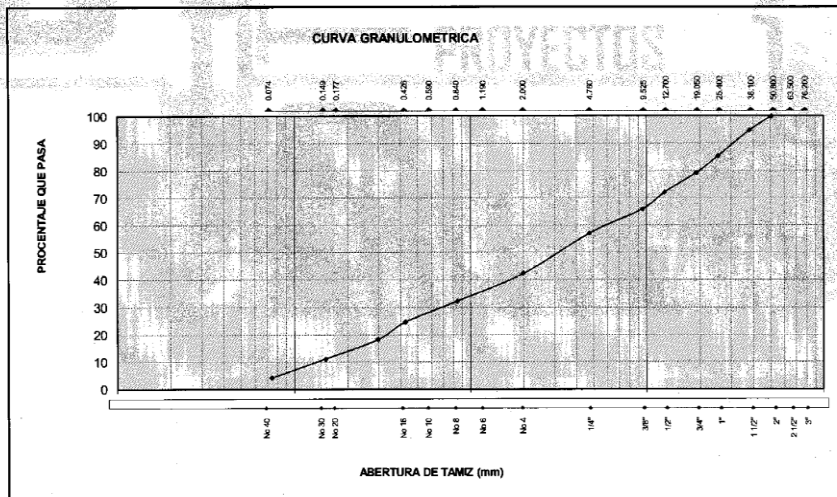
OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°6

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

(ASTM D221-D421-D4318-D2487)

TAMIZ		%	%	%	Especificaciones Técnicas
Nombre	mm	Retenido	Acumulado	Pasante	
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80			100.00	
1 1/2"	38.10	5.23	5.23	94.77	
1"	25.40	9.23	14.46	85.54	
3/4"	19.05	6.32	20.78	79.22	
1/2"	12.70	7.00	27.78	72.22	
3/8"	9.53	6.22	34.00	66.00	
No.04	4.76	8.89	42.89	57.11	
No.10	2	14.80	57.69	42.31	
No.20	0.84	10.12	67.81	32.19	
No.40	0.426	7.53	75.34	24.66	
No.50	0.297	6.43	81.77	18.23	
No.100	0.149	7.12	88.89	11.11	
No.200	0.074	6.89	95.78	4.22	

Muestra N°	CALICATA N°6	
Procedencia		
SUCS :	SP	I.G. 0
AASHTO:	A-1-a	
Cu :	44.79	
Cc :	0.60	
Lim Líquido	18.26	
Lim Plástico	NP	
Ind. Plasticidad	NP	
% Grava	42.89 %	
% Arena	57.11 %	
% Finos	4.22 %	
Observaciones:	Gradacion B, Arena mal graduada	



G y S S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

☎ (054)617857

☎ 934 535 352

📍 GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
📍 Oficina Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733



G y S S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYOS
MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, ASFALTO Y CONCRETO

ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES

OBRA : EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN : REGION AREQUIPA, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO DE MAJES
SOLICITA : TESISISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN
FECHA : 01/10/2021
CANTERA : CALICATA N°6

PROCEDENCIA :

LIMITES DE ATTERBERG
(ASTM D423 - D424)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
N° Recipiente			
Peso Recipiente	18.10	17.90	18.30
N° Golpes	5	13	26
Peso Recipiente + Suelo húmedo	39.98	40.2	39.8
Peso Recipiente + Suelo seco	36.20	36.80	36.80
Humedad	20.88	17.99	16.22
Lim. Liquido	12.26	21.19	15.32

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°			
N° Recipiente			
Peso Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo húmedo			
Peso Recipiente + Suelo seco			
Humedad			

INDICE DE PLASTICIDAD

Límite Liquido promedio	16.26
Límite Plástico promedio	NP
Índice Plástico	NP

Ensayado por :
Proceso por :
Revision por :

GYS S.R.L.
GEOTECNIA, PROYECTOS Y CONSTRUCCION
Alex Mauricio Veliz Barreto
Alex Mauricio Veliz Barreto
INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
PROYECTOS E INGENIERIA

2021

(054)617857

934 535 352

GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

© A.V. Cruce de Chilina Mz.c.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA UTILIZACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS VÍAS DE CIUDAD MAJES, AREQUIPA 2021.								
TRAMO: C-6								
LUGAR: AREQUIPA PROVINCIA DE CAYLLOMA, DISTRITO MAJES MODULO A		FECHA: 01/10/2021						
SOLICITANTE: TESISISTA CHUCALTA HUAMANI GUILLERMO MARTIN								
1.- MUESTRA		2.- PERSONAL						
UBICACIÓN: CIUDAD DE MAJES MODULO A	SONDAJE:	ENSAYADO POR:						
MATERIAL: SUB RASANTE	PROFUND.: 0.00m - 1.50m	REVISION POR:						
3.- DATOS PARA ENSAYO								
Método de compactación: "C"		Número de golpes: 56	Número de capas: 5					
4.- DENSIDAD HÚMEDA								
N	DESCRIPCIÓN	UND	M1	M2	M3	M4	M5	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	11,602	11,691	11,854	11,792		
2	Peso del molde	g	6,836	6,834	6,883	6,856		
3	Volumen del molde	cm ³	2,113	2,113	2,113	2,113		
4	Peso suelo húmedo (1) - (2)	g	4,766	4,857	4,971	4,936		
5	Densidad suelo húmedo (4)/(3)	g/cm ³	2,26	2,30	2,35	2,34		
5.- HUMEDAD								
		1	2	3	4			
6	Id. Capsula							
7	Peso del suelo hum.+ capsula	g	135	131	137	140		
8	Peso del suelo seco+capsula	g	129	124	128	130		
9	Peso del agua (7) - (8)	g	6.2	6.9	8.8	10.3		
10	Peso de la capsula	g	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	Peso del suelo seco (8) - (9)	g	128.8	124.1	128.2	129.7		
12	Contenido de humedad (9)*100/(11)	%	4.8	5.6	6.9	7.9		
6.- DENSIDAD SECA								
1	Densidad seca	(5)/(1+(12)/100)	g/cm ³	2.1523	2.1767	2.2007	2.1650	2.2010
2	Peso Unitario seco	(1)*(9.807)	g/cm ³	21.1	21.3	21.6	21.2	
7.- CÁLCULOS		8.- GRÁFICO						
DENSIDAD SECA*								
X ⁿ	Y=DS							
X ³	-0.056 276							
X ²	0.916 897							
X ¹	-4.661 534							
X ⁰	28.580 889							
RESULTADOS								
Humedad óptima:	6.80							
Densidad máxima:	21.58							
Peso específico de grava:	2.71							
Absorción de grava:	0.68							
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN								
EQ. BALANZA	HORNO	TAMIZ #3/4	TAMIZ #4	BALANZA				
ID. BADI 151	HOR 06	TAM 009	TAM 79	BADI 79				

GYS S.R.L. Dpto. Control de Calidad, Lima. Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

Alex Mauricio Veliz Barreto
 INGENIERO CIVIL - CIP. 222756
 PROYECTOS E INGENIERIA

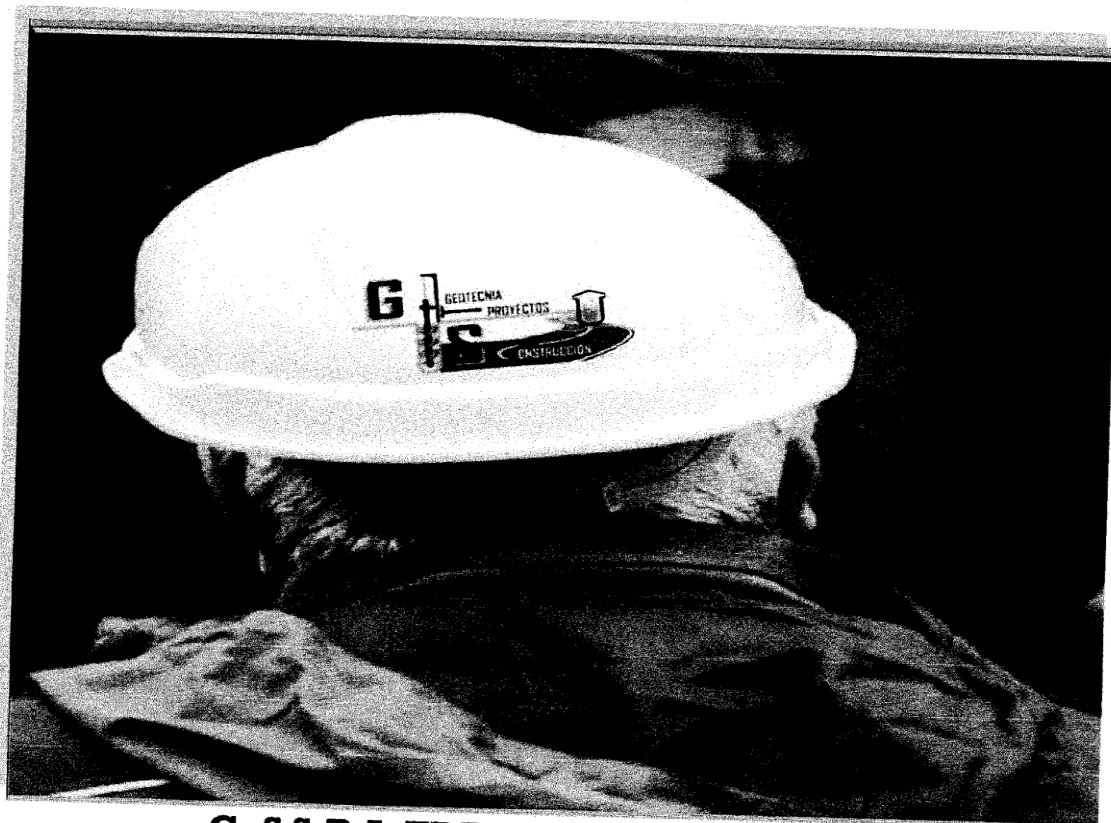
☎ (054) 617857
☎ 934 535 352

GYS TÉCNICAS SAGITARIO
 Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de G y S S.R.L. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. G y S S.R.L. no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

📍 A.V. Cruce de Chilina Mza.B Lote18 – Alto Selva Alegre – Arequipa – Perú ⏰ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
 📞 Of. Técnica 954 950 880/Ofic. Activa 955 447 733



GYS S.R.L.
OFICINA DE PROYECTOS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ÁRIDOS
ASESORÍA TÉCNICA EN CONTROL DE CALIDAD PARA OBRAS CIVILES Y EDIFICACIONES



GYS S.R.L. TDR -NTP ISO / IEC17025

GYS S.R.L. "CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN"
DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD-ENSAYOS DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ÁRIDOS

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS -ÁRIDOS

ENSAYOS DE CONCRETO -HORMIGÓN Y MORTERO

ENSAYOS DE ASFALTOS Y ÁRIDOS PARA ASFALTOS

AREQUIPA PERÚ GYS TECNICAS SAGITARIO S. R.L.

Dpto. Control de Calidad
CALIBRACION DE EQUIPOS
Estos equipos cumplen con todos los requisitos
técnicos de la norma técnica peruana
NTP ISO / IEC 17025

2021

(054) 324060

954 950 880

GYS TECNICAS SAGITARIO

Los resultados de los ensayos no deben utilizarse como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización por escrito de GYS S.R.L., cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El Depto. de control de calidad GYS, no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

A.V. Cruce de Chillna Mza.B Lote18 - Alto Selva Alegre - Arequipa - Perú ☎ Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 1:00 pm y 2:30 a 6:00 pm
Sábados de 8:00 a 1:00 pm ☎ gys.geotecnica.aqp@gmail.com/gys.324060.aqp@gmail.com/gys.gerencia11@gmail.com ☎ 954 950 880/955 029 736

Product Certification

This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3551

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: MEETS THE FOLLOWING STANDARDS

ASTM D2419

AASHTO T176

EN933-8

PRODUCT DESCRIPTION: SAND EQUIVALENT TEST SET

MODEL: LA-3551

SERIE: 225

DATA: 12/10/2020



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



FORNEY

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408
Email - sales@forneyonline.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 1268-2020

Página: 1 de 2

1. **SOLICITANTE** G Y S TECNICAS SAGITARIO SRL.

Dirección Av. Cruce de Chilina Mza. B Lte. 18
ALTO SELVA ALEGRE - AREQUIPA

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** MOLDE CILINDRICO

Tipo MOLDE PROCTOR MODIFICACO

Alcance del Molde 6 pulg.(152.4 mm)

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Serie NO INDICA

3. **FECHA DE CALIBRACIÓN** 2020-11-04

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa

5. **MÉTODO DE ENSAYO:**

✓ El equipo Martillo Proctor Modificado ha sido examinado y ensayado en laboratorio según las especificaciones de la Norma de ensayo ASTM D 698 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³))

6. **TRAZABILIDAD:**

Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Regla Metalica	LLA-111-2018
	Nivel de referencia	LLA-113-2018
	BaroTermohigrometro	LFP-024-2020 / LH-049-2020

7. **RESULTADOS**

- ✓ Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página siguiente del presente documento
- ✓ La incertidumbre de la medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
- ✓ Este certificado de calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- ✓ Manipular el equipo con cuidado y mantenerlo limpio para evitar la alteración de sus medidas.
- ✓ Con fines de identificación se ha colocado un stiker de color verde en señal de calibrado.



[Signature]
TI. CARLOS BALDARRAGO B. HORQUEZ
GERENTE TÉCNICO
SERVITECC E.I.R.L.

Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales del DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 006118

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Tel. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
<http://www.servitecc.com/>

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 1268-2020

Condiciones ambientales de calibración

Página: 2 de 2

Temperatura ambiente °C	Humedad Relativa %HR	Presión Ambiental mmHg
22,2°	27%	572 mmHg

Vistas y dimensiones del equipo (imagen referencial)



N° 006119

Verificación del Diámetro (mm)

Diámetro Interno según norma ASTM	Mediciones (mm)	Promedio (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Resultado
152.4 mm	152.03	152.09	-0.31	±0.7 mm	CUMPLE
	152.27				
	152.08				
	151.86				
	152.23				

Verificación de la Altura (mm)

Altura Nominal según Norma ASTM	Mediciones (mm)	Promedio (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Resultado
116.4 mm	116.46	116.56	0.16	± 0.5 mm	CUMPLE
	116.60				
	116.68				
	116.69				
	116.38				

Verificación del volumen (cm³)

Volumen según norma ASTM	Valor Medido (cm ³)	Desviación (cm ³)	Tolerancia (cm ³)	Resultado
2124 cm ³	2117.6	-6.4	± 25	CUMPLE

✓ El equipo cumple con las condiciones de la Norma ASTM D689 y las especificaciones técnicas del fabricante, estando APTO para su uso.



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1246-2020

Página: 1 de 3

N° 006106

1. **SOLICITANTE:** G Y S TECNICAS SAGITARIO SRL.

Dirección: Av. Cruce de Chilina Mza. B Lte. 18
ALTO SELVA ALEGRE - AREQUIPA

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** BALANZA

Tipo: ELECTRONICA

Marca: OHAUS

Modelo: SE3001F

N° de serie: 8346750760

Procedencia: USA

Alcance de Indicación: 3000 g

División de escala (d): 0.1 g

División de verificación (e): 1.0 g

Clase de exactitud: III (MEDIA)

Identificación: NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

3. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2020-11-02

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa.

5. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**

La calibración se efectuó tomando como referencia el PC-001 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático, clase III y IIII.

6. **TRAZABILIDAD:**

Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología DM-INACAL

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Juego de pesas de 1mg a 1 Kg	LM-C-085-2020
	Juego de Pesas Patrón de 1 Kg s 5 Kg	LM-C-083-2020
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2020 / LH-049-2020

7. **OBSERVACIONES:**

- ✓ Los resultados de las mediciones se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
- ✓ Las desviaciones encontradas durante la calibración han sido corregidas y son menores a los Errores Máximos Permitidos (emp), establecidos en la NMP-003-2009, para este medio de medición.
- ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza del 95%.
- ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.



[Handwritten Signature]
TI. Carlos Baldarrago Bohorquez
GERENTE TÉCNICO
SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1246-2020

Pág.: 2 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES					
Temp. °C	22.8° C	Hum. Rel.	25%	Presión	542 mmHg

INSPECCION VISUAL

INDICADOR	TIENE	PLATAFORMA	TIENE
AJUSTE DE CERO	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
ESCALA	NO TIENE	DISP. DE NIVEL	TIENE

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

CARGA L1 = 1500.00			CARGA L2 = 3000.00		
Indicación	increm.	Error	Indicación	increm.	Error
g	g	g	g	g	g
1500.0	0.06	-0.01	3000.0	0.06	-0.01
1500.0	0.08	-0.03	3000.1	0.06	0.09
1500.0	0.08	-0.03	3000.0	0.08	-0.03
1500.1	0.07	0.08	3000.1	0.07	0.08
1500.0	0.06	-0.01	3000.0	0.07	-0.02
1500.0	0.06	-0.01	3000.0	0.06	-0.01
1500.0	0.08	-0.03	3000.0	0.06	-0.01
1500.1	0.07	0.08	3000.1	0.08	0.07
1500.0	0.08	-0.03	3000.1	0.07	0.08
1500.0	0.06	-0.01	3000.0	0.06	-0.01

Carga Aplicada	E _{max} -E _{min}	emp ± (g)
1500.0	0.11	2.0
3000.0	0.12	3.0

ENSAYO DE PESAJE

Carga Aplicada	CARGA CRECIENTE (I)				CARGA DECRECIENTE (I)				emp ±
	Indicación	increm.	Error	E _c	Indicación	increm.	Error	E _c	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
10.0	10.0	0.06	-0.01						1.0
20.0	20.0	0.08	-0.03	-0.02	20.0	0.06	-0.01	0.00	1.0
50.0	50.0	0.07	-0.02	-0.01	50.0	0.06	-0.01	0.00	1.0
100.0	100.0	0.06	-0.01	0.00	100.0	0.08	-0.03	-0.02	1.0
200.0	200.0	0.08	-0.03	-0.02	200.0	0.07	-0.02	-0.01	1.0
500.0	500.0	0.06	-0.01	0.00	500.0	0.06	-0.01	0.00	1.0
1000.0	1000.0	0.07	-0.02	-0.01	1000.0	0.06	-0.01	0.00	2.0
1500.0	1500.0	0.06	-0.01	0.00	1500.1	0.08	0.07	0.08	2.0
2000.0	2000.1	0.06	0.09	0.10	2000.0	0.07	-0.02	-0.01	2.0
2500.0	2500.1	0.07	0.08	0.09	2500.1	0.06	0.09	0.10	3.0
3000.0	3000.2	0.08	0.17	0.18	3000.2	0.06	0.19	0.20	3.0

N° 006109



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

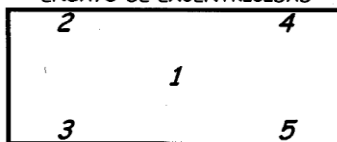
Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1246-2020

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

Posición N°	DETERMINACIÓN DEL Eo				DETERMINACIÓN DEL Ec					emp ± g
	Carga g	Ind. g	Δ L g	Eo g	Carga g	Ind. g	Δ L g	E g	Ec g	
01		10.0	0.07	-0.02		1000.0	0.08	-0.03	-0.01	2.0
02		10.0	0.07	-0.02		1000.0	0.07	-0.02	0.00	2.0
03	10.0	10.0	0.08	-0.03	1000.0	1000.0	0.07	-0.02	0.01	2.0
04		10.0	0.07	-0.02		1000.1	0.06	0.09	0.11	2.0
05		10.0	0.06	-0.01		999.9	0.06	-0.11	-0.10	2.0

N° 006108

El valor de pesada mínima para esta balanza es: 20.0 g

Lect. Corregida =	R + 3.75E-05 * R
Incer. Expan. =	2 * √ (3.00E-03 + 1.35E-09 * R²)

- R Lectura, Cualquier indicacion obtenida.
- I LECTURA DE LA BALANZA
- E ERROR ENCONTRADO
- Eo ERROR EN CERO
- emp ERROR MÁXIMO PERMITIDO (según la clase de exactitud).
- Ec ERROR CORREGIDO
- Δ L CARGA INCREMENTADA

- X : Procedimiento de Calibracion PC-001 "Instrumentos de pesaje de funcionamiento no Automatico Clase III y IIII"
- : Procedimiento de Calibracion PC-011 "Instrumentos de Pesaje de funcionamiento no automatico clase I y II"

fin del documento



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1294-2020

Página: 1 de 3

1. **SOLICITANTE** G Y S TECNICAS SAGITARIO SCRL.

Dirección A.V. Cruce de Chillina Mza. B Lte. 18
ALTO SELVA ALEGRE – AREQUIPA

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** HORNO ELECTRICO

Marca FINEZZA

Modelo FZ-3026HE

N° de Serie NO INDICA

Procedencia CHINA

Tipo de Indicador NO INDICA

Alcance de indicación 100 °C a 250 °C

División de escala 50 °C

Temperatura de Trabajo 150°C

Identificación NO INDICA

3. **FECHA DE CALIBRACIÓN** 2020-11-14

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales de la DM-INACAL o Internacionales, los que realizan las unidades de acuerdo con el sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del presente documento son válidos solo para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está obligado recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados, según el uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado del instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

N° 006430

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Instalaciones de la empresa.

5. **MÉTODO CALIBRACIÓN:**

➤ La calibración se efectuó tomando como referencia el PC-018; Procedimiento de calibración de Medios Isotermos con aire como medio termostático.

6. **TRAZABILIDAD:**

Los resultados declarados en este documento tienen trazabilidad a los patrones Nacionales de la Dirección de Metrología

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la DM-INACAL	Termómetro Digital con 12 Sensores de Temperatura tipo K	LT-071-2020
	BaroTermoHigrometro	LFP-024-2020 / LH-049-2020

7. **CONCLUSION:**

- ✓ Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las páginas siguientes del presente documento.
- ✓ Las mediciones se realizaron después de 1 hora de haber obtenido la estabilización de la temperatura de trabajo del equipo y durante 60 minutos.
- ✓ La incertidumbre de medición ha sido determinada según la GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE; con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95%.
- ✓ Este Certificado de Calibración cumple con los requisitos técnicos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO/IEC 17025 "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de Ensayo y Calibración.
- ✓ EL equipo presenta un termostato para el control de la temperatura de trabajo.
- ✓ Al instrumento de medición se ha colocado un stiker color verde en señal de calibrado.



[Handwritten Signature]
 T. Carlos Baldarrago Bohórquez
 GERENTE TÉCNICO
 SERVITECC E.I.R.L.

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

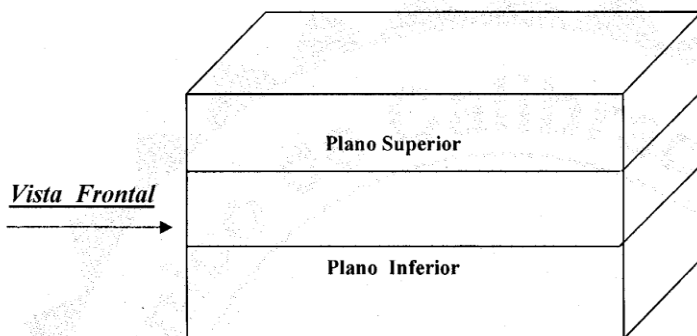
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1294-2020

Página: 2 de 3

Las condiciones ambientales durante la calibración fueron de:

Temperatura Ambiente °C	Humedad Relativa % HR	Presión Ambiental mmHg
23.1°	24%	572 mmHg

Vistas y dimensiones del volumen interior del equipo Calibrado:



N° 006431

La distribución de los termopares en los planos de medición.

Plano Superior		Plano Inferior	
1	2	7	8
	5		6
3	4	9	10

Los puntos de medición correspondientes a los números 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 se ubican a 3 cm de las paredes internas del fondo y del frente del equipo y los puntos 5, 6, se encuentran en el punto medio del plano respectivo según las figuras de cada plano.

Temperatura verificada °C	Temperatura media del ensayo °C	Máxima Incertidumbre expandida °C	Temperatura del termómetro del equipo
150	132.7	6.0	(*)

(*) El equipo presenta una perilla con la indicación de 150° como control de temperatura,



Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

ASEGURAMIENTO METROLÓGICO CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 1294-2020

CALIBRACION DE TEMPERATURA A: 150 °C

Página 3 de 3

Tiempo (min)	T° de Ind. del Equipo	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T° promedio °C	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Inferior					Plano Superior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00		127.5	130.4	131.2	130.4	125.6	137.3	137.5	139.0	132.4	134.9	132.6	13.4
02		128.8	132.2	131.0	132.3	123.6	137.4	136.9	139.6	133.6	134.4	133.0	16.0
04		129.7	130.4	132.0	131.2	122.1	138.3	138.1	140.2	133.3	134.7	133.0	18.1
06		126.5	128.9	130.5	130.0	123.5	136.7	137.3	138.4	131.5	134.0	131.7	14.9
08		129.0	130.8	131.4	131.9	122.6	137.6	137.4	139.6	133.3	134.3	132.8	17.0
10		128.8	133.2	131.6	130.8	121.7	137.8	137.8	139.6	133.6	134.2	132.9	17.9
12		125.0	130.9	129.4	132.2	123.6	136.0	135.2	137.7	131.9	133.1	131.5	14.1
14		129.6	128.6	131.5	131.7	127.5	137.6	137.6	139.5	132.9	135.6	133.2	12.0
16		128.5	133.0	131.3	130.7	124.6	137.6	137.7	139.3	133.4	134.8	133.1	14.7
18		124.4	127.6	128.5	132.9	123.5	135.7	134.2	137.7	130.9	132.8	130.8	14.2
20		129.9	129.5	131.7	131.6	125.8	138.0	137.8	139.9	133.2	135.4	133.3	14.1
22		128.5	132.8	131.4	130.8	125.0	137.8	137.8	139.6	133.4	135.1	133.2	14.6
24		125.0	128.4	129.3	133.4	123.5	136.2	134.5	138.3	131.5	133.1	131.3	14.8
26		130.5	127.6	132.2	131.8	125.1	138.6	138.1	140.4	133.0	135.6	133.3	15.3
28		128.5	128.2	131.6	130.8	123.5	137.9	137.8	139.7	132.3	134.7	132.5	16.2
30		125.5	130.6	129.0	133.7	125.2	136.7	134.8	138.8	132.2	133.9	132.0	13.6
32		130.1	128.2	132.2	131.6	123.9	138.6	138.2	140.4	133.0	135.3	133.2	16.5
34		128.1	131.9	131.4	130.7	122.1	137.8	137.9	139.6	133.0	134.4	132.7	17.5
36		126.0	129.3	130.0	133.7	124.3	137.1	135.7	139.3	132.3	134.1	132.2	15.0
38		130.7	127.6	132.6	131.8	123.8	138.9	138.4	140.8	133.2	135.5	133.3	17.0
40		128.0	130.9	131.5	130.8	127.6	137.8	138.0	139.6	132.8	135.8	133.3	12.0
42		126.9	129.3	130.8	133.0	125.8	137.2	136.4	139.7	132.5	134.8	132.6	13.9
44		130.2	130.3	132.4	131.6	123.4	138.6	138.4	140.5	133.6	135.2	133.4	17.1
46		127.3	129.5	131.1	130.7	124.2	137.2	137.9	139.1	132.2	134.6	132.4	14.9
48		128.3	130.3	130.9	132.5	127.9	137.5	137.1	139.4	133.0	135.5	133.2	11.5
50		129.9	131.1	131.9	131.3	125.9	138.4	138.3	140.0	133.6	135.7	133.6	14.1
52		126.9	129.4	130.7	130.4	123.6	136.9	137.8	138.5	131.9	134.2	132.0	14.9
54		129.0	133.3	131.3	132.2	128.1	137.3	137.4	139.4	134.0	135.6	133.8	11.3
56		129.3	133.5	131.7	131.1	124.4	137.8	138.2	139.7	133.9	135.0	133.5	15.3
58		125.8	129.8	130.0	132.7	125.5	136.2	136.5	137.8	132.1	134.0	132.0	12.3
60		129.6	127.4	131.6	132.0	127.2	137.6	137.9	139.6	132.7	135.6	133.1	12.4
T, Prom,		128.7	130.2	131.1	131.7	124.6	137.5	137.2	139.4	132.8	134.7	132.7	
T, Max,		130.7	133.5	132.6	133.7	128.1	138.9	138.4	140.8	134.0	135.8		
T, Min,		124.4	127.4	128.5	130.0	121.7	135.7	134.2	137.7	130.9	132.8		
DTT		6.3	6.1	4.1	3.7	6.4	3.2	4.2	3.1	3.1	3.0		

N° 006432

Parametro	Valor °C	Incertidumbre °C
Maxima temperatura Medida	140.8	1.2
Minima Temperatura Medida	121.7	1.2
Desviacion de la Temperatura en el Tiempo	6.4	3.7
Desviacion de la temperatura en el Espacio	14.7	6.0
Estabilidad Medida (±)	3.2	1.8
Uniformidad Medida	6.8	1.5



T, PROM, Promedio de la temperatura en una posicion de medicion durante el tiempo de calibración

T, Prom, Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado

T, Max, Temperatura máxima

T, Min, Temperatura mínima

DTT, Desviación de temperatura en el tiempo

Prohibida la reproducción total o parcial de este Documento, sin la Autorización de la Empresa.

Urb. Villa Independiente E-9
Alto Selva Alegre - AREQUIPA

Telf. 054-406987
Movistar: 959665818 - RPM: *543358
RPC:959172866

servitecc1@yahoo.com - metrologia@servitecc.com
http://www.servitecc.com/