



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento con Geomalla Biaxial con Fibra de Multifilamentos de Poliéster de Alta Tenacidad en la Av. la Cultura – cusco 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Huahualuque Valdez, Sergio Roger (ORCID: 0000-0001-7175-7930)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2020

DEDICATORIA

Esta investigación de tesis está dedicada para Dios quien gracias al señor tengo un nuevo día para gozar con mis seres queridos.

Dedico la investigación a mi padre y hermana que de Dios gocen, quienes me inculcaron a guiarme y seguir adelante y no darme por vencido.

A mi madre quien me acompaña dándome fuerzas para poder seguir adelante.

A mi esposa quien siempre me brindo el apoyo a no darme por vencido, siempre estando en las buenas y en las malas, estuvo conmigo apoyándome a seguir adelante.

A todos ellos les agradezco por creer en mí, por sus buenos deseos y enseñarme buenos valores en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por darme salud y bienestar en mi hogar a lado de mis seres queridos.

Agradezco a mi madre por estar siempre a mi lado y colaborarme en todo lo emocional a salir adelante.

Agradezco a mi esposa quien siempre me dijo que nunca es tarde para estudiar y triunfar en la vida.

Agradezco a mi asesor de tesis, por ser la guía para lograr este objetivo grande de ser profesional.

Doy Gracias a la universidad por creer en nosotros y darnos una oportunidad para cumplir el anhelado sueño de titularnos.

Infinitas gracias a todos los amigos quienes estuvieron alentándome, ya que sin su ayuda no hubiera logrado realizar este estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

<u>Dedicatoria</u>	ii
<u>agradecimiento</u>	iii
<u>índice de contenido</u>	iv
<u>índice de figura</u>	vi
<u>índice de cuadro</u>	vii
<u>índice de anexos</u>	viii
<u>resumen</u>	ix
<u>abstract</u>	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Geomallas biaxiales	7
2.2 Clasificación por el sentido del desarrollo del refuerzo	9
2.3 Geomalla biaxial de poliéster de alta tenacidad	10
2.4 Refuerzo de vías pavimentadas	15
2.5 Definiciones	16
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipos y Diseño de Investigación	20
3.2. Variables y Operacionalización	21
3.3. Población, Muestra y Muestreo	22
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	22
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de Análisis de Datos	27
3.7. Aspectos Éticos	27
IV. RESULTADOS	29
4.1. Resultados de caracterización de materiales	30
4.2. Equipo utilizado para el ensayo de CBR in situ y Deflexión	31
4.3. Procedimiento:	33
4.4. Resultados del experimento con equipo de Geogauge de CBR in situ y deflexión sin Geomallas biaxiales.	34
4.5. Resultados de los ensayos con equipo de Geogauge de CBR in situ y Deflexión utilizando Geomallas biaxiales.....	40

4.6. Cuadro comparativo en un pavimento flexible sin geomalla y con geomalla biaxial de poliéster de alta tenacidad.	45
IV. DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIÓN.....	50
VI. RECOMENDACIONES	51
Referencia	52

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.1 Geomalla Unixial	9
Figura 1.2. Estructura de una geomalla biaxial.....	10
Figura 1.3. fibra de aramida	11
Figura 1.4. suelo reforzado con geomalla	12
Figura 1.5. Aplicación de taludes en suelo reforzado, adaptado de FHWA, 2001.	13
Figura 1. 6. Mecanismos típicos de degradación en vías con pavimento no reforzado sobre suelos blandos	14
Figura 1. 7. Influencia del refuerzo con geosintéticos en el comportamiento de vías no pavimentadas	14
Figura 1. 8. perjuicios en una vía convencional, Aplicación de geo Sintéticos en una vía	15
Fig. 1. 9. Finalidad de los geosintéticos en la práctica de vías pavimentadas.....	15
<i>Figura 1.10.</i> Diagrama de Venn.....	21
Figura 1.11. equipo Geogauge	25
Figura 1.12. Colorado de asfalto.....	30
Figura 1.13. geomalla biaxial	31
Figura 1.14. medición del CBR in- situ.....	32
Figura 1.15. comparando el CBR in situ sin y con la geomalla biaxial	45
Figura 1.16. comparando la rigidez sin y con la geomalla biaxial	46
Figura 1.17. Comparando la Deflexión sin y con la geomalla biaxial	47

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro N° 01: Cuadro comparativo del CBR in situ	45
Cuadro N° 02: Cuadro comparativo de la Rigidez	46
Cuadro N° 03: Cuadro comparativo de la Deflexión	47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. <i>Matriz de Operacionalización de Variables</i>	56
ANEXO 02. <i>Matriz de Consistencia</i>	57
Anexo 03: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en la calle Camino real – 4to paradero	58
Anexo 04: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en 5to paradero – San Sebastián ...	59
Anexo 05: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en 6to paradero – San Sebastián ...	60
Anexo 06: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en Paradero Santa Rosa.....	61
Anexo 07: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en paradero Enaco	62
Anexo 08: Resultado de la Deflexión sin Geomalla en la calle Camino real – 4to paradero	63
Anexo 09: Resultado de la deflexión sin Geomalla en 5to paradero – San Sebastián	64
Anexo 10: Resultado de la Deflexión sin Geomalla en 6to paradero – San Sebastián ...	65
Anexo 11: Resultado de la Deflexión sin Geomalla en Paradero Santa Rosa.....	66
Anexo 12: Resultado de la Deflexión sin Geomalla en paradero Enaco	67
Anexo 13: Resultado del CBR in situ aplicando la Geomalla biaxial en la calle Camino real – 4to paradero	68
Anexo 14: Resultado del CBR in situ aplicando la Geomalla biaxial en 5to paradero – San Sebastián.....	69
Anexo 15: Resultado del CBR in situ aplicando la Geomalla biaxial en 6to paradero – San Sebastián.....	70
Anexo 16: Resultado del CBR in situ aplicando la Geomalla biaxial en Paradero Santa Rosa.....	71
Anexo 17: Resultado del CBR in situ aplicando la Geomalla biaxial en paradero Enaco	72
Anexo 18: Resultado de la Deflexión aplicando la Geomalla biaxial en la calle Camino real – 4to paradero	73
Anexo 19: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en 5to paradero – San Sebastián ...	74
Anexo 20: Resultado de la Deflexión aplicando la Geomalla biaxial en 6to paradero – San Sebastián.....	75
Anexo 21: Resultado de la Deflexión aplicando la Geomalla biaxial en Paradero Santa Rosa.....	76
Anexo 22: Resultado de la Deflexión aplicando la Geomalla biaxial en Paradero Enaco	77
Anexo 23: porcentaje de turnitin aprobado.....	78

RESUMEN

La siguiente investigación denominado “Mejoramiento con Geomalla Biaxial con Fibra de Multifilamentos de Poliéster de Alta Tenacidad en la Av. la Cultura – Cusco 2020”, tiene como objetivo principal Analizar si la aplicación geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad Mejora el periodo de mantenimiento en la Avenida la cultura.

En dicha avenida de la cultura se tiene mucha dificultad en el pavimento flexible por la elevada transitabilidad vehicular que se tiene en dicha avenida por lo que se realizó el estudio científico y experimental con la geomallas biaxial de poliéster de alta tenacidad sacando un CBR in situ inicial y otro al colocado de la geomalla biaxial.

Dentro de los estudios que se realizó, tenemos un nuevo equipo que nos ayudó a obtener el CBR más rápido. El equipo del **Geogauge** nos da a conocer el CBR y la rigidez del pavimento en casi dos minutos y saber si el suelo y/o pavimento cumple con una rigidez favorable a lo que se requiere.

Determinamos que utilizando las geomallas biaxiales de poliéster de alta tenacidad favorecen a la investigación ya que se sacaron resultados positivos en su rigidez y deflexión como ejemplo exponemos lo siguiente:

Tenemos una rigidez sin geomalla de 14.4 con una deflexión de 36.67 mm. y con geomalla se eleva a 23.45 con una deflexión de 22.52 mm. eso nos da a conocer que con la geomalla estaríamos ahorrando en mantenimiento en la avenida la cultura.

Palabras Clave: Geogauge geomallas biaxiales, poliester de alta tenacidad, rigidez y deflexión

ABSTRACT

The following investigation called "Improvement with Biaxial Geogrid with High Tenacity Polyester Multifilament Fiber in Av. La Cultura - Cusco 2020", has as main objective to analyze if the application of biaxial geogrid with high tenacity polyester multifilament fiber improves the maintenance period on Avenida la cultura.

In this avenue of culture, there is a lot of difficulty in flexible pavement due to the high vehicular traffic that is found in said avenue, so the scientific and experimental study was carried out with the biaxial high tenacity polyester geogrids, obtaining an initial in situ CBR and another to the placement of the biaxial geogrid.

Among the studies that were carried out, we have a new team that helped us to obtain the CBR faster. The Geogauge team lets us know the CBR and the stiffness of the pavement in almost two minutes and know if the ground and / or pavement meets a favorable stiffness to what is required.

We determined that using high tenacity polyester biaxial geogrids favor the investigation since positive results were obtained in their stiffness and deflection as an example we present the following:

We have a stiffness without geogrid of 14.4 with a deflection of 36.67 mm. and with geogrid it rises to 23.45 with a deflection of 22.52 mm. This makes us aware that with the geogrid we would be saving on maintenance on Avenida la cultura.

Keywords: Geogauge biaxial geogrids, high tenacity polyester, stiffness and deflection

I. INTRODUCCIÓN

El clima en el Perú, son constantes las lluvias por ciertas temporadas, secos, calurosos y acompañado con heladas en toda la sierra de nuestro país, por lo que provoca la debilitación el pavimento flexible lo cual se tendrá problemas socioeconómicos. La necesidad de reforzar los suelos, debido a la diversidad de los problemas provocadas naturalmente o por el hombre, donde conoceremos el uso de la Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad en cuestión de mejora, es una tecnología que se está ampliando en el país porque hubo mejoras en el pavimento flexible y se logró prolongar la vida útil, el uso de la Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad es mejorar el suelo de una forma eficaz de construir estabilidad y reforzar las condiciones iniciales del subsuelo y suelo.

La estructura de una vía está hecha principalmente para soportar las cargas ocasionadas por el tráfico, es por eso que se hace el diseño, para que el material a usar sea lo mejor, y poder mejorar las cargas de los vehículos que se transmitirán a la carpeta asfáltica.

En Cusco se tiene una gran dificultad en especial en la avenida de la Cultura, ya que existen cambios muy radicales de temperatura que debilitan la capa asfáltica así como la pesada carga vehicular que soportan las estructuras diariamente con lleva a que estas vías se deterioren y se malgasten con más rapidez, considerando este problema es necesaria la implementación de nuevas vías más resistentes y que tengan una larga vida útil, bajo este contexto se plantea una solución en la delineación del pavimento flexible en el que se aplica la Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad, poniéndolo como refuerzo en la estructura de pavimento flexible. el objetivo que se quiere llegar es Analizar si la aplicación de la Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad Mejorara su duración y ampliar el periodo de mantenimiento en la avenida de la cultura. Se presentan constantemente el deterioro a corto plazo, por tal motivo

al año se gestionan 02 presupuestos de mantenimiento por lo que se requiere urgentemente desarrollar las técnicas de pavimentación de vías para alargar la vida útil del pavimento. Por lo que se planteó el siguiente **problema general** ¿De qué manera la Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad puede aumentar el periodo de mantenimiento en pavimentos flexibles de la AV. la Cultura Cusco?, se determinó los siguientes **problemas específicos** ¿De qué manera la aplicación de la Geomalla biaxial mejorara el periodo de mantenimiento de la avenida de la cultura – Cusco?, ¿De qué manera la aplicación de fibra de multifilamentos de poliéster mejorara el periodo de mantenimiento de la avenida de la cultura – Cusco? Según el problema general y los problemas específicos que fueron planteados, se determinó la siguiente **hipótesis general**: ¿El uso de la Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad mejorara el proceso de mantenimiento en el pavimento flexible de la avenida de la cultura? Y como **hipótesis específicas** tenemos: el uso de la Geomalla biaxial y la aplicación de la fibra de multifilamentos de poliéster aumentara en un 60 % en su periodo e mantenimiento de la avenida de la cultura.

La finalidad del presente estudio radica en mejorar el presupuesto por mantenimiento, para que este no se realice dos veces al año, sino cada 02 años y así poder ampliar la existencia valiosa de la vía ubicada en la Avenida de la Cultura con la malla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad.

Para el Ing. Lizárraga J.M. (México – 2013), en su investigación para lograr el título de maestro en ingeniería “Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomalla de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural” manifestó, el mejoramiento para la Geomalla biaxial ante un constante aumento de vehículos optimiza el ahorro en materiales, puesto que disminuye el grosor del recubrimiento sin alterar la contextura de la pavimentación, lo que a su vez significa un ahorro en costos de mantenimiento.

Caballeros E. A. (Guatemala 2006) la investigación titulado “Utilización de la geomalla como refuerzo de la estructura del pavimento flexible” indica las ventajas

por uso de la geomalla y de sus aplicaciones técnicas como una opción para la asistencia de la estructura del pavimento flexible, asimismo da a conocer otros tipos de geomallas que se pueden aplicar a diversos proyectos de infraestructura vial con el fin de reforzar las estructuras del pavimento, reducir los espesores de capas y sobre todo prolongar la vida útil de las vías.

II. MARCO TEÓRICO

Antes de averiguar de forma virtual en distintas bases de datos se adquirió variedad de trabajos de investigación y artículos científicos de las cuales se tomó en cuenta las investigaciones más aproximadas a las variables de este proyecto de investigación. A nivel nacional:

Ahumada (2018) realizó la investigación de “Análisis económico del pavimento flexible con y sin geomalla en la estructura de la subrasante, vía auxiliar izquierda km 2+000 – 2+300 del Proyecto Línea Amarilla”, el objetivo general en la tesis fue “presentar una comparación económica entre la mejoría de la estructura de la sub rasante con y sin geomalla en la vía de la línea amarilla”,

su **metodología** inductiva, y no experimental, porque se realizó un estudio presupuestal al mejoramiento de la sub rasante, mientras que su **población** fue la vía expresa del proyecto línea amarilla, mientras que la **muestra** estuvo conformada por una parte de la línea amarilla. En **conclusión**, el averiguador resolvió que reemplazando el terreno natural con una estructura sin geomalla es para suelos con baja capacidad, por otro lado, indica que las estructuras subrasante con geomallas no requieren de muchos espesores, con el método convencional, puesto que las geomallas aseguran la estructura, distribuyendo la carga de forma igual.

Según **Chávez y Ruíz (2019), autores de la tesis “Evaluación Técnico Económica Utilizando Geomallas y Afirmado en Cimentaciones Superficiales, Caso: Lote 37 de la urbanización Brisas De Oquendo – Callao”** para la obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Ricardo Palma, cuyo **objetivo** fue “examinar la mejor alternativa técnica económica entre Geomallas y Afirmado en cimentaciones superficiales”; por lo cual desarrollaron una **metodología** de tipo aplicada y diseño cuantitativo. La **población** de estudio fueron 101,362.00 m² de la urbanización Brisas de Oquendo, mientras que su **población** fue de 140.00 m² extraída del lote 37, de la urbanización mencionada. Asimismo, las técnicas empleadas, fueron la exploración directa del subsuelo y los ensayos de

laboratorio. A partir de ello, los investigadores **concluyen** que el afirmado es una mejor opción, frente a las geomallas, para cimentaciones superficiales, puesto que esta es más económica. Sin embargo, ambas son soluciones factibles frente a problemas de cimentaciones superficiales, puesto que ambas actúan de forma similar. Asimismo, el afirmado es menos costoso y las geomallas requieren de menor espesor de estrato y material extra.

El autor **internacional, Ing. José Lizárraga (2013) en su investigación de tesis titulado “Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomalla de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural”**, para adoptar el título de Maestro en Ingeniería y presentado ante la Universidad Nacional Autónoma de México. Propuso el siguiente **objetivo** general:

Declarar por medio de ejemplos de respuesta analizada que la integración de Geomallas biaxiales optimizara las propiedades de resistencia a tracción en la fibra inferior de la capa de mezcla bituminosa, aumenta la vida de cansancio de las capas granulares y en consecuencia optimiza los espesores de diseño de las capas del pavimento flexible, causando una rebaja económica y técnico de la obra de infraestructura carretera. (p. 20)

La investigación tuvo un alcance exploratorio, mientras que los resultados fueron confirmados mediante modelos analíticos, que corroboraron el estudio. Por otro lado, el investigador demuestra con su estudio que la incorporación de geomallas permitió que los importes de operación y mantenimientos decrezcan. Con base en ello, **concluye** que la geomalla en pavimentos flexibles no necesita de tantos espesores en los sectores que refuerzan la estructura, y su empleo abarata los costos, pero es necesario que estos espesores estén debidamente estructurados, para que en un futuro no se debilite con facilidad la capa crítica y el pavimento flexible, así mismo las condiciones donde se pone en práctica este método debe de favorecer la adherencia entre geomalla y mezcla asfáltica. Por otro lado, el investigador hace hincapié en que no todos los métodos son aplicables para las mismas condiciones, asimismo este varía de acuerdo al lugar donde se realiza, pues cada uno trabaja bajo sus propios criterios y métodos.

El autor **Sergio Alvarado (2012)**, en su tesis titulado “**Análisis técnico sobre el uso de Geomallas de refuerzo para la pavimentación y repavimentación de carreteras**”, presentado ante el **Instituto Tecnológico de Costa Rica**. Tuvo como **objetivo** general “examinar de manera técnica y económica la conducta de la geomalla para pavimentación y repavimentación, y demostrar en una circunstancia real, la aplicación en campo de la geomalla en pavimento y evitar la reflexión de grietas”. El investigador desarrollo una **metodología** de tres etapas radicó en la exploración y recopilación de data sobre las técnicas empleadas en construcción, seguidamente planteó el diseño de una estructura con el uso de geomallas para aminorar los espesores de la capa asfáltica, para finalmente implementar el diseño y evaluar si este es beneficioso. Teniendo en consideración lo anterior, el investigador concluye que la implementación de geomallas no solo reduce el espesor del asfalto también reduce costos económicos; pero lo más importante es que se otorga mas vida útil al proyecto, es decir, las vías se mantienen por más tiempo. Por otro lado, existe una distribución uniforme de la carga, ya que bajo la capa asfáltica se encuentra una geomalla; lo que a su vez mejora su resistencia a desgastes o deterioros, pues estas capas, la geomalla, la capa asfáltica y las capas de pavimento, trabajan de forma independiente, y la mayor tensión solo se presenta en la geomalla antes del agrietamiento. Aunque el mayor beneficio de este método es la reducción de costos, si este no es aplicado con la mano de obra correcta, solo se correrán más gastos a corto plazo, pues podría desprenderse y exponer la geogrilla.

2.1 Geomallas biaxiales

Según Santillán (2010) “las geomallas biaxiales de polipropileno son enormemente beneficiosos para tratar los problemas de ajuste y fortificación de suelos. Las geomallas inflexibles hechas de polímero se han convertido en un segmento que se debe considerar en construcciones estructurales” (Novoa, 2017, p.12).

De igual manera las geomallas son geos sintéticos de acción rectangular o triangular uniforme que enmarca una estructura abierta que permite que los suelos atraviesen el plano; los arreglos principales son poliéster, polipropileno y polietileno de alto espesor. Hay tres géneros que dependen de su procedimiento de ensamblaje: soldado, tejido o expulsado. (Pérez, J. 2010, π. 6). (Novoa, 2017, p.13).

En razón de lo anterior, es importante señalar que las geomallas están conformados por materiales geosintéticos con un area uniforme constituida por poliéster, polipropileno y/o polietileno de alta intensidad en forma rectangular por lo que están expuesta a una elevada tolerancia a la tensión y poseen un nivel de resistencia a los daños en la construcción en el proceso de su instalación.

En efecto las geomallas se distinguen por estar conformada por una estructura polimérica plana y abierta de componentes, que se logran unir por expulsión, fortificados o entrelazados, cuyos espacios son mayores que sus constituyentes. Es reconocible a partir de geotextiles debido a la ruptura de huecos de más de 3-4 cm, posee excelentes propiedades mecánicas. La geomalla debe tener la capacidad de distribuir cargas eficazmente sobre la sub-rasante, de manera amplia y pareja, debe de existir una interacción compleja entre la geomalla y el material. (Caballeros, 2006, p. 68)

Por otro lado, Vargas et al. (2017) define las geomallas como “un elemento que se incorpora en la estructura de pavimento e impide que los materiales se contaminen, asimismo favorece al drenaje lateral, evita la fuga de los finos y refuerza estructuralmente el pavimento” (p. 10).

El autor también manifiesta que las geomallas son flexibles, debido a que están conformados por polietileno y polipropileno; la forma característica de este elemento son las redes conectadas de forma integral, con uniones, aberturas y costillas, lo que les permite ser una traba entre las capas estructurales, los materiales y el suelo. Su principal función radica en el refuerzo que brinda a las capas de la estructura y por su resistencia a la deformación, por esto es considerada muy importante en el proceso de pavimentación (Vargas, y otros, 2017).

Las geomallas biaxiales, señala Tensa (2016) “añaden tres consistencias básicas, que se refuerzan con una geometría rectangular inflexible que promete una estructura contrastada con diferentes geomallas y con un alto nivel de solidez extendida a 360°, garantizando la ejecución óptima de la geomalla en una capa equilibrada mecánicamente” (Novoa, 2017, p. 13).

Con respecto a las ventajas de las geomallas, Geosoft Pavco (2009) menciona lo siguiente:

Esta función se aprovecha del comportamiento a tracción del geotextil, ya que normalmente tiende a usarse como un complemento de las propiedades mecánicas del suelo, su fin o propósito es controlar las potencias transmitidas tanto en la etapa de desarrollo como en la administración de las estructuras. El geotextil tiene un componente auxiliar y una restricción de los granos del suelo, difunde y dispersa las presiones cercanas, aumentando el límite y la velocidad del desarrollo. (Novoa, 2017, p. 13)

2.2 Clasificación por el sentido del desarrollo del refuerzo

a) Geomallas uniaxiales

Las geomallas uniaxiales actualmente posee un encabezado con juntas transversales que se emplean en aplicaciones, donde de esta manera apoya cargas elásticas altas hacia el movimiento, por ejemplo, en la fortificación de diques y divisores, principalmente de polietileno. Son diseñadas para el refuerzo en una sola dirección de estructuras de suelo mecánicamente estabilizado y que involucran todo tipo de material de relleno. La tensión soportada por estas geomallas es longitudinal. (Novoa, 2017 p.14)

Por otro lado, Vargas et al. (2017) menciona que “la geomalla uniaxial tiene su estructura completamente alineada en una única dirección, contando con juntas transversales, este tipo de elemento se utiliza cuando se conoce la dirección de aplicación de la carga” (p. 9). Es decir, soportan cargas previo a un conocimiento del origen de la dirección de las presiones y ello debido a su forma de barras paralelas, unidas por extremos, como se observa en la figura 1.1.

Figura 1.1 Geomalla Uniaxial



Fuente: Cajigas, 2007

b) Geomallas biaxiales

Para Vargas et al. (2017), “las geomallas biaxiales poseen su capacidad de carga en ambas direcciones aproximadamente perpendiculares entre sí, y se utilizan para refuerzos con cargas en direcciones variables, por ejemplo, en carreteras” (p. 63), como se observa en la Fig. 1.2.

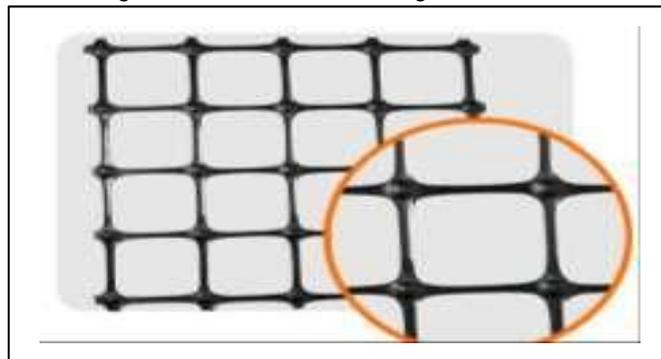
Su principal componente son las resinas de polipropileno, por ser muy resistentes al desgaste, deterioro, punzonamiento y rasgaduras del suelo, cuyo

propósito es resistir las cargas o presiones dinámicas aplicadas indistintamente en el plano de la malla y por momentos prolongados.

Este tipo de geomallas, se sub divide en dos diferentes tipos, las inflexibles y las adaptables; las primeras se caracterizan por ser de polipropileno, mientras que las adaptables son hechas con filamentos de poliéster y revestimiento de PVC, tejidos y unidos a puntos de encuentro. A pesar de sus diferencias, ambos tipos tienen el mismo fin, actuar como soporte de las capas asfálticas estructurales para así soportar las pesadas cargas vehiculares.

Investigaciones realizadas en Estados Unidos, demostraron que “para el soporte de bases granulares en asfaltos adaptables, se requiere que la geomalla biaxial sea una profundidad ideal entre veinticinco y treinta y cinco centímetros de la superficie de la banda de rodadura” (Novoa, 2017, p. 17).

Figura 1.2. Estructura de una geomalla biaxial



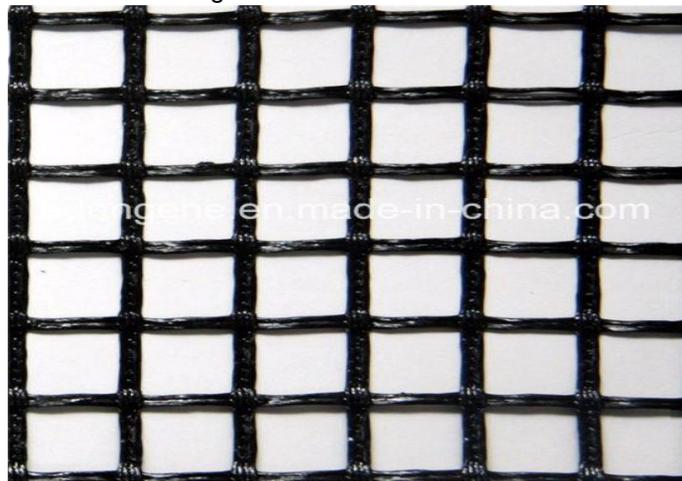
Fuente: Cajigas. 2007

2.3 Geomalla biaxial de poliéster de alta tenacidad

En la página web de GeoSistemas (2015), se menciona que “la geomalla fabricada en poliéster (PET) de elevado en su módulo elástico, ha sido las que por más tiempo ha sido empleadas” (párr. 2). Asimismo, indica que, por los constantes cambios de requerimientos, se recurrió a nueva materia primas para fabricar geomallas con altas resistencias. Entre las cuales se tiene:

- Polivinil alcohol (PVA), “el cual presenta una rigidez axial junto con una resistencia elevada en suelos, en PH agresivos, especialmente a sustancias alcalinas. proporciona muy elevadas resistencias que garanticen una alta rigidez e interacción” (GeoSistemas, 2015, párr. 3).
- Fibra de Aramida, “la cual otorga una crecida resistencias a bajas deformaciones, que se emplean en situaciones muy especiales, que garanticen una alta rigidez e interacción” (GeoSistemas, 2015, párr. 4).

Figura 1.3. fibra de aramida



Fuente: made in china connecting buyers

Las características de las geomallas, hacen que estas sean reconocidas por su solución práctica y económica, pues se ha demostrado que su aplicación en construcciones ha sido de gran utilidad frente a las cargas pesadas y el movimiento de tierra, asimismo es requerida en muchos mercados comerciales e industriales por su practicidad y forma (Novoa, 2017).

Las geomallas se pueden aplicar de las siguientes formas:

a) Muros de suelo reforzado

En construcciones, el suelo pone una resistencia frente a las presiones, es decir, no es flexible; pues existe una rigidez en la sujeción, debido a un resiste impacto o por el frotamiento de los granos que puede extenderse mediante la unión de material fortificante. (Fig. 1.4)

“Los materiales geosintéticos más comúnmente utilizados como fortificación del suelo son geotextiles, que cooperan por erosión con el suelo, y las geogrietas, que lo hacen por enclavamiento” (Tensar, 2013) citado por (Novoa, 2017, p. 19). Frente a estas nuevas circunstancias, se distorsiona la fortificación, mientras que la del terreno se mantiene, en estos casos es preferente la fortificación central como se observa en la Fig. 1.4.

Figura 1.4. suelo reforzado con geomalla

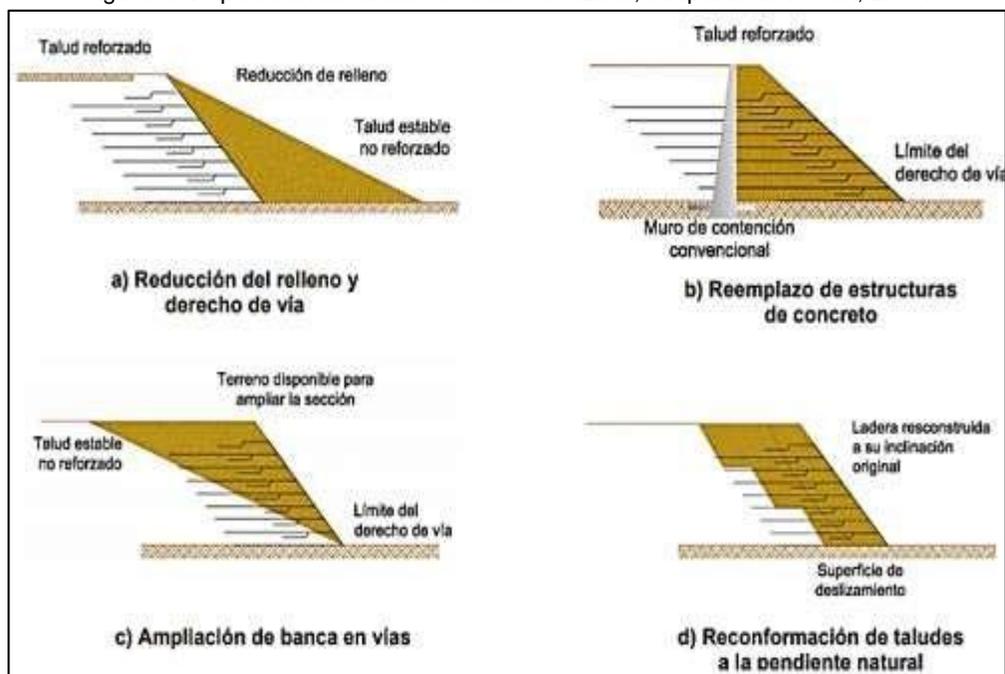


Fuente: Tensar, 2013

b) Pendiente (Talud) de suelo reforzado

Este tipo de pendientes (taludes) se caracteriza y se diferencia de otros, por presentar en la cara interior una inclinación de 70° considerando la línea horizontal, su uso es idóneo en casos de construcciones de alta pendiente o altura que requieren de rellenos; puesto que las laderas naturales o taludes de estructuras térreas no reforzadas, pueden removerse aun cuando presentan mecanismos de resistencia aceptables (Novoa, 2017). Una muestra clara de la aplicación de taludes en suelos reforzados es la Fig. 1.5.

Figura 1.5. Aplicación de taludes en suelo reforzado, adaptado de FHWA, 2001.



(Fuente: Koemer. 2005).

Asimismo, en la figura anterior se presentan casos en la construcción de taludes o laderas, en los cuales incluye capas de geosintéticos, para reforzar el talud, aumentar su estabilidad e incrementar la pendiente. La colocación de estas capas tiene dos propósitos, como primer propósito busca aumentar la estabilidad, frente a pendientes mayores y poco estables, mientras que su segundo propósito es mejorar la estabilidad del material colocado a los bordes y así lograr una mejor compactación que reduzca los problemas de deslizamiento. (Novoa, 2017).

c) Refuerzo de vías no pavimentadas

Para reforzar las vías no pavimentadas y trabajar en suelos delicados, se puede utilizar geosintéticos, como apoyo, partición o soporte de las geomallas que se encuentran particularmente compuestas. En estos trabajos comúnmente se utilizan los geotextiles y geomallas (Palmeira, 2006) citado por (Novoa, 2017).

La utilización de geosintéticos, en vías sin pavimentar ofrece las siguientes ventajas ver Fig. 1.6

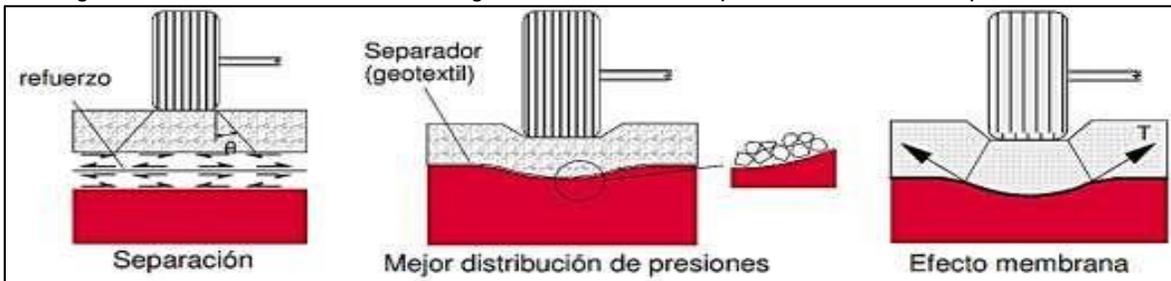
Disminución del espesor de llenado, desprendimiento entre totales y suelos de baja protección, si se utiliza geotextil, límite de ayuda ampliado de suelos de baja protección, disminución de la distorsión paralela de los rellenos, la era de una transmisión más positiva de esfuerzos, aumenta el transporte de ansiedad vertical aumenta, disminución de la torsión vertical debido al impacto de la película, incremento en la vida de la calle, disminución del soporte intermitente, disminución del desarrollo de las calles y costos de operación. (Novoa, 2017, p. 21)

Figura 1. 6. Mecanismos típicos de degradación en vías con pavimento no reforzado sobre suelos blandos



Fuente: Valencia. 2009

Figura 1. 7. Influencia del refuerzo con geosintéticos en el comportamiento de vías no pavimentadas



Fuente: Valencia. 2009

Si la profundidad del surco se expande, los geosintéticos se desfiguran, pero aun así ofrecen una protección más prominente y también disminuye las desfiguraciones verticales en el banco, pues existe una mejor distribución de las presiones, ver Fig. 1.7.

2.4 Refuerzo de vías pavimentadas

Todo país desarrollado, cuenta con autopistas y caminos que permiten la interconexión entre ciudades o regiones, por lo tanto, existe tránsito de vehículos pesados que, anudados a las circunstancias del clima, y los materiales utilizados en la construcción de vías, consiguen desgastar las vías antes de lo proyectado. En estos contextos, el uso de geomallas o geosintéticos puede extender el tiempo de vida útil de las vías, como se observa en la figura 1.9.

Figura 1. 8. perjuicios en una vía convencional,

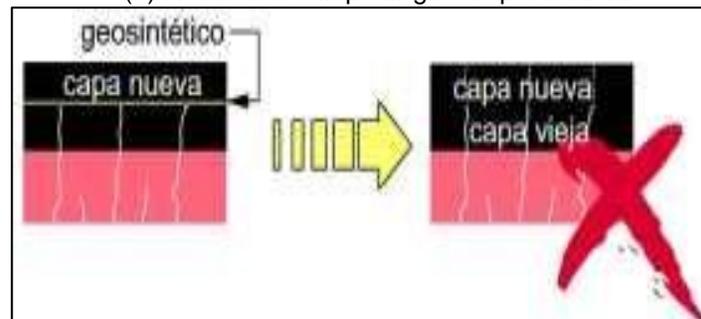
Aplicación de geo Sintéticos en una vía



Fuente: Palmeira. 2006

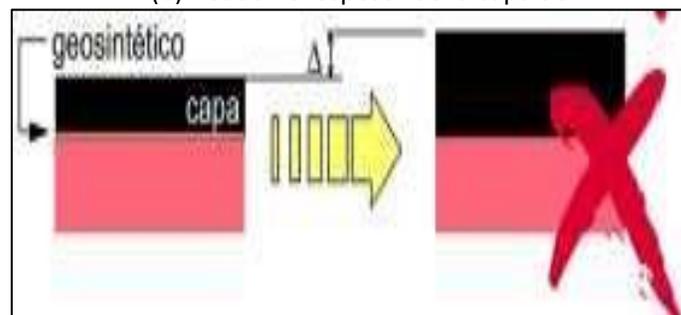
Fig. 1. 9. Finalidad de los geosintéticos en la práctica de vías pavimentadas

(a) Reducción e impedir grietas por flexión.



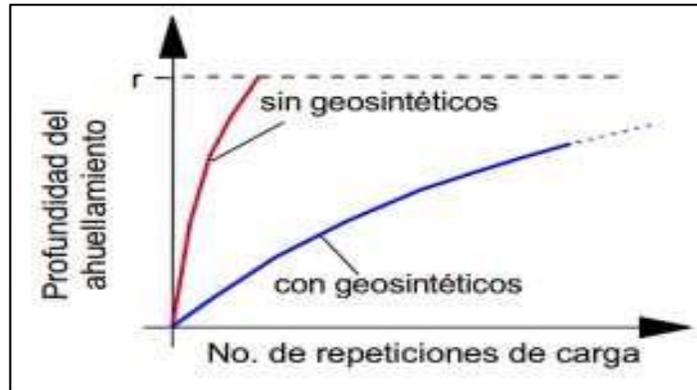
Fuente: Palmeira, (2006)

(b) Reducir el espesor de la capa de



Fuente: Palmeira, (2006)

(c) extiende el tiempo de vida útil del pavimento



Fuente: Palmeira, (2006)

2.5 Definiciones

Asfalto

Ucha (2010) define el asfalto como “Es una combinación sólida y compacta de hidrocarburos y de minerales que mayormente es empleada para construir el pavimento de las calzadas” (párr. 1).

El asfalto es muy característico por su intenso color negro, su aroma y por su apariencia viscosa y pegajosa; su principal función es de ser aglomerante en combinación asfálticas para las vías, carreteras, o autopistas, puesto que actúa como pegamento de varios materiales, que unidos forman una nueva masa de compuestos (Flores, Garcia, & Jose, 2012).

El bitumen, comúnmente conocido como betún, es el principal componente del asfalto, y proviene del “fondo que queda tras la destilación fraccionada de petróleo, se trata de la parte más pesada y que tiene el punto de ebullición más alto del proceso” (Ucha, 2010, párr. 4), asimismo esta compuesto también por otros minerales.

Capa de sustrato granular

Huertas & Santos (2018) lo definen como “la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico y la sub base” (p. 27). Y que además se caracteriza por estar muy próximo a la superficie y por su alta resistencia a las presiones y deterioro. Está compuesta por materiales marginales y granulares y con frecuencia se utiliza para pavimentaciones.

Capas de protección

Zúñiga (2015), indica que las capas de protección “corresponde a todas aquellas capas que no aportan estructura al pavimento y en general a aplicaciones cuyo espesor final no sobrepasan los 3 cm” (p. 9). Es decir, son finas capas de asfalto líquido cuya función es llenar huecos de las anteriores capas.

Capas estructurales

Son definidas por Zúñiga (2015) como “aquellas que, por condiciones de mezcla y espesor, forman una estructura resistente en el diseño de un pavimento flexible” (p. 15). Su clasificación se da de acuerdo a parámetros, los cuales son: “a) posición relativa dentro de la estructura, b) por su granulometría, c) huecos en la mezcla y d) según el proceso constructivo” (p. 16). Estas capas son más gruesas que las de protección y actúan como núcleo entre el terreno natural y el sello.

Estabilización de suelos

Novoa (2017) menciona que “la estabilización de los suelos consiste en dar estabilidad al sustrato fijándolo y garantizando la permanencia de su compactación, hecha la estabilización el suelo cambiará y sus propiedades mejorarán de forma duradera, reduciendo su mantenimiento y su control de erosión” (p. 27). Este proceso requiere de espacios, como tierra o caminos para compactarlos, solo así los suelos pueden estabilizarse y se puede tener más control de los mismos.

Geomalla

“Estructuras planas en forma de red, fabricadas por el entrelazamiento (en ángulos rectos) de fibras sintéticas con un elevado módulo elástico, generalmente recubiertas por una capa protectora, también de material sintético que puede ser PVC o polietileno” (Novoa, 2017, p. 27).

Geosintéticos

Los geosintéticos se originan a partir de procesos industriales conducidos por el hombre, estos se crean tras la transformación de polímeros, denominados comúnmente como plásticos, en tejidos, mallas, fibras, entre otros. Asimismo, estos polímeros se generan tras el refinamiento de petróleo.

Generalmente estos materiales, son utilizados en el sector construcción como parte de las estructuras o sistemas de vías, asfaltos, concreto, etc. Donde funcionan como complemento y resguardo para el adecuado funcionamiento de las construcciones; en ocasiones también son empleados como sustitutos de otros materiales (Novoa, 2017).

Geotextil

El Instituto Textil Naciona (2020), manifiesta que el geotextil es un “material textil sintético plano formado por fibras poliméricas (polipropileno, poliéster o poliamidas), similar a una tela, de gran flexibilidad, empleada para obras de ingeniería en aplicaciones geotécnicas (en contacto con tierras y rocas)” (párr. 1).

A pesar de ser muy variados, los geotextiles tienen un fin en común, actuar como una separación que brinde refuerzo e impermeabilización. Por otro lado, son elegidos de acuerdo a su destino, es decir las propiedades hidráulicas y mecánicas del terreno donde se colocarán, y también por los beneficios y la seguridad que va a brindar su uso.

Pavimento

“Sistema de capas superpuestas, de diferentes materiales, y compactadas en forma adecuada” (Gonzales, 2020, párr. 1).

Pavimentos Rígidos

“Constituido por una losa de hormigón con o sin armadura apoyada sobre una capa de Subbase granular, colocada directamente sobre la subrasante” (Zúñiga, 2015, p. 5)

Pavimentos Flexibles

“Está constituido por una serie de capas que permiten transmitir las cargas de tránsito hasta el terreno natural sin que este se deforme. No siempre es necesario colocar todas las capas señaladas (depende del tránsito, tipo de suelo, etc.)” (Zúñiga, 2015, p. 6). Tiene una forma de rodado de asfalto con una base de grava de cemento.

Rasante

Es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía.

Subrasante

Es una capa que hace un tratamiento para que la estructura y mejore la calidad del suelo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipos y Diseño de Investigación

Para poder mencionar acerca de la metodología de este trabajo de investigación, primero se debe saber que el método científico de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) se encarga de aclarar las conexiones entre variables que influyen en el fenómeno que se encuentra en estudio, también prevé la parte metodológica con el fin de que el instrumento y sus resultados sean válidos y confiables.

Los mismos autores también explican que “los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer posible efecto de una causa que se manipula” (p. 130). En este proyecto de investigación se contará con una variable independiente (geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster) que causará efecto en la variable dependiente (periodo de mantenimiento de pavimento flexible), es por este motivo que el método de este trabajo será **científico** y el diseño de investigación será **experimental**.

Para el **enfoque de investigación**, Otero (2018) explica que “el enfoque **cuantitativo** se concentra en las mediciones numéricas mediante análisis estadísticos, este se encarga de plantear un problema de estudio determinado y sus preguntas se limitan a cuestiones específicas” (p. 3).

El tipo de investigación

La investigación es de **tipo aplicada**. Para Lozada (2014), “la investigación aplicada tiene como finalidad la obtención de conocimientos con **aplicación directa** [...], este tipo de información presenta un valor significativo gracias a la utilización de conocimientos provenientes de la investigación básica” (p. 3)

El nivel de investigación

La investigación es **explicativa** causal en vista de que existe **una relación causa y efecto entre ambas variables** de estudio.

“Es aquel a que tiene relación causa - efecto; no solo busca describir una problemática, sino también pretende encontrar las causa del mismo”. (Sabino, 1992)

- VI : Geomalla como reforzamiento
- VD : reducción en su periodo de mantenimiento y mejoramiento de la resistencia.

Diseño de Investigación

La investigación es de tipo **experimental**, de corte transversal está enfocada al estudio de los pavimentos flexibles a fin de utilizar la metodología ASTM. Previo al análisis, se llegó a recopilar información teórica alusiva a las geomallas y a su comportamiento como refuerzo en los pavimentos.

3.2. Variables y Operacionalización

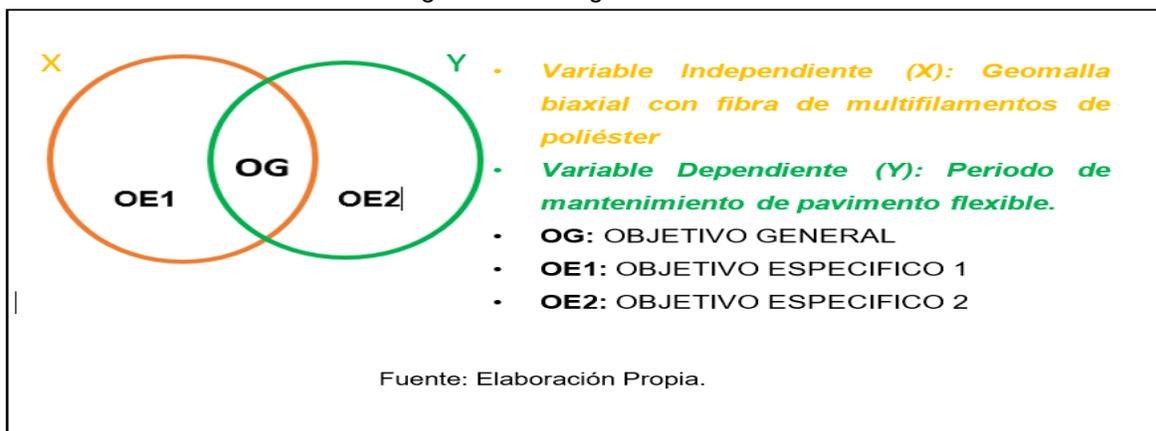
Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “una variable se define como construcciones hipotéticas que pueden ser observables o medibles y que a medida se desarrolla logra un valor importante en la investigación científica, el cual da como resultado una o varias hipótesis” (p.4)

Entonces, las variables en este proyecto de investigación son las siguientes:

Variable Independiente (X): Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster

Variable Dependiente (Y₁): Periodo de mantenimiento de pavimento flexible

Figura 1.10. Diagrama de Venn



3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población

“La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Hernández, Fernando y Baptista, 2014, p. 174)

Para este estudio, la población estuvo constituida por la Av. De la cultura, está conformada por la dimensión de longitud que tiene la zona de intervención

Muestra

Según (Hernández, Fernández, Baptista, 2018), la muestra es un conjunto o subgrupo de la población de estudio, sobre el cual se recolectarán datos y que deben ser representativo de la población (p. 206).

En el siguiente trabajo se tomará como muestras desde el 4to paradero de San Sebastián hasta el paradero Enaco de la avenida de la cultura.

Método de muestreo

Según Ozten & Manterola (2017, p. 228), sostiene que una muestra puede obtenerse de dos maneras. El muestreo probabilístico, permite determinar la probabilidad de cada elemento de estudio puede ser seleccionado al azar, mientras que un muestreo no probabilístico, la selección de los elementos de estudio dependerá de ciertas características y criterios de cada investigador

Se empleó el **muestreo no probabilístico por conveniencia** – Elección de muestras con características similares apropiadas para ser incluidas en el periodo de estudio y que se permite acceso a las mismas por parte del investigador.

“Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Hernández, Fernando y Baptista, 2014, p.175). Bajo este contexto, se pretende generalizar los resultados obtenidos a toda la población.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica de recolección de datos es definida por Gil (2016) como todos los procedimientos técnicos que se emplean para el registro de observaciones (p. 19).

En esta investigación se realizará la técnica por observación en estudio directo, puesto que se ejecutará la **recopilación de la información a través de fichas bibliográficas digitales lo cual permitirá el correcto citado y almacenamiento de la información.**

3.5. Procedimientos

El análisis de rigidez que se llevó a cabo para

El instrumento de recolección de datos

Explicado por Arias (2016), es el medio o formato donde será recopilado la información obtenida para que pueda ser estudiada y analizada por el investigador (p. 68).

Entonces, en este proyecto de investigación se tendrá como instrumento de recolección de datos una guía de observación de campo que será rellena mediante el procedimiento de la observación de estudio directo de los ensayos de **CBR (IN SITU CON GEOGAUGE) y KG (Rigidez en MN/m)** que se encontrará en los diferentes puntos de la zona estudiada en la Av. de la Cultura. Seguidamente como instrumento de recolección de datos también se contará con guías de laboratorio para los respectivos análisis del pavimento y finalmente se utilizarán programas computacionales para el análisis estadístico de los resultados enfocados en el CBR obtenido y los indicadores medidos para su análisis.

La **validez de los instrumentos** según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “es un procedimiento que se encarga de calcular que la variable cumpla con requisitos que solicita calibrar” (p. 189).

En esta ocasión, la validez de los instrumentos que se utilizarán se basará primero en la evidencia fotográfica de la zona intervenida, consecutivamente se necesitará la aprobación del técnico o ingeniero que validará los resultados generados en el análisis respectivo y ensayos para determinar las propiedades del pavimento.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) también manifiestan acerca de la **confiabilidad** donde se le define como el valor que al emplearse en un instrumento causa que los resultados sean moderados y razonables (p.20).

La confiabilidad de medición se establecerá en la certificación de calibración de los instrumentos a utilizar para los respectivos análisis en esta investigación.

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio):

“Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad” (Rodríguez, Rondón, Vélez, & Aguirre, 2006, p. 22).

Equipo Geogauge.

En otras palabras, el Geogauge es un equipo sencillo de utilizar y que a la vez puede ser empleado en lugares estrechos o de difícil acceso obteniendo resultados positivos y precisos durante el proceso de mejora de un suelo cualquiera (Narvaez, 2017).

Procedimientos

El procedimiento que se seguirá para lograr los resultados esperados en esta investigación consta de tres fragmentos importantes:

- Preparación de la zona según la norma ASTM D6758
- CBR (In SITU con GEOGAUGE)
- GEOGAUGE - Método Electro-Mecánico ASTM D6758 (deflexión)

PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DEL GEOGAUGE.

La rigidez (K) está definida como la razón entre la fuerza que se aplica y la deformación resultante de esta aplicación. Este es el parámetro que mide el Geogauge, de ahí que su principio sea el de generar una fuerza y registrar su correspondiente desplazamiento. La fuerza producida por el vibrador del equipo es transferida al suelo y medida mediante el cálculo del desplazamiento. La fuerza

producida por el vibrador del equipo es transferida al suelo y medida mediante el cálculo de desplazamiento diferencial del plato flexible interior en la base del equipo, la expresión que lo describe es:

$$F_{dr} = Kf_{lex} (X_2 - X_1) + \omega^2 m_{int} X_1 \quad (5.1)$$

Donde:

F_{dr} = fuerza aplicada por el vibrador. N

Kf_{lex} = rigidez del plato flexible, MN/m

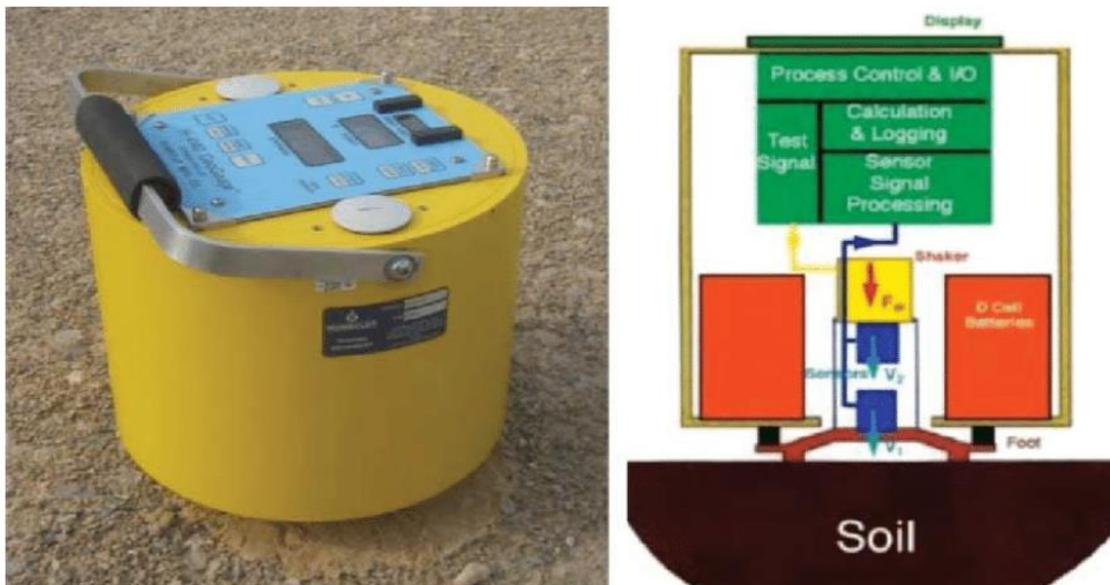
X_2 = desplazamiento en el plato flexible. m

X_1 = desplazamiento en el apoyo rígido del equipo. M

ω = $2\pi f$, donde f es la frecuencia, Hz.

m_{int} = masa de los componentes internos unidos al apoyo rígido, incluyendo el apoyo rígido, Kg.

Figura 1.11. equipo Geogauge



Fuente: Mario Quintana - Ferreira

K_{gr} = se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$K_{gr} = \frac{Fdr}{X1}$$

Procedimiento ASTM 6758

1.0 Pautas para asentar el pie:

- 1.1** antes de asentar el pie, cepille ligeramente cualquier material suelto lejos del lugar de la prueba. La superficie no necesita ser nivelado si el medidor puede sostenerse por sí solo. si la nivelación es necesario, raspar la superficie con una pala de punta cuadrada sobre la superficie.
- 1.2** Para proporcionar una tensión constante en el suelo para cada medición, al menos el 60% de la superficie del anillo del pie debe sentarse o hacer contacto con el suelo. La cantidad de contacto superficial se estima visiblemente a partir de la huella dejada por el pie cuando el aparato se levanta del suelo después de realizar la medición tomada.
- 1.3** Si la huella no se puede ver fácilmente, ayude al asentamiento del pie como se describe en 1.4.
- 1.4** Si el requisito de 1.2 no se puede cumplir debido a una superficie es dura y suave, aplique una capa fina de arena limpia y húmeda de aproximadamente 3,0 a 6,0 mm (1/8 a ¼ pulg.) de espesor, en la ubicación de la prueba, dar palmaditas con firmeza y colocar el sobre la arena,
- 1.5** Se sugiere la práctica de asentar el pie como se describe arriba en cada sitio antes de cualquier medición real o cada tiempo cambian las condiciones de la superficie del suelo. Además, siga las recomendaciones del fabricante según corresponda.

2.0 Medida e Rigidez

- 2.1** asegúrese de que el pie este limpio y libre de tierra y otros escombros.
- 2.2** encienda el aparato.

- 2.3** Asiente el pie según las direcciones de 1.
- 2.4** Asegúrese de que la carcasa externa del aparato no entra en contacto con una pared de zanja, tubería o cualquier otro objeto.
- 2.5** Inicie la medición. El aparato debe estabilizarse en cada frecuencia. El agitador impartirá una fuerza al pie del aparato (ver fig. 1). La rigidez se calcula en cada frecuencia midiendo y comparando las velocidades de los dos sensores (ver 5.3). cuando la rigidez se calcula en frecuencia absolutas, se calcula rigidez promedio sobre la frecuencia y se muestra en MN/mo klf/im. Usando el radio del pie y un valor seleccionado por el uso de la relación de Poisson, un módulo de Young puede calcularse y visualizarse (ver4.5).
- ✓ NOTA 2 – sección 4.5 con su ecuación adjunta de Poulos y Davis (3) proporciona un medio para determinar un modulo utilizando una fuerza aplicada.
- 2.6** Retire el aparato del lugar de prueba e inspeccione la huella según las pautas.
- ✓ Si el contacto no es adecuado preparar la superficie con arena, según 1.3, y rehacer la medición. Si el contacto fue adecuado, registre el valor de rigidez y si se utiliza, el valor seleccionado por el usuario de razón de Poisson y modulo calculado.

3.6. Método de Análisis de Datos

En vista de que la investigación es **cuantitativo - experimental**, los resultados serán expresados numéricamente y con **datos estadísticos** a través de diagramas, cuadros comparativos y gráficos de barras, los cuales serán obtenidos de las fichas de medición tomadas por los ensayos de laboratorio, el estudio de datos, los resultados que se obtendrán en Excel para poder compararlo con las hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos Éticos

El indagador asume el compromiso de cumplir con la veracidad, confiabilidad de los instrumentos utilizados, asimismo velar por los derechos de autor debidamente citadas para teorías utilizadas en la investigación, asimismo se compromete a pasar un filtro por **Turnitin** garantizando la minoría de similitud con otras investigaciones o páginas web.

En el proceso de la presente investigación, se debe tener en consideración los siguientes principios éticos:

Con respecto a la beneficencia, en este trabajo de investigación se velará por el beneficio en la calidad de vida de los usuarios de la Avenida la Cultura.

Con respecto a la no maleficencia, El desarrollo de esta tecnología no afecta a la sociedad ni se utilizan dispositivos o métodos que perjudiquen más allá de las normas estandarizadas internacionales, las mismas que se rigen dentro de la salud e integridad de las personas

Con respecto a la autenticidad, el trabajo de investigación se encuentra regido bajo las normas ASTM y con respecto a las citas y referencias de tesis, libros, artículos científicos y artículos periodísticos.

Con respecto a la verdad, los datos obtenidos en los resultados de los análisis serán evidenciados mediante fotografías y guías de laboratorio firmado por una autoridad competente.

Con respecto a la autonomía, el autor empleará sus propias opiniones, criterios e interpretación de los datos teniendo como base a los antecedentes mencionados en el marco teórico.

Y, por último, con respecto al compromiso y la responsabilidad, el autor asumirá todas las responsabilidades de esta investigación y se comprometerá a cumplir con todo lo estipulado en el procedimiento de la investigación.

IV. RESULTADOS

UNESCO (2020), informa que debido a la gran pandemia que se atraviesa a nivel mundial, existe más del 91.3% (dato estadístico) de la población estudiantil entre colegios y universidades a nivel mundial. Motivo por el cual, el avance de investigación, en lo que concierne al desarrollo del proyecto de investigación (desarrollo de ensayos respecto al tema de cada investigador), se vio afectada por este virus denominado covid-19. Como consecuencia, se anunció cuarentena en estado de emergencia a nivel nacional, mensaje que fue manifestado por los presidentes de la república Martín Alberto Vizcarra Cornejo y Francisco Sagasti Hochhauslersto; es imposible trasladarse en cualquier medio de transporte, como resultado y por prioridad del estado de salud de uno mismo y de las personas en general, se opta por acatar las medidas sugeridas por el estado peruano. En vista de la problemática que afronta el país, la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO se pronuncia emitiendo una resolución el mismo que menciona lo siguiente:

“[...] Que, mediante la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD, se aprueba “Criterios para la supervisión de la adaptación de la educación no presencial, con carácter excepcional, de las asignaturas por parte de las universidades y escuelas de posgrado como consecuencia de las medidas para prevenir y controlar el COVID-19” [...] Que, mediante Resolución de Consejo Universitario N° 0092-2020/UCV, se aprueba los “Lineamientos para la adaptación de la educación remota con carácter excepcional de las experiencias curriculares presenciales [...]”

Por ese motivo, teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, la investigación se adaptará al nuevo esquema de Guía de productos de investigación 2020. Razón por la cual, el presente capítulo se expondrán resultados obtenidos mediante citas a autores de libros, investigaciones, artículos científicos, tesis que presenten instrumentos fiables el cual permitan mejorar la problemática en la presente investigación, de manera que sea válida y confiable. Por esto, Baechle T. y Earle definen la validez como una prueba que mide lo que pretende medir, es decir, la característica más relevante de una prueba, refiriéndose a una validez relativa y/o racional, que es la medida en que los resultados de las pruebas se asocian con alguna otra medida de la misma (Chapillique Li 2020).

La presente investigación, resuelve que efectivamente existe un aumento de rigidez aumentando la Geomalla biaxial de multifilamentos de poliéster. Con lo dicho anteriormente se puede dar certeza que lo investigado concuerdan con lo resultados.

En los casos investigados, se ha evidenciado que en promedio existe más espesores en secciones reforzadas que geomallas. En otro orden de ideas, el uso de geomallas biaxiales ha permitido reducir los costos de ejecución.

4.1. Resultados de caracterización de materiales

- **Material: asfalto**

El asfalto es un material muy impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes, presenta las propiedades ideales para la construcción de pavimentos cumpliendo las siguientes funciones

- Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndose poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua.

Figura 1.12. Colorado de asfalto



Fuente: propia

- **Material: Geomalla biaxial**

Las geomallas biaxiales están para incrementar relacionarse con suelos y agregados pétreos, proporcionándoles alta resistencia a la tensión y alto módulo de deformación a las estructuras que conforman en el pavimento flexible. Las fibras de Geomalla son elaboradas con el exclusivo Multifilamento G5 de poliéster de alta tenacidad (PET) que le otorga mayor rigidez dimensional y la protección necesaria en su instalación.

Figura 1.13. geomalla biaxial



Fuente: propia

4.2. **Equipo utilizado para el ensayo de CBR in situ y Deflexión**

- **Equipo Geogauge.**

En otras palabras, el Geogauge es un equipo sencillo de utilizar y que a la vez puede ser empleado en lugares estrechos o de difícil acceso obteniendo resultados positivos y precisos durante el proceso de mejora de un suelo cualquiera. Narvaez Espinoza, M. E. (2017).

- **CBR in situ con el método Eléctrico – Mecánico ASTM D 6758 (Geogauge).**

Objetivo:

Este método se emplea para la determinación del CBR en el lugar (in situ), utilizando un equipo denominado Densímetro Eléctrico o Geogauge.

Definición:

El Geogauge fabricado por Humboldt, está dirigido a cubrir una necesidad existente desde que la calidad paso a ser un importantísimo factor a considerar en la construcción de obras sobre tierra.

El medidor de rigidez de Humboldt o Geogauge es un instrumento portátil que proporciona un método rápido, sencillo y preciso para medir directamente la rigidez y el modulo, dos propiedades mecánicas claves en la compactación de suelos. También proporciona medios alternativos para estimar la reacción de la subrasante, CBR y densidad del suelo.

La necesidad para un mejor control en el proceso de construcción mediante los mismos parámetros que fueron utilizados para un diseño de:

- ✓ La rigidez es utilizada para asegurar la transferencia uniforme y efectiva de cargas desde el pavimento a la base, sub base y subrasante.
- ✓ El modulo es usado para asegurar que cada componente del suelo permite al sistema de autopista funcionar como es requerido.

Figura 1.14. medición del CBR in- situ



Fuente: propia

4.3. Procedimiento:

1.0 Pautas para asentar el pie:

- 1.1** antes de asentar el pie, cepille ligeramente cualquier material suelto lejos del lugar de la prueba. La superficie no necesita ser nivelado si el medidor puede sostenerse por sí solo. si la nivelación es necesario, raspar la superficie con una pala de punta cuadrada sobre la superficie.
- 1.2** Para proporcionar una tensión constante en el suelo para cada medición, al menos el 60% de la superficie del anillo del pie debe sentarse o hacer contacto con el suelo. La cantidad de contacto superficial se estima visiblemente a partir de la huella dejada por el pie cuando el aparato se levanta del suelo después de realizar la medición tomada.
- 1.3** Si la huella no se puede ver fácilmente, ayude al asentamiento del pie como se describe en 1.4
- 1.4** Si el requisito de 1.2 no se puede cumplir debido a una superficie es dura y suave, aplique una capa fina de arena limpia y húmeda de aproximadamente 3,0 a 6,0 mm (1/8 a ¼ pulg.) de espesor, en la ubicación de la prueba, dar palmaditas con firmeza y colocar el sobre la arena

2.0 Medida e Rigidez

- 2.1** asegúrese de que el pie este limpio y libre de tierra y otros escombros.
- 2.2** encienda el aparato.
- 2.3** Asiente el pie según las direcciones de 1.
- 2.4** Asegúrese de que la carcasa externa del aparato no entra en contacto con una pared de zanja, tubería o cualquier otro objeto.
- 2.5** Inicie la medición. El aparato debe estabilizarse en cada frecuencia. El agitador impartirá una fuerza el pie del aparato (ver fig. 1). La

rigidez se calcula en cada frecuencia midiendo y comparando las velocidades de los dos sensores (ver 5.3). cuando la rigidez se calcula en frecuencia absolutas, se calcula rigidez promedio sobre la frecuencia y se muestra en MN/mo klb/in. Usando el radio del pie y un valor seleccionado por el uso de la relación de Poisson, un módulo de Young puede calcularse y visualizarse (ver4.5).

- ✓ NOTA 2 – sección 4.5 con su ecuación adjunta de Poulos y Davis (3) proporciona un medio para determinar un módulo utilizando una fuerza aplicada.

2.6 Retire el aparato del lugar de prueba e inspeccione la huella según las pautas.

- ✓ Si el contacto no es adecuado preparar la superficie con arena, según 1.3, y rehacer la medición. Si el contacto fue adecuado, registre el valor de rigidez y si se utiliza, el valor seleccionado por el usuario de razón de Poisson y modulo calculado.

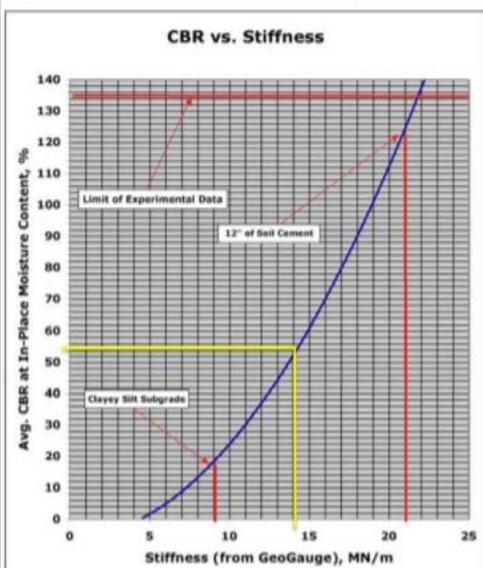
4.4. Resultados del experimento con equipo de Geogauge de CBR in situ y deflexión sin Geomallas biaxiales.

En esta parte tenemos los resultados de CBR in situ y la deflexión que se tomó en la AV. De la Cultura desde el 4to paradero de San Sebastián hasta el paradero de Enaco sin la Geomalla biaxial de poliéster de alta tenacidad.

CBR IN SITU-SIN GEOMALLA:

CBR (In Situ)		
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR		
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	FECHA: 15/03/2021
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PRUEBA N°: 1
		PROGRESIVA:

Nº	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	14.4	55.07



CBR vs. Stiffness

$CBR = 0,0039(8,672KG)^2 - 5,75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

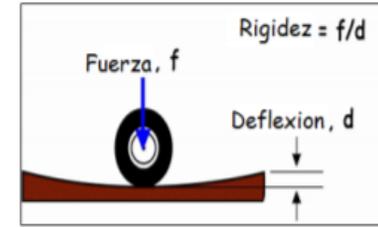


CBR In Situ :	55.067
----------------------	---------------

DEFLEXIÓN SIN GEOMALLA:

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)	
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)	
OBRA:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
DISTRITO:	CUSCO
PROVINCIA:	CUSCO
DEPARTAMENTO:	CUSCO
SOLICITANTE:	MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO
FECHA:	15/03/2021
PRUEBA N°:	1
PROGRESIVA:	





$Rigidez = f/d$

T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	14.4	4.58
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	14.4	5.69
Eje tandem de llanta doble	15	150000	14.4	10.42
Eje tridem de llanta doble	23	230000	14.4	15.97

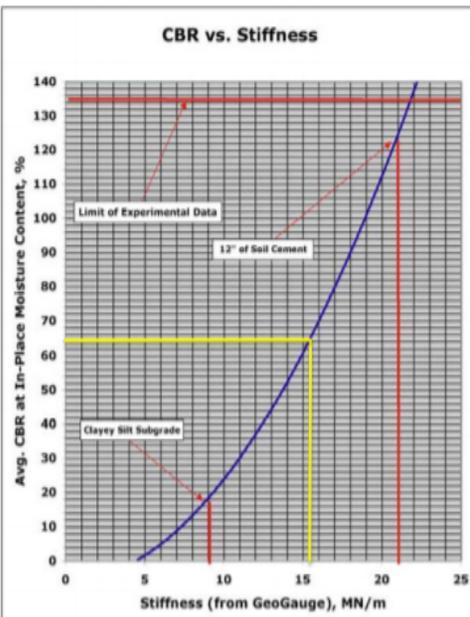
Deflexion Max:	36.67 mm
-----------------------	-----------------



PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA-CUSCO 2020".

CBR (In Situ)	
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR	
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.
FECHA:	15/03/2021
PRUEBA N°:	2
PROGRESIVA:	

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	15.6	65.63



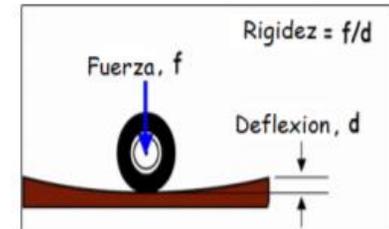
$$CBR = 0,0039(8,672KG)^2 - 5,75$$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 65.626

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA-CUSCO 2020".

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)	
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)	
OBRA:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
DISTRITO:	CUSCO
PROVINCIA:	CUSCO
DEPARTAMENTO:	CUSCO
SOLICITANTE:	MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO
FECHA:	15/03/2021
PRUEBA N°:	2
PROGRESIVA:	



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	15.6	4.23
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	15.6	5.26
Eje tandem de llanta doble	15	150000	15.6	9.62
Eje tridem de llanta doble	23	230000	15.6	14.74

Deflexion Max: 33.85 mm



CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
 H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO **FECHA:** 15/03/2021

SOLICITADO: SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ. **PRUEBA N°:** 3

PROGRESIVA:

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	18.6	95.72

CBR vs. Stiffness

$$CBR = 0,0039(8,672KG)^2 - 5,75$$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 95.718

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO: CUSCO **FECHA:** 15/03/2021

PROVINCIA: CUSCO **PRUEBA N°:** 3

DEPARTAMENTO: CUSCO **PROGRESIVA:**

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

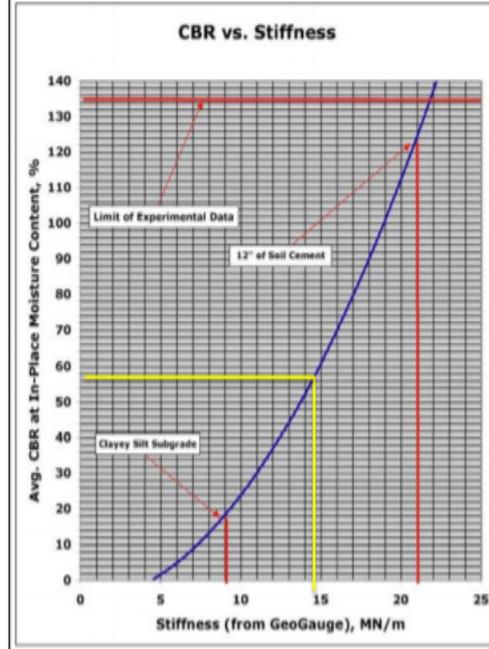
T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	18.6	3.55
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	18.6	4.41
Eje tandem de llanta doble	15	150000	18.6	8.06
Eje tridem de llanta doble	23	230000	18.6	12.37

Deflexion Max:	28.39 mm
-----------------------	-----------------

CBR (In Situ)	
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR	
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.
FECHA:	15/03/2021
PRUEBA N°:	4
PROGRESIVA:	

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	14.73	57.89



CBR = 0.0039(8,672KG)² - 5,75

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 57.887

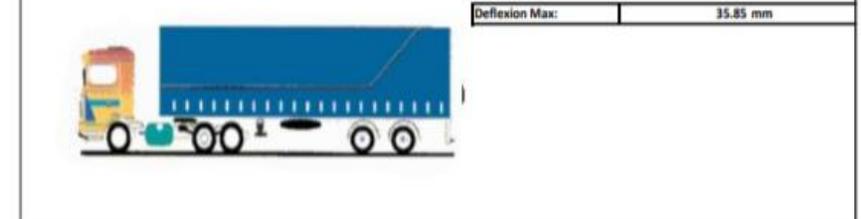
GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)
 ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".		
DISTRITO:	CUSCO	FECHA:	15/03/2021
PROVINCIA:	CUSCO	PRUEBA N°:	4
DEPARTAMENTO:	CUSCO	PROGRESIVA:	
SOLICITANTE:	MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO		



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	14.73	4.48
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	14.73	5.57
Eje tandem de llanta doble	15	150000	14.73	10.18
Eje tridem de llanta doble	23	230000	14.73	15.61



CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO

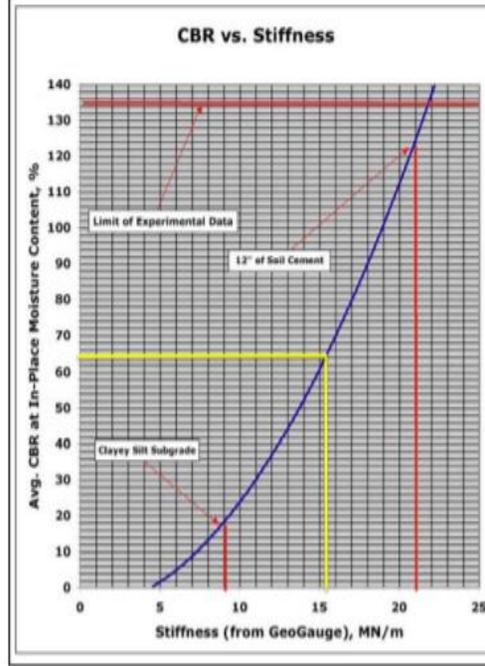
SOLICITADO: SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.

FECHA: 15/03/2021

PRUEBA N°: 5

PROGRESIVA:

Nº	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	15.48	64.53




$CBR = 0,0039(8,672KG)^2 - 5,75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 64.532

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO: CUSCO

PROVINCIA: CUSCO

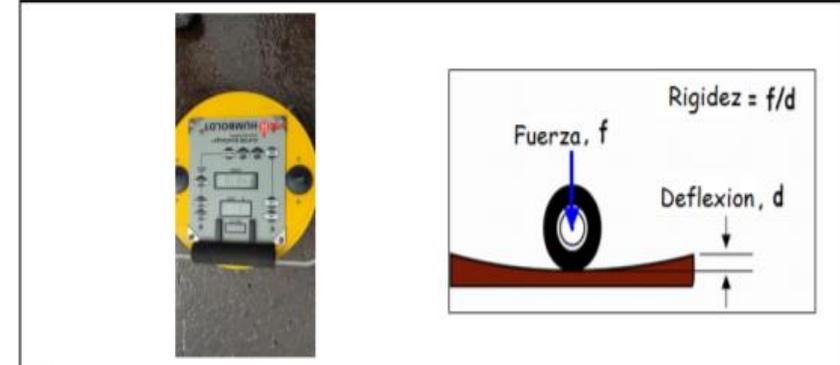
DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

FECHA: 15/03/2021

PRUEBA N°: 5

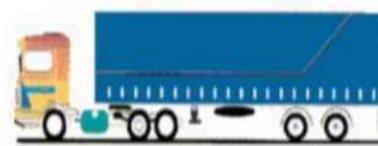
PROGRESIVA:



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	15.48	4.26
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	15.48	5.30
Eje tandem de llanta doble	15	150000	15.48	9.69
Eje tridem de llanta doble	23	230000	15.48	14.86

Deflexion Max: 34.11 mm

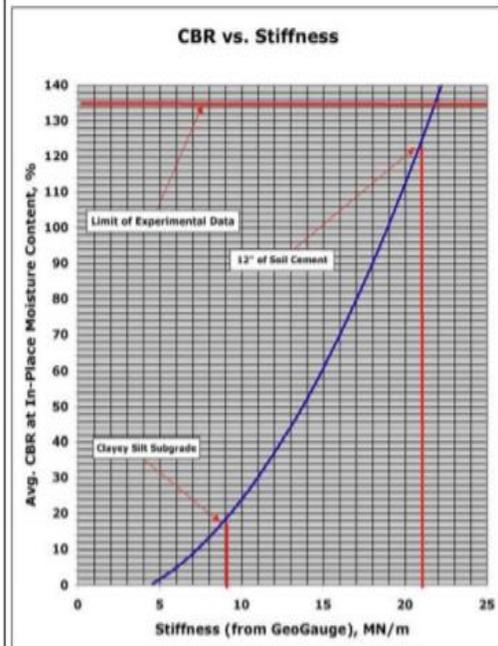


CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO
SOLICITADO: SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.
FECHA: 15/03/2021
PRUEBA N°: 2
PROGRESIVA: CON GEOMALLA

Nº	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	25.4	183.47



$$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

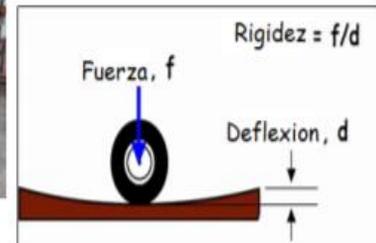
CBR In Situ : 183.472

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
DISTRITO:
PROVINCIA: CUSCO
DEPARTAMENTO: CUSCO
SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO
FECHA: 15/03/2021
PRUEBA N°: 2
PROGRESIVA:

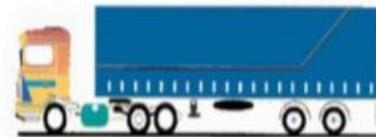
CON GEOMALLA



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	25.4	2.60
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	25.4	3.23
Eje tandem de llanta doble	15	150000	25.4	5.91
Eje tridem de llanta doble	23	230000	25.4	9.06

Deflexion Max: 20.79 mm



CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

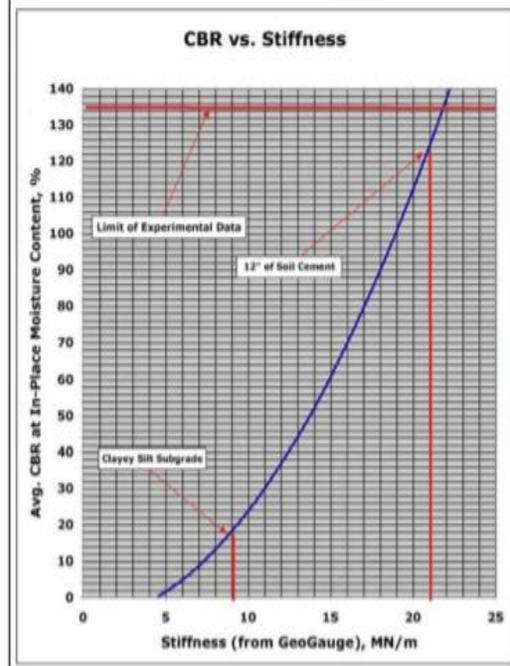
PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO **FECHA:** 15/03/2021

SOLICITADO: SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ. **PRUEBA N°:** 3

PROGRESIVA: CON GEOMALLA

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	22.45	142.07



$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 142.071

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO: CUSCO **FECHA:** 15/03/2021

PROVINCIA: CUSCO **PRUEBA N°:** 3

DEPARTAMENTO: CUSCO **PROGRESIVA:**

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

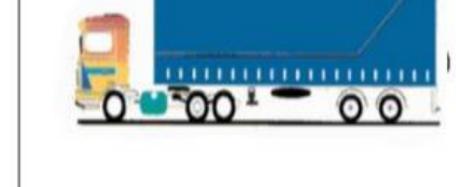
CON GEOMALLA



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	22.45	2.94
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	22.45	3.65
Eje tandem de llanta doble	15	150000	22.45	6.68
Eje tridem de llanta doble	23	230000	22.45	10.24

Deflexion Max: 23.52 mm



PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

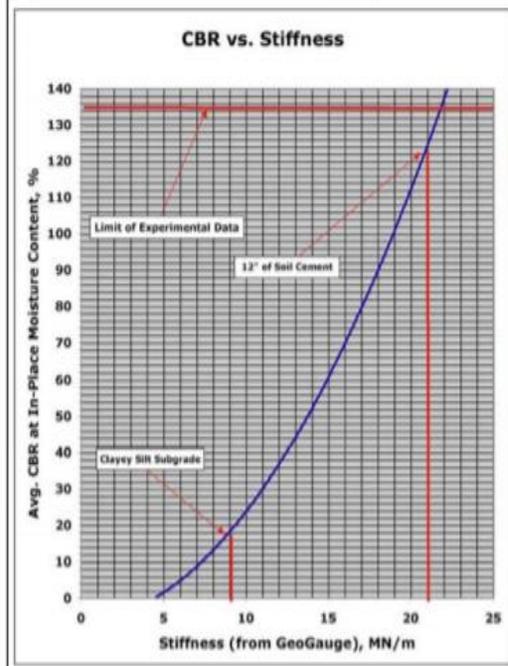
PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO **FECHA:** 15/03/2021

SOLICITADO: SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ. **PRUEBA N°:** 4

PROGRESIVA:
CON GEOMALLA

Nº	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	23.45	155.53



CBR = 0.0039(8.672KG)² - 5.75

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 155.53

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

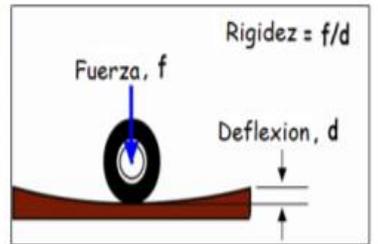
DISTRITO: CUSCO **FECHA:** 15/03/2021

PROVINCIA: CUSCO **PRUEBA N°:** 4

DEPARTAMENTO: CUSCO **PROGRESIVA:**

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

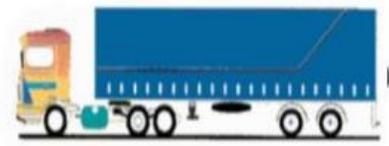
CON GEOMALLA



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	23.45	2.81
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	23.45	3.50
Eje tandem de llanta doble	15	150000	23.45	6.40
Eje tridem de llanta doble	23	230000	23.45	9.81

Deflexion Max: 22.52 mm

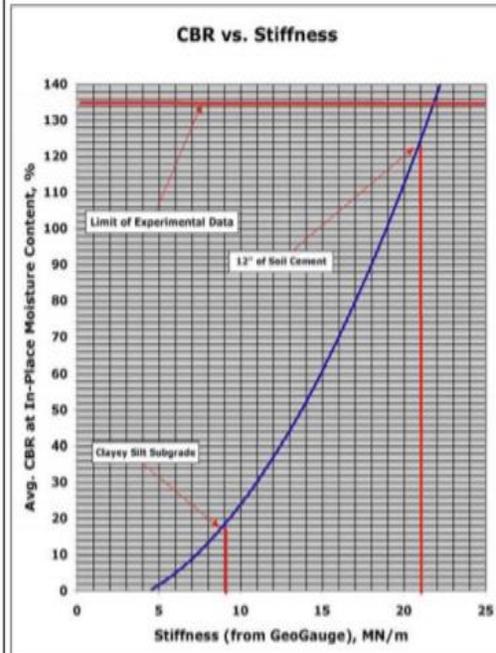


CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
 H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
UBICACIÓN: CUSCO- CUSCO
SOLICITADO: SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.
FECHA: 15/03/2021
PRUEBA N°: 5
PROGRESIVA: CON GEOMALLA

Nº	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	24.75	173.91



$$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$$

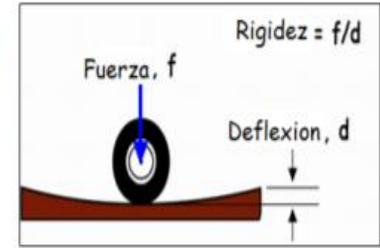
(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 173.911

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

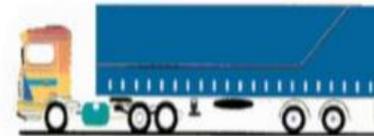
OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAIXAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
DISTRITO: CUSCO
PROVINCIA: CUSCO
DEPARTAMENTO: CUSCO
SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO
FECHA: 15/03/2021
PRUEBA N°: 5
PROGRESIVA: CON GEOMALLA



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	24.75	2.67
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	24.75	3.31
Eje tandem de llanta doble	15	150000	24.75	6.06
Eje tridem de llanta doble	23	230000	24.75	9.29

Deflexion Max: 21.33 mm



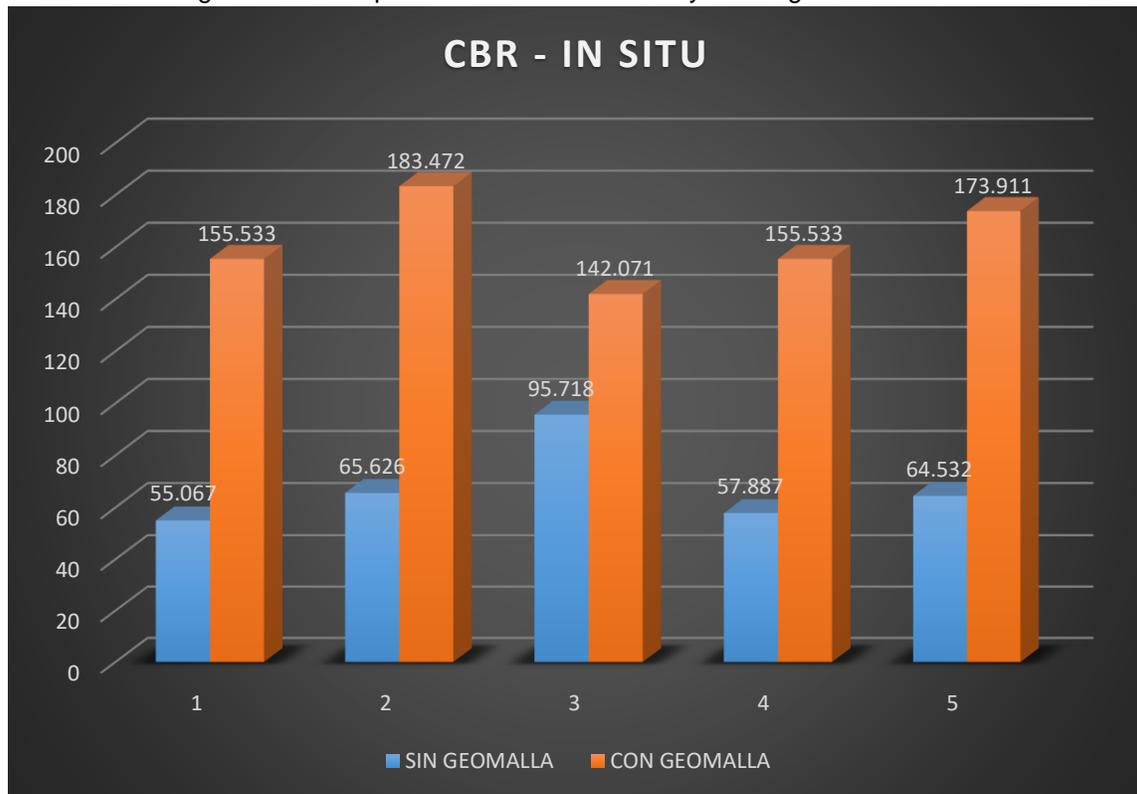
4.6. Cuadro comparativo en un pavimento flexible sin geomalla y con geomalla biaxial de poliéster de alta tenacidad.

Cuadro N° 01: Cuadro comparativo del CBR in situ

N°	CBR		RIGIDEZ		DEFLEXIÓN	
	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA
1	55.067	155.533	14.4	23.45	36.67	22.52
2	65.626	183.472	15.6	25.4	33.85	20.79
3	95.718	142.071	18.6	22.45	28.39	23.52
4	57.887	155.533	14.73	23.45	35.85	22.52
5	64.532	173.911	15.48	24.75	34.11	21.33

FUENTE: PROPIA

Figura 1.15. comparando el CBR in situ sin y con la geomalla biaxial



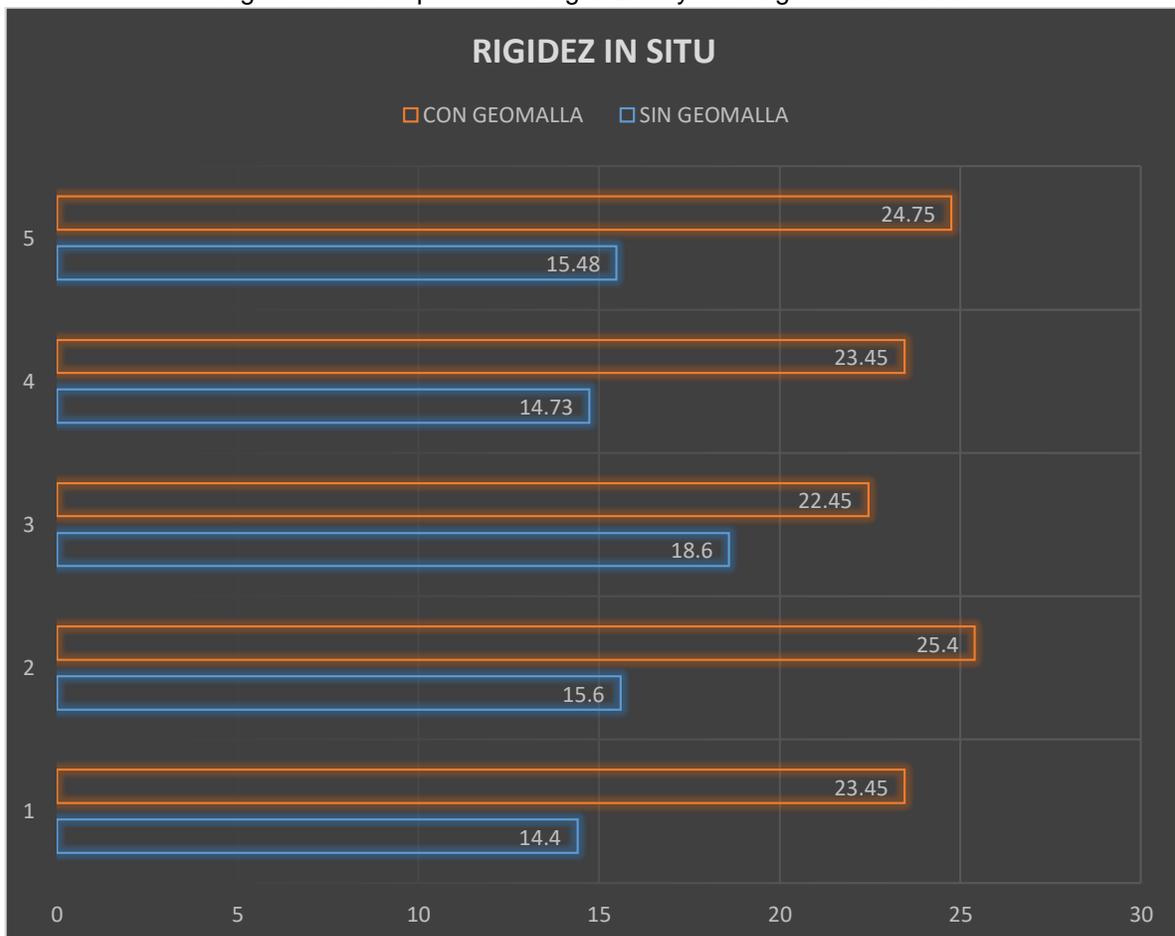
FUENTE: PROPIA

Cuadro N° 02: Cuadro comparativo de la Rigidez

N°	CBR		RIGIDEZ		DEFLEXIÓN	
	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA
1	55.067	155.533	14.4	23.45	36.67	22.52
2	65.626	183.472	15.6	25.4	33.85	20.79
3	95.718	142.071	18.6	22.45	28.39	23.52
4	57.887	155.533	14.73	23.45	35.85	22.52
5	64.532	173.911	15.48	24.75	34.11	21.33

FUENTE: PROPIA

Figura 1.16. comparando la rigidez sin y con la geomalla biaxial



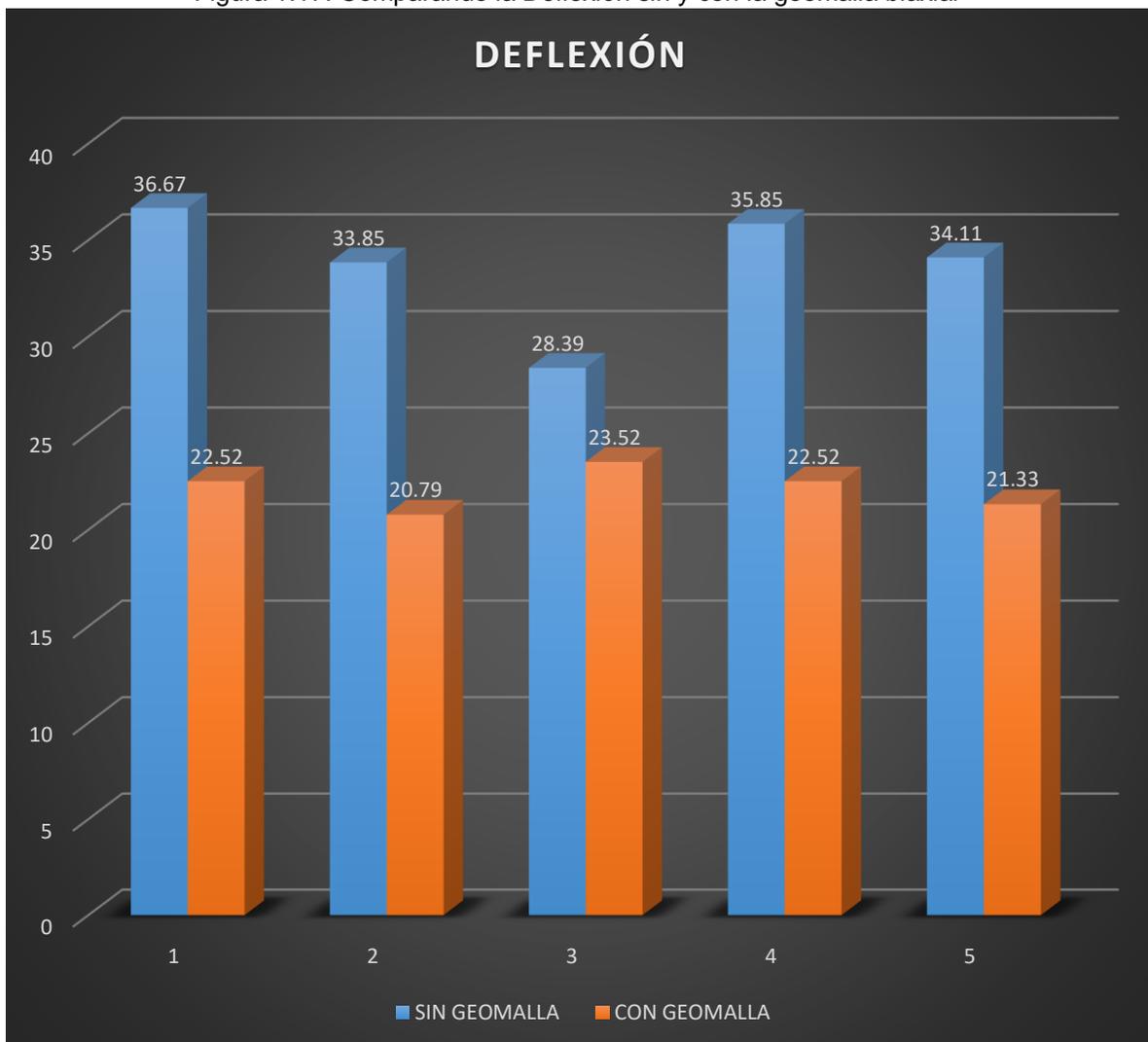
FUENTE: PROPIA

Cuadro N° 03: Cuadro comparativo de la Deflexión

N°	CBR		RIGIDEZ		DEFLECCIÓN	
	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA	SIN GEOMALLA	CON GEOMALLA
1	55.067	155.533	14.4	23.45	36.67	22.52
2	65.626	183.472	15.6	25.4	33.85	20.79
3	95.718	142.071	18.6	22.45	28.39	23.52
4	57.887	155.533	14.73	23.45	35.85	22.52
5	64.532	173.911	15.48	24.75	34.11	21.33

FUENTE: PROPIA

Figura 1.17. Comparando la Deflexión sin y con la geomalla biaxial



FUENTE: PROPIA

V. DISCUSIÓN

Primera discusión:

En la tesis de investigación que se realizó con Geomalla biaxial de poliéster de alta tenacidad obteniendo un buen resultado en la Avenida de la Cultura, teniendo resultados favorables para poder utilizar las geomallas biaxiales de poliéster de alta tenacidad teniendo en cuenta que en dicha avenida de la Cultura es muy alto el tránsito vehicular por lo que se obtuvo un CBR óptimo y obteniendo una mejora en su rigidez y la deflexión de la vía por lo que su duración será más prolongada y económica, se reduce el mantenimiento de la vía, la más beneficiosa es la población, mencionado todo los resultados obtenidos se puede indicar que son semejantes por Ahumada (2018), quien indica en su investigación: “Análisis económico del pavimento flexible con y sin Geomalla en la estructura de la subrasante, vía auxiliar izquierda km 2+000 – 2+300 del Proyecto Línea Amarilla”, quien en sus resultados indica que el material seleccionado permite que supere la resistencia redistribuyendo las cargas. Por medio del empleo de la Geomalla biaxial en una estructura se demostró que es económicamente rentable.

Segunda discusión:

Según el Ing. José Lizárraga (2013) habla de la investigación titulado “Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomalla de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural”, en sus conclusiones generales pone a conocer el control de calidad como los materiales utilizados en la capa asfáltica y del pavimento flexible en general, juegan un papel vital para lograr un producto final adecuado. En ocasiones, no existe la organización, coordinación entre diseñador y constructor, lo que dificulta tener obras de buena calidad, las malas prácticas de construcción y control de calidad llevadas a cabo por contratistas en obras de infraestructura carretera, ocasionan un deterioro o fallas prematuras, debido a que principalmente los espesores de diseño calculados, por lo general son modificados para facilitar su proceso constructivo en campo. En esta parte de control de calidad se tiene un concepto parecido, para tener un mejor control de

calidad se podría utilizar el equipo de Geogauge para poder medir el CBR in situ de los diferentes niveles (Subbase, base y el pavimento flexible), ya que es un instrumento portátil que proporciona un método rápido y preciso para medir directamente la rigidez y deflexión ya que son las dos propiedades mecánicas claves en la compactación; por otro lado tener más dialogo entre el proyectista y el ejecutor de la obra por contrata ya que en distintas oportunidades no se respeta lo que indica en el expediente técnico.

VI. CONCLUSIÓN

Con respecto al objetivo general se ha tomado en cuenta que utilizando la Geomalla biaxial de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad es una opción para reducir el espesor de la nueva carpeta y se alargará el periodo de mantenimiento para más tiempo.

Con respecto al primer objetivo específico, aplicando la Geomalla biaxial **si** mejorara el periodo de mantenimiento, ya que solo se realizará una sola vez al año el mantenimiento y mejorando económicamente.

Con respecto al segundo objetivo específico, aplicando la fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad **si** mejorara el periodo de mantenimiento ya que garantiza la rigidez y su deflexión. En lo económico se tendrá un ahorro ya que el mantenimiento se realizará una vez al año.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la Geomalla biaxial de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad para mejorar los pavimentos flexibles en otras regiones del Perú, ya que se puede minimizar el espesor de una nueva carpeta.

Se recomienda utilizar las geomallas biaxiales de distintos tipos y características en distintas regiones del Perú, teniendo en cuenta el clima y el tipo de suelo que tiene cada región del Perú.

Se recomienda utilizar la fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad para mejorar el mantenimiento de una vía ya que eleva su rigidez y deflexión a nivel nacional y teniendo un ahorro en material.

REFERENCIA

1. **Ahumada, Lenny en su proyecto de investigación** Análisis económico del pavimento flexible con y sin geomalla en la estructura de la subrasante, vía auxiliar izquierda km. 2+000 – 2+300 del proyecto línea amarilla. (tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
2. **Alvarado, S. (2012).** Análisis técnico sobre el uso de Geomallas de refuerzo para la pavimentación y repavimentación de carreteras. (Tesis pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/61000657.pdf>.
3. **Caballeros, E. en su investigación** Utilización de la Geomalla como Refuerzo de la Estructura del Pavimento Flexible. (Tesis Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
4. **Chávez, D., & Ruíz, F. (2019).** Evaluación Técnico Económica Utilizando Geomallas y Afirmado en Cimentaciones Superficiales, Caso: Lote 37 De La Urb. Brisas De Oquendo – Callao. (Tesis pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
5. http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3084/CIV-T030_46567714_T%20%20%20CH%c3%81VEZ%20PEJERREY%20DANIEL%20ERNESTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. **Flores, U., Garcia, C., & Jose, M.** En su investigación Diseño de una base emulsificada, para la recuperación de pavimento asfáltico mediante reciclado in situ. (*Tesis pregrado*). Universidad de El Salvador, Santa Ana, El Salvador 2012.
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15312/1/DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20BASE%20EMULSIFICADA%2C%20PARA%20LA%20RECUPERACION%20DE%20PAVIMENTO%20ASFALTICO%20MEDIANTE%20RECICLADO%20I.pdf>

7. **GeoSistemas. (2015).** Geomalla uniaxiales tejidas, flexible para refuerzo de suelos, de alta tenacidad y baja fluencia Fortrac. Obtenido de geosistemas.cl: <https://www.geosistemas.cl/geo-productos/geomallas-uniaxial-flexibles-fortrac/>
8. **Gil, J. (2016).** *Técnicas e instrumentos para la recogida de información.* España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
9. **Gonzales, I. (9 de abril de 2020).** *Pavimentos asfálticos.* Obtenido de frapial.com: <https://www.frapial.com/post/mezcla-asf%C3%A1ltica-en-caliente>
10. **Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014).** Metodología de la investigación. México: McGRAW HILL.
11. **Huertas, M., & Santos, N. (2018).** Guía metodológica del proceso constructivo de un pavimento flexible. Obtenido de Universidad Piloto de Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/PROCESOCONSTRUCTIVO>.
12. **Instituto Textil Nacional.** (23 de septiembre de 2020). *Geotextiles.* Obtenido de institutotextilnacional.com: <https://www.institutotextilnacional.com/2020/09/23/geotextiles/>
13. **Lizárraga, Jose.** En su investigación Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geomalla de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural. (Tesis posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2013/octubre/0704215/0704215.pdf>
14. **Narvaez, M. (2017).** Estudios comparativos del grado de compactación y módulo para evaluar la respuesta mecánica en rellenos estructurales. (Tesis pregrado). Unidad Académica de Ingeniería Civil, Machala. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11604/1/TTUAIC_2017_IC_CD0010.pdf.

- 15. Novoa, L. (2017).** Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017. (Tesis pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16639/Novoa_FL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 16. Otero, A. (agosto de 2018).** *Enfoques de investigación*. Obtenido de researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION
- 17. Ozten, T., & Manterola, C. (2017).** Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 227-232.
- 18. Ucha, F. (agosto de 2010).** *Definición de Asfalto*. Obtenido de definicionabc.com: <https://www.definicionabc.com/general/asfalto.php>
- 19. Vargas, J., Moncayo, M., Córdova, J., Maza, C., Barzola, I., Velasco, G., . . . Lucio, S. (2017).** La Geomalla como Elemento de Refuerzo en Pavimentos Flexibles. *Ingeniería Revista Académica*, 63-71.
- 20. Zúñiga, R. (junio de 2015).** *Mezcla asfáltica en caliente*. Obtenido de Laboratorio Nacional de Viabilidad: <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Mezclas%20Asf%C3%A1lticas.pdf>

ANEXO 01. Matriz de Operacionalización de Variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	PERIODO DE MANTENIMIENTO EN PAVIMENTO FLEXIBLE	García (2019), la prueba estructural del pavimentos asfálticos consiste, fundamentalmente, en tomar la determinación de la capacidad portante del sistema del pavimento-subrasante en una estructura vial existente, en algún momento de su vida de servicio, para establecer y cuantificar las exigencias de rehabilitación, cuando el pavimento se aproxima al término de su vida útil o cuando el pavimento va a modificar su función.	Serán utilizados como indicador de la durabilidad del pavimento	DURABILIDAD DEL PAVIMENTO	PERIODO CALCULADO	Días, Meses, Años
	FIBRA DE MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER	Umacon (2016) o la Federal Trade Commission de USA las define como "fibras químicas cuya sustancia formadora es un polímero sintético de cadena larga que contiene un mínimo del 85% en peso de un éster de un diol y del ácido tereftálico"	Serán utilizados como materia prima para la Geomalla biaxial	DEFLEXIÓN DE LOS MATERIALES Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES	GEOGAUGE - Método Electro-Mecánico ASTM D6758	mm
DEPENDIENTE	GEOMALLA BIAXIAL	Según Castro [et al.] (2018) Especialmente una estructura para la estabilización y refuerzo del suelo. Son elaboradas por un método patentado de extrusión y posteriormente estiradas de forma biaxial para incrementar sus características a la tensión proporcionando igualdad de puntos fuertes en las direcciones transversales haciéndolas adecuadas para aplicaciones en las que pueden producirse tensiones en cualquier dirección.	Serán utilizados como reforzamiento del pavimento para su larga duración		CBR In SITU con GEOGAUGE	Kg(Rigidez en MN/m)

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 02. Matriz de Consistencia

TÍTULO:		MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA DE MULTIFILAMENTOS DE POLIÉSTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA – CUSCO 2020					
AUTOR:		SERGIO ROGER HUAHUALUQUE VALDEZ					
	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	¿De qué manera la geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad puede aumentar el periodo de mantenimiento en pavimentos flexibles de la Av. la Cultura Cusco?	Analizar si la aplicación geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad Mejora el periodo de mantenimiento en la av. De la cultura - cusco	La geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad aumenta el periodo de mantenimiento en pavimentos flexibles de la AV. la Cultura Cusco de manera eficiente	Variable Dependiente: PERIODO DE MANTENIMIENTO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	ESTABILIZACION FISICA	APLICACIÓN DE GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA DE MULTIFILAMENTOS DE POLIÉSTER	Método de investigación
							Método Científico
ESPECÍFICOS	De qué manera la aplicación de la geomalla biaxial mejorara el periodo de mantenimiento de la av. De la cultura – Cusco.	Determinar si la geomalla biaxial mejora el periodo de mantenimiento de la Av. de la cultura – Cusco.	El uso de la Geomalla biaxial aumentara en un 60% en el periodo de mantenimiento de la av. De la cultura.	Variable Independiente: GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA DE MULTIFILAMENTOS DE POLIÉSTER	DEFLEXION DE LOS MATERIALES	GEOGAUGE - Método Electro-Mecánico ASTM D6758	Diseño de investigación
							Tipo Experimental
							Enfoque de investigación
	De qué manera la aplicación fibra de multifilamentos de poliéster mejorara el periodo de mantenimiento de la av. De la cultura – Cusco.	Determinar si la fibra de multifilamentos de poliéster mejora el periodo de mantenimiento de la Av. de la cultura – Cusco.	El uso de la aplicación fibra de multifilamentos de poliéster aumentara en un 40% en el periodo de mantenimiento de la av. De la cultura.				Enfoque Cuantitativo
	¿De qué manera la geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad reducirá el impacto negativo que se genera sobre el pavimento?	Determinar geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad reducirá el impacto negativo que se genera sobre el pavimento	La Geomalla biaxial con fibra de multifilamentos de poliéster de alta tenacidad reducirá el impacto negativo que se genera sobre el pavimento permanentemente				Tipo de investigación
							Tipo Aplicada
						Nivel de investigación	
						Tipo Descriptivo	

Fuente: Elaboración propia



CBR IN SITU-SIN GEOMALLA:

CBR (In Situ)		
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)		
H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020'.	
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	FECHA: 15/03/2021
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PRUEBA N°: 1
		PROGRESIVA:
N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	14,4	55.07



CBR = 0,0039(8,672KG)² - 5,75

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Aishibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 55.067



Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES
 CIP 11 18442

UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)	
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR	
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.
	FECHA: 15/03/2021 PRUEBA N°: 2 PROGRESIVA:

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	15.6	65.63

$$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA 04/385).

CBR In Situ :	65.626
----------------------	---------------

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES
CIP 18444

UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAJIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)

ASTM D4758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
N-4149 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAJIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	FECHA:	15/03/2021
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	PRUEBA N°:	3
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PROGRESIVA:	

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	18.6	95.72

$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazza, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 95.718

Ing. Evilliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAL TERRESTRES
 CIP. 18-11-1

Anexo 06: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en Paradero Santa Rosa

UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
H-4146 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	FECHA:	15/03/2021
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	PRUEBA N°:	4
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PROGRESIVA:	

N°	KG (Rígidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	14.73	57.89

$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

[Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekram Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA-04/385].

CBR In Situ :
57.887

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VIAS "FRESTHES"
CIP - 18443

Cusco: Urb. Ttlo- Calle Perú N-13-Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 24 27 00, RPC: 987 252 150, RPM N 959 646 496 Cel. Claro: 984351760.
Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC. Mza. "A", Lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

61

Anexo 07: Resultado del CBR in situ sin Geomalla en paradero Enaco

UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
N-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	FECHA:	15/03/2021
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	PRUEBA N°:	5
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PROGRESIVA:	

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	15.48	64.53

$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E., Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ :
64.532

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
ENGE. TÉCNICO VIAL Y FERROVIARIO
CIP 18-...

UNITEST- UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

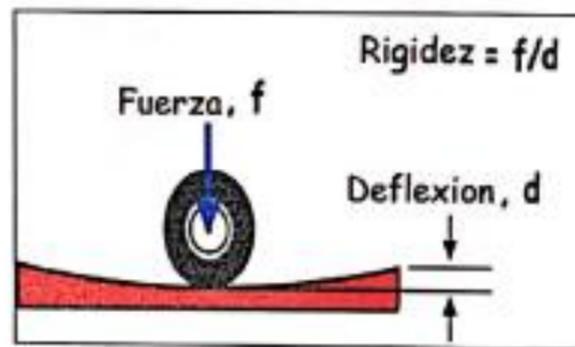
DEFLEXIÓN SIN GEOMALLA:

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)
 ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO: CUSCO
PROVINCIA: CUSCO
DEPARTAMENTO: CUSCO
SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

FECHA: 15/03/2021
PRUEBA N°: 1
PROGRESIVA:



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	14.4	4.58
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	14.4	5.69
Eje tandem de llanta doble	15	150000	14.4	10.42
Eje tridem de llanta doble	23	230000	14.4	15.97

Deflexion Max: 36.67 mm




 Ing. Ewaldino Alvarez Espinoza
 ING. CIVIL INGENIERIA
 EN DE TECNICIA VIA Y RESERVES
 CIP

Anexo 09: Resultado de la deflexión sin Geomalla en 5to paradero – San Sebastián

UNITEST- UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

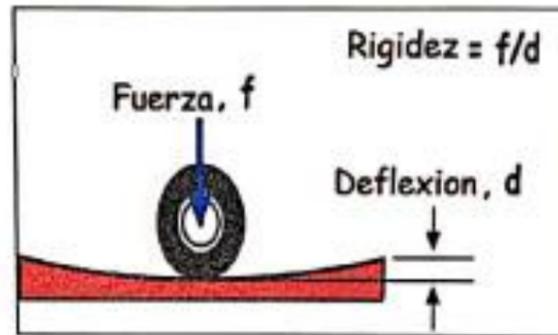
PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIÉSTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)
 ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIÉSTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO: CUSCO
PROVINCIA: CUSCO
DEPARTAMENTO: CUSCO
SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

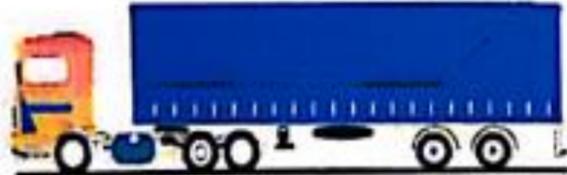
FECHA: 15/03/2021
PRUEBA N°: 2
PROGRESIVA:



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	15.6	4.23
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	15.6	5.26
Eje tandem de llanta doble	15	150000	15.6	9.62
Eje tridem de llanta doble	23	230000	15.6	14.74

Deflexion Max: 33.85 mm




 Ing. Emiliano Alvarez Escallante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIE 184222

UNITEST- UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020"

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)
 ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

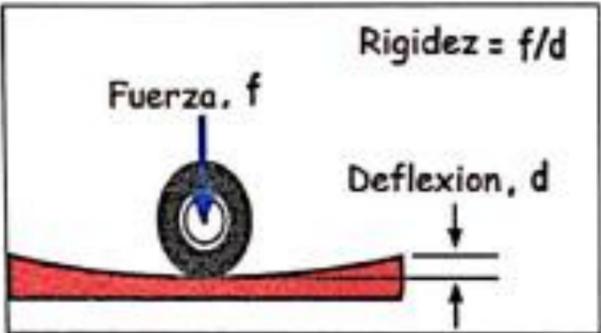
OBRA:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".		
DISTRITO:		FECHA:	15/03/2021
PROVINCIA:	CUSCO	PRUEBA N°:	3
DEPARTAMENTO:	CUSCO	PROGRESIVA:	
SOLICITANTE:	MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO		

T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia [Tn]	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	18.6	3.55
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	18.6	4.41
Eje tandem de llanta doble	15	150000	18.6	8.06
Eje tridem de llanta doble	23	230000	18.6	12.37

Deflexion Max: 28.39 mm

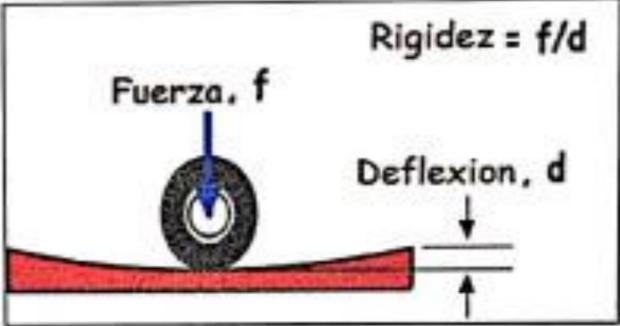
Ing. Emiliano Alvarez Estalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y OBRAS DE FERRETERIA
C.M. 18000

 UNITEST- UNIVERSAL TESTING LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES																											
PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAJIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".																											
GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)																											
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)																											
OBRA: DISTRITO: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: SOLICITANTE:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAJIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020". CUSCO CUSCO MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO																										
	FECHA: 15/03/2021 PRUEBA N°: 4 PROGRESIVA:																										
																											
T= 21 °C																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de eje</th> <th>Carga de equivalencia de referencia (Tn)</th> <th>Fuerza (N) F=Carga*g</th> <th>Rigidez (MN/m)</th> <th>Deflexion (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eje simple de llanta simple</td> <td>6.6</td> <td>66000</td> <td>14.73</td> <td>4.48</td> </tr> <tr> <td>Eje simple de llanta doble</td> <td>8.2</td> <td>82000</td> <td>14.73</td> <td>5.57</td> </tr> <tr> <td>Eje tandem de llanta doble</td> <td>15</td> <td>150000</td> <td>14.73</td> <td>10.18</td> </tr> <tr> <td>Eje tridem de llanta doble</td> <td>28</td> <td>280000</td> <td>14.73</td> <td>15.61</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)	Eje simple de llanta simple	6.6	66000	14.73	4.48	Eje simple de llanta doble	8.2	82000	14.73	5.57	Eje tandem de llanta doble	15	150000	14.73	10.18	Eje tridem de llanta doble	28	280000	14.73	15.61
Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)																							
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	14.73	4.48																							
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	14.73	5.57																							
Eje tandem de llanta doble	15	150000	14.73	10.18																							
Eje tridem de llanta doble	28	280000	14.73	15.61																							
	<table border="1"> <tr> <td>Deflexion Max:</td> <td>35.85 mm</td> </tr> </table>		Deflexion Max:	35.85 mm																							
Deflexion Max:	35.85 mm																										
																											



 Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y MAS TERRESTRES

Anexo 12: Resultado de la Deflexión sin Geomalla en paradero Enaco

 UNITEST-UNIVERSAL TESTING LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES			
PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA-CUSCO 2020".			
GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)			
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)			
OBRA:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".		
DISTRITO:	CUSCO	FECHA:	15/03/2021
PROVINCIA:	CUSCO	PRUEBA N°:	5
DEPARTAMENTO:	CUSCO	PROGRESIVA:	
SOLICITANTE:	MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO		
			
T= 21 °C			
		Deflexion Max: 34.11 mm	
			

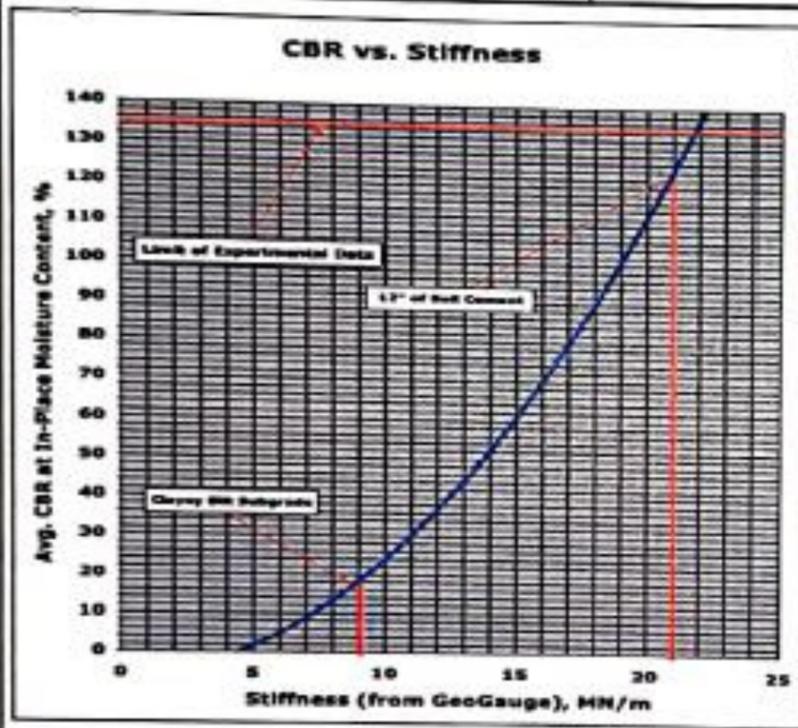

 Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR IN SITU-CON GEOMALLA:

CBR (In Situ)		
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR		
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	FECHA: 15/03/2021
		PRUEBA N°: 1
		PROGRESIVA: CON GEOMALLA
N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	23.45	155.53



$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E., Munir Nazza, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ : 155.533

Ing. Ercilio Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA VIAS TERRESTRES
 CIP 18442

UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)		
ASTM D6788 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR		
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	
	FECHA: 15/03/2021 PRUEBA N°: 2 PROGRESIVA: CON GEOMALLA	
N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	25.4	183.47

$$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ :
183.472

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES
CIP 184...

Cusco: Urb. Ttlo- Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 24 27 00, RPC: 987 252 150, RPM # 959 646 496 Cel. Claro: 984351760.
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC. Mza. "A", Lote 8.
 www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

69

UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020"

CBR (In Situ)

ASTM D4758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)
H-4140 – Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR

PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020"	FECHA:	15/03/2021
UBICACIÓN:	CUSCO- CUSCO	PRUEBA N°:	3
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PROGRESIVA:	CON GEOMALLA

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	22.45	142.07

$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

(Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazzal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385).

CBR In Situ :
142.071

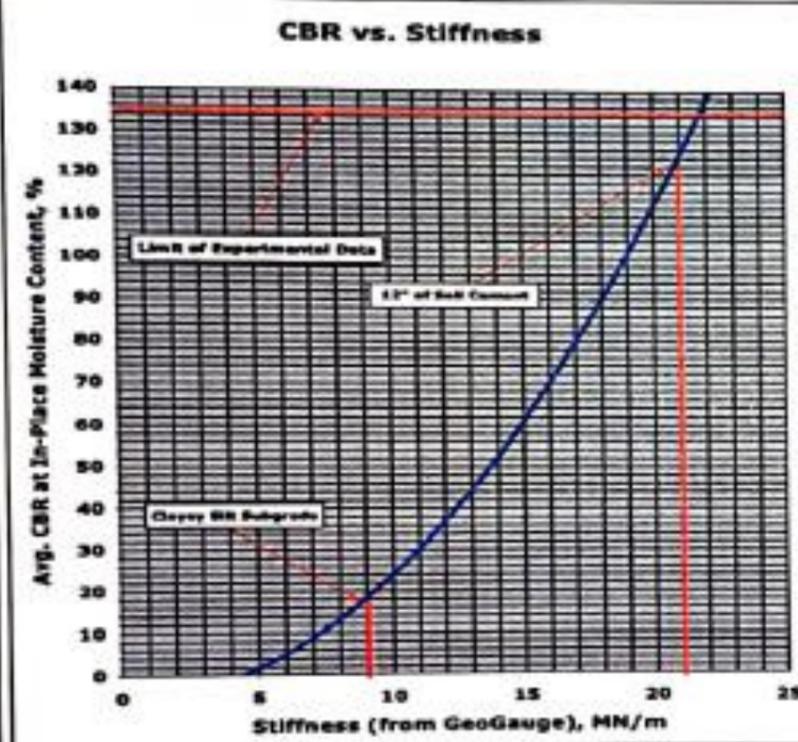
Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES
C.D. N° 18442


UNITEST- UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAJIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

CBR (In Situ)		
ASTM D6766 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method) H-4140 - Test Method for Using the Humbolt GeoGauge as an In-Place Index of CBR		
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAJIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".	
UBICACION:	CUSCO- CUSCO	FECHA: 15/03/2021
SOLICITADO:	SERGIO ROGER, HUAHUALUQUE VALDEZ.	PRUEBA N°: 4 PROGRESIVA: CON GEOMALLA

N°	KG (Rigidez en MN/m)	CBR (In Situ)
1	23.45	155.53





$CBR = 0.0039(8.672KG)^2 - 5.75$

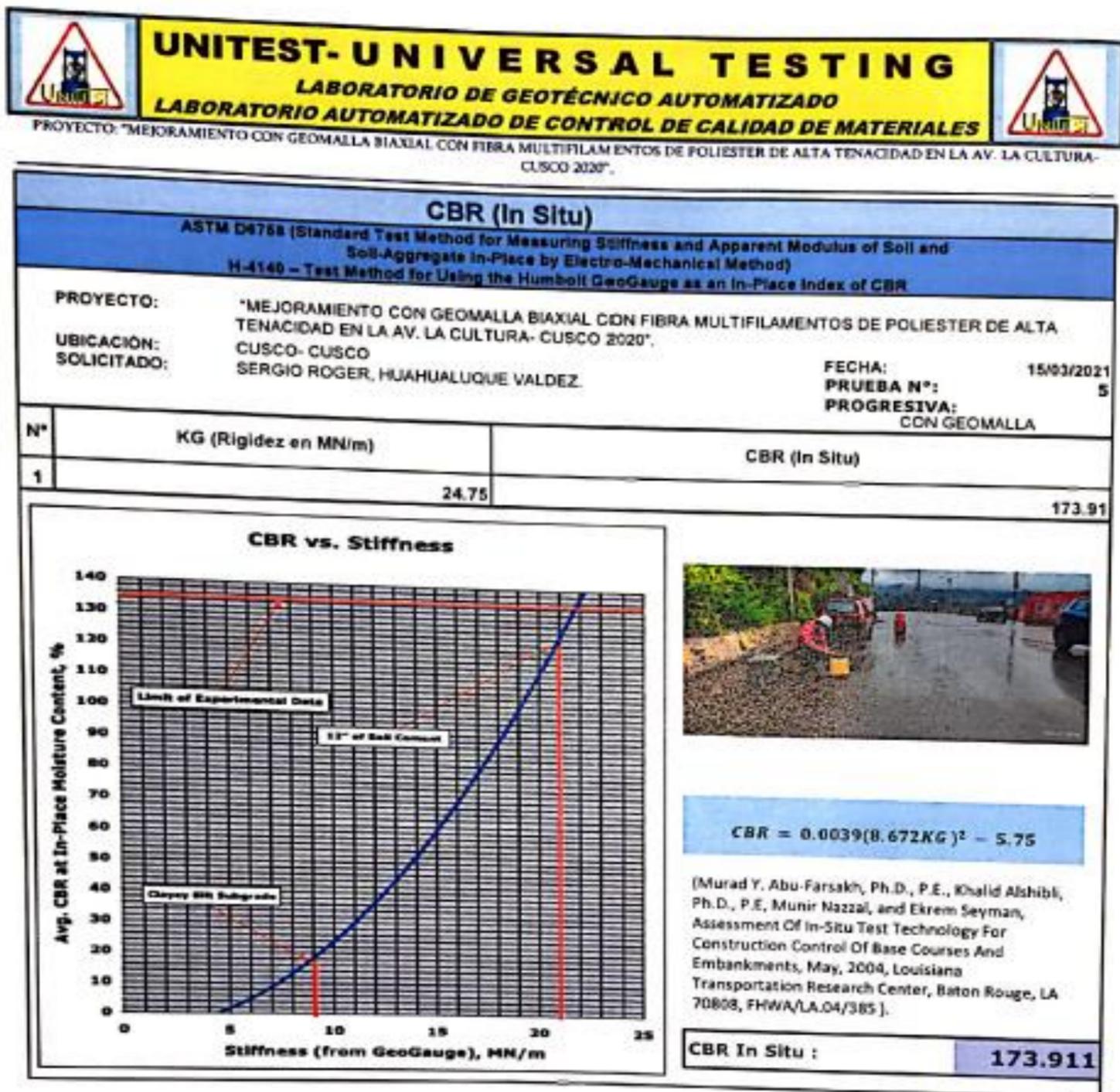
[Murad Y. Abu-Farsakh, Ph.D., P.E., Khalid Alshibli, Ph.D., P.E, Munir Nazal, and Ekrem Seyman, Assessment Of In-Situ Test Technology For Construction Control Of Base Courses And Embankments, May, 2004, Louisiana Transportation Research Center, Baton Rouge, LA 70808, FHWA/LA.04/385].

CBR In Situ :
155.533



Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNICAS TERRESTRES
DIP. 118422

Anexo 17: Resultado del CBR in situ aplicando la Geomalla biaxial en paradero Enaco



Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP 184 ...

UNITEST- UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020"

DEFLEXIÓN-CON GEOMALLA:

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA:	"MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".		
DISTRITO:		FECHA:	15/03/2021
PROVINCIA:	CUSCO	PRUEBA N°:	1
DEPARTAMENTO:	CUSCO	PROGRESIVA:	
SOLICITANTE:	MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO		

CON GEOMALLA

Rigidez = f/d

Fuerza, f

Deflexion, d

T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tr)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	23.45	2.81
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	23.45	3.50
Eje tandem de llanta doble	15	150000	23.45	6.40
Eje tridem de llanta doble	23	230000	23.45	9.81

Deflexion Max:	22.52 mm
-----------------------	-----------------

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y OBRAS "ERRRESTRE"
CIP 184.

Cusco: Urb. Ttio- Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 24 37 00, RPC: 987 252 150, RPM # 959 646 496 Cel. Claro: 984351760.
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del MTC, Mza. "A", Lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

UNITEST- UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020"

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO: CUSCO

PROVINCIA: CUSCO

DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

FECHA: 15/03/2021

PRUEBA N°: 2

PROGRESIVA:

CON GEOMALLA

Rigidez = f/d

Fuerza, f

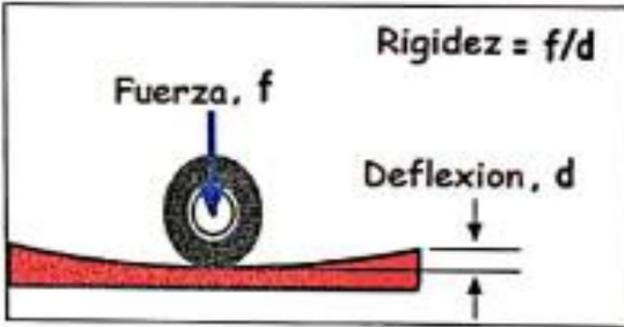
Deflexion, d

T= 23 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) $f=Carga \cdot g$	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	25.4	2.60
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	25.4	3.23
Eje tandem de llanta doble	15	150000	25.4	5.91
Eje tridem de llanta doble	21	210000	25.4	9.06

Deflexion Max:	20.79 mm
----------------	----------

Ing. Exilicio Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIP 15115

 UNITEST- UNIVERSAL TESTING LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES																											
PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".																											
GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)																											
ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)																											
OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".		FECHA: 15/03/2021																									
DISTRITO: PROVINCIA: DEPARTAMENTO: SOLICITANTE:	CUSCO CUSCO MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO	PRUEBA N°: 3 PROGRESIVA:																									
CON GEOMALLA																											
																											
T= 21 °C																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tipo de eje</th> <th>Carga de equivalencia de referencia (Tn)</th> <th>Fuerza (N) F=Carga*g</th> <th>Rigidez (MN/m)</th> <th>Deflexion (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eje simple de llanta simple</td> <td>6.6</td> <td>66000</td> <td>22.45</td> <td>2.94</td> </tr> <tr> <td>Eje simple de llanta doble</td> <td>8.2</td> <td>82000</td> <td>22.45</td> <td>3.65</td> </tr> <tr> <td>Eje tandem de llanta doble</td> <td>15</td> <td>150000</td> <td>22.45</td> <td>6.68</td> </tr> <tr> <td>Eje tridem de llanta doble</td> <td>23</td> <td>230000</td> <td>22.45</td> <td>10.24</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)	Eje simple de llanta simple	6.6	66000	22.45	2.94	Eje simple de llanta doble	8.2	82000	22.45	3.65	Eje tandem de llanta doble	15	150000	22.45	6.68	Eje tridem de llanta doble	23	230000	22.45	10.24
Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)																							
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	22.45	2.94																							
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	22.45	3.65																							
Eje tandem de llanta doble	15	150000	22.45	6.68																							
Eje tridem de llanta doble	23	230000	22.45	10.24																							
		Deflexion Max: 23.52 mm																									


 Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAL TERRESTRES
 CIP 18611



UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAXIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO:

PROVINCIA: CUSCO

DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

FECHA: 15/03/2021

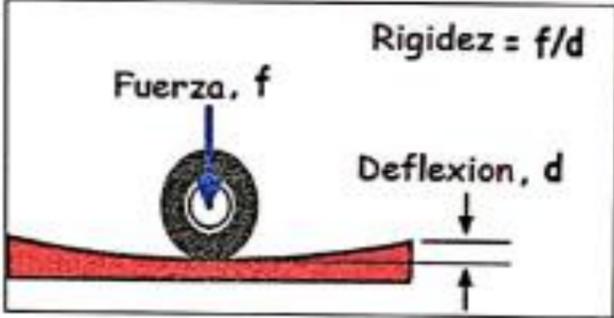
PRUEBA N°: 4

PROGRESIVA:

CON GEOMALLA



Rigidez = f/d



T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	23.45	2.81
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	23.45	3.50
Eje tandem de llanta doble	15	150000	23.45	6.40
Eje tridem de llanta doble	23	230000	23.45	9.81



Deflexion Max:	22.52 mm
----------------	----------



Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL E ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIP 14.



UNITEST- UNIVERSAL TESTING

LABORATORIO DE GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES



PROYECTO: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

GEOGAUGE- METODO ELECTRO-MECANICO ASTM D6758 (DEFLEXION)

ASTM D6758 (Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method)

OBRA: "MEJORAMIENTO CON GEOMALLA BIAxIAL CON FIBRA MULTIFILAMENTOS DE POLIESTER DE ALTA TENACIDAD EN LA AV. LA CULTURA- CUSCO 2020".

DISTRITO:

PROVINCIA: CUSCO

DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITANTE: MUNICIPIO PROVINCIAL DE CUSCO

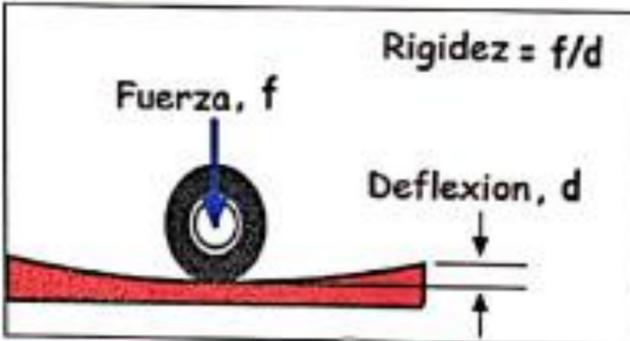
FECHA: 15/03/2021

PRUEBA N°: 5

PROGRESIVA:

CON GEOMALLA





T= 21 °C

Tipo de eje	Carga de equivalencia de referencia (Tn)	Fuerza (N) F=Carga*g	Rigidez (MN/m)	Deflexion (mm)
Eje simple de llanta simple	6.6	66000	24.75	2.67
Eje simple de llanta doble	8.2	82000	24.75	3.31
Eje tandem de llanta doble	15	150000	24.75	6.06
Eje tridem de llanta doble	23	230000	24.75	9.29



Deflexion Max:	21.33 mm
----------------	----------



Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
 CIP 184...