



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis Estructural del Pavimento Rígido con Refuerzo de Geomallas y el Pavimento Rígido Convencional”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Aguirre Gonzales, Antonio Florian (ORCID: 0000-0002-2033-1961)

Rivera Arteaga Rafael Ángel (ORCID: 0000-0001-6765-8403)

**ASESOR(A):**

Dr. Zamora Mondragón, Jesús Elmer (ORCID: 0000-0001-6362-1603)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta investigación a Dios por fortalecernos día a día en seguir por un buen camino y darnos la oportunidad de cumplir nuestras metas académicas.

A nuestros padres y a nuestra familia quienes son el pilar fundamental en esta nueva etapa profesional, por ser la fuerza impulsadora motivadora para mi superación durante mi formación académica.

Así mismo a todas las personas que nos apoyaron para lograr nuestra meta personal.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza con cada uno de nosotros los tesistas en aquellos momentos de dificultad y de debilidad por levantarnos y permitirnos continuar.

## Índice de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	VIII
<b>ABSTRACT</b> .....	IX
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	23
<b>3.1 Tipo y diseño de Investigación</b> .....	24
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	24
<b>3.3 Población, muestra, muestreo</b> .....	25
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	25
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	26
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	26
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	26
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	27

<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>48</b>

## Índice de tablas

TABLA 1.	COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	5
TABLA 2.	ESTUDIO DE TRAFICO.....	28
TABLA 3.	FACTOR DE CRECIMIENTO POBLACIONAL .....	29
TABLA 4.	FACTOR DE EJES EQUIVALENTES .....	30
TABLA 5.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO .....	31
TABLA 6.	CÁLCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EQUIVALENTE.....	32
TABLA 7.	DISEÑO DE MEZCLA .....	33
TABLA 8.	ESAL .....	34
TABLA 9.	CLASIFICACIÓN DE LA VÍA Y PERIODO DE ANÁLISIS.....	36
TABLA 10.	CATEGORÍA DE RANGO DE TRÁFICO PESADO Y TIPO DE TRAFICO .....	36
TABLA 11.	CÁLCULO DE LA SUB-BASES.....	37
TABLA 12.	CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA.....	38

## Índice de figuras

FIGURA 1. ZONIFICACIÓN SÍSMICA.....	22
-------------------------------------	----

## Resumen

La presente investigación tuvo como principal objetivo realizar un análisis comparativo que nos permita evaluar uso de la geomalla como refuerzo del pavimento rígido en la interfaz de la base y subbase y el pavimento rígido convencional. El procedimiento para realizar la evaluación fue diseñar la estructura del pavimento flexible sin refuerzo mediante el método de AASHTO 93 que requiere de un análisis de una serie de parámetros de los cual los más importantes son el diseño de tráfico y el cálculo del módulo de resiliencia, este a su vez es obtenida a través del CBR que se determinó en los ensayos de laboratorio realizadas a la muestra de suelo extraída, y a partir de este diseño se realizó dos diseños con dos tipos de geomalla, esto con el fin de determinar los espesores de la base y subbase reforzada con la geomalla. La metodología utilizada para la investigación es de diseño no experimental en un grado de manipulación de la variable independiente de presencia – ausencia, además, tiene un enfoque cuantitativo y por la orientación se define como una investigación teórica. De la comparación realizada entre los diseños se obtuvo como resultado que la geomalla La geomalla tiene 25 g/m<sup>2</sup>, establece reducción en cuanto al espesor del pavimento, mejorando el número estructural (utilizado en el diseño), incremento de 2.8 a 3. En el caso del pavimento rígido convencional La resistencia promedio del concreto utilizado en el pavimento rígido es de 288.3 kg/cm<sup>2</sup>.

.

**Palabras clave:** Geomalla, base, subbase.

## **Abstract**

The main objective of this research was to carry out a comparative analysis that would allow us to evaluate the use of the geogrid as reinforcement of the rigid pavement at the interface of the base and subbase and the conventional rigid pavement. The procedure to carry out the evaluation was designed the structure of the flexible pavement without reinforcement using the AASHTO 93 method, which requires an analysis of a series of parameters, the most important qualities of which are traffic design and the calculation of the resilience modulus, this is Its time is obtained through the CBR that was determined in the laboratory tests carried out on the extracted soil sample. From this design, two designs were made with two types of geogrid, this in order to determine the thickness of the base. and subbase reinforced with geogrid. The methodology used for the investigation is of non-experimental design in a degree of manipulation of the independent variable of presence - absence, in addition, it has a quantitative approach and by orientation it is defined as a theoretical investigation. From the comparison made between the designs, it was obtained that the geogrid the geogrid has 25 g / m<sup>2</sup>, establishes the reduction in terms of the thickness of the pavement, improving the structural number (used in the design), an increase of 2.8 to 3. In the case of conventional rigid pavement, the average strength of the concrete used in rigid pavement is 288.3 kg / cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** Geogrid, base, subbase.

# **I. INTRODUCCIÓN**

Lima es una ciudad que presenta una topografía accidentada debido a su ubicación geográfica, por lo que el ingeniero civil enfrenta dificultades durante los procesos de construcción. La red de carreteras sufre un deterioro constante debido al aumento de vehículos, así como al aumento de cargas que soportan la estructura del pavimento.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2016). El avance tecnológico en cuanto al transporte, así como la cantidad de vehículos que circulaban en épocas anteriores a la actual, indican que los esfuerzos superficiales, sobre cada una de las capas de las secciones del pavimento, eran menores a las ejercidas actualmente. La carga que se ejercía sobre el pavimento, además siendo las secciones de base y sub base superior al intervalo de 30-40 cm. En la actualidad el aumento del tráfico y peso de los vehículos, duplican los esfuerzos ejercidos en los pavimentos.

Menéndez (2016), "La presencia de grietas detiene la transmisión de las fuerzas transversales provocadas por el movimiento de los visitantes del sitio, disminuyendo los rasgos mecánicos de las capas que lo constituyen. Comúnmente, el sistema utilizado para reparar este problema es la colocación de una cubierta especial de asfalto, sin embargo, la revelación demostró que, a lo largo de los años, si las condiciones de los visitantes del sitio ya no varían o disminuyen, las grietas se muestran nuevas en la nueva plataforma. . "

Padilla (2015), el deterioro estructural de los pavimentos, tiene principal implicancia en los factores ambientales, la variación de la temperatura, humedad del sub-suelo, provocando fallas estructurales notables en el pavimento. Las precipitaciones causan erosión en el suelo, provocando erosión y asentamiento diferenciado. Acelerando de esta manera el agrietamiento.

Yoder y Witczak (2018), variaciones bruscas de temperatura, como los intervalos de sequedad, humedad (variación entre congelamiento y descongelamiento) comprometen la capa base del pavimento. El proceso constructivo, ejercerá influencia en cuanto al comportamiento del pavimento, así como el mantenimiento y conservación.

Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial, MTC (2016). “El aumento significativo en el número y el peso de los vehículos en el transporte nacional plantea nuevos requisitos que deben tener en cuenta los diseñadores y constructores de pavimentos de asfalto existentes.”.

La ingeniería de pavimentos, es de vital importancia generando desarrollo entre los pueblos que se brindan servicio, además debe mencionarse la capacidad de brindar mantenimiento a los pavimentos flexibles y rígidos, puesto que previenen accidentes, mejoran la transitabilidad y la conservación de los vehículos. Indicar que la población debe tomar conciencia del uso del transporte masivo con la finalidad de disminuir el parque automotriz y descongestionar las vías de tráfico.

Esta investigación tiene como objetivo examinar los beneficios del uso de geosintéticos, específicamente geomallas, como refuerzos para estabilizar los suelos de baja carga dentro de una estructura de pavimento rígido. Por otro lado, el objetivo principal es decidir si la geomalla como refuerzo es una alternativa tecnológica y económicamente viable sin reducir el potencial estructural de la carretera.

Lizarraga (2013), presenta la geomalla como alternativa de refuerzo estructural, al considerar que, al incluir geomalla biaxial, compuesta de polipropileno y fibra de vidrio, en el uso de pavimentos flexibles, optimizan las propiedades de resistencia, además de disminuir la altura de la capa bituminosa, absorbiendo esfuerzos de tensión. A su vez disminuye las deformaciones horizontales. Del trabajo presentado se evidencia, considerablemente la reducción de la deformación vertical en 30%. La propuesta del uso de geomalla, es considerado más que un material estabilizante, como un material que permita incremental el tiempo de vida útil del pavimento, así como aumentar la capacidad portante del terreno.

La justificación del proyecto presentado, tiene 03 ejes, las cuales se detallarán a continuación.

Aporte científico, con el uso de nuevas tecnologías de construcción aportamos el conocimiento de nuevos materiales y tecnologías de la construcción.

Carácter social: El buen estado de los pavimentos, facilita la comunicación entre las ciudades, además, el mantenimiento del mismo garantiza el nivel de servicio

del pavimento. Es por ello que las estructuras diseñadas, permitan brindar el servicio para el que fueron diseñados, durante el periodo de vida útil.

Carácter ambiental: El conservamiento de las estructuras de pavimentos, permiten la disminución de consumo de agregados no renovables, de los cuales la extracción afecta el orden paisajístico.

En Lima, la construcción de pavimentos ha ido en aumento, siendo la población actual 9320000 habitantes, además ello implica el crecimiento del parque automotor, el cual hace uso diario de estas estructuras, permitiendo brindar mejor servicio a las personas. Por otro lado, el estado situacional de los pavimentos existentes, presentan fisuras, baches, piel de cocodrilo, ahuellamiento, es decir la condición de servicio no es la adecuada, comprometiendo y generando incomodidad y poniendo en peligro el tránsito de los vehículos que circulan por las vías. El mal estado de los pavimentos influye sobre el incremento en el periodo de desplazamiento, sobre todo en las zonas comprometidas con el tráfico y mal estado, además de generar mayor desgaste en los neumáticos y mayor consumo de combustible, puesto que al incrementar la aceleración y disminuirla, genera mayor consumo del mismo. Se suma a ello, la inseguridad en el desplazamiento de las vías, al ocurrir invasiones de carril, generando accidentes de tránsito. Los pavimentos muestran la imagen de la ciudad, siendo su infraestructura vial, muestra del desarrollo.

Tabla 1. Comprobación de resistencia a la compresión

Estado	PAVIMENTADA			NO PAVIMENTADA	TOTAL
	Asfaltada	Solución básica	Total	No pavimentada	RVN existente
Bueno	13.372	3172	16544	1196	17740
Regular	742	1898	2641	2037	4678
Malo	498		498	3768	4266
Total	14612	5070	19682	7001	26683

De la tabla 1, se deduce que el 34% de los pavimentos de la red Nacional están en regular-mal estado. Reflexión que invoca a las autoridades a tomar medidas en el asunto, comprometiéndose con el mantenimiento de las vías nacionales.

Teniendo en cuenta la realidad problemática expuesta, se plantea el problema general: ¿Cuál es el efecto del uso de geomalla en el comportamiento estructural del pavimento rígido convencional? Como Objetivo General: Efecto del uso de geomalla en el comportamiento estructural del pavimento rígido convencional. A su vez plantear los problemas específicos:

**PE1:** ¿De qué manera las geomallas contribuyen en la resistencia a la compresión del concreto del pavimento rígido?

**PE2:** ¿Cómo contribuyen las Geomallas en la resistencia a la tracción del concreto del pavimento rígido?

**PE3:** ¿De qué manera las geomallas contribuyen en el coeficiente de dilatación térmica del concreto del pavimento rígido?

**PE4:** ¿Cómo contribuyen las Geomallas en el módulo de elasticidad de concreto del pavimento rígido?

El objetivo general fue determinar de qué manera las geomallas contribuyen en el refuerzo del concreto del pavimento rígido. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

**OE1:** Determinar de qué manera las geomallas contribuyen en la resistencia a la compresión del concreto de pavimento rígido.

**OE2:** Determinar de qué manera las geomallas contribuyen en la resistencia a la tracción del concreto de pavimento rígido.

**OE3:** Determinar de qué manera las geomallas contribuyen en la resistencia en el coeficiente de dilatación térmica del concreto de pavimento rígido.

**OE4:** Determinar de qué manera las geomallas contribuyen en la resistencia en el módulo de elasticidad del concreto de pavimento rígido

## **II. MARCO TEÓRICO**

## ANTECEDENTES

Alvarado y Cornejo (2014) afirma, "El objetivo era planificar el estudio para estabilizar la pendiente, permitiendo evitar el riesgo de vida y mejorar la calidad de vida de la población. La división regular de las salas de vías cruzadas en el área es de 1 m de profundidad y el amarre es de 0.5 m, estas características ayudan a delinear el espacio a través de la estaca de acero y verificar las medidas superiores de la zanja de seguridad. En sus conclusiones, se determinó que las geomallas son una respuesta a la cuestión de la globalización y la vegetación verde costera; para poder reclamar la magnitud del costo en el caso de estas obras. Asimismo, recomendó que en el futuro se evalúe el efecto de la proximidad del agua para poder obtener un cálculo exacto al momento de realizar los estudios previos.

Aguirre y Flores (2016) indicaron: "Por lo tanto, el propósito de comparar el uso de geomallas como refuerzo de bases granulares determina si son una alternativa para la reducción de valor en comparación con un diseño de pavimento convencional. "La metodología para esta investigación se convierte en una especie de software en el que el método AASHTO se utiliza para medir el grosor de un pavimento convencional y cualquier otro reforzado con geomallas biaxiales para la recolección de registros". Finalmente, los autores concluyeron que el software de geomallas en pavimento flexible para bases y sub bases granulares genera un descuento de tres,30 por ciento dentro de la tarifa de construcción de la misión debajo de mirar. La contribución de los estudios podría ser importante debido al hecho de que presentan un factor de visión internacional y la influencia que puede tenerse en cuenta en futuros proyectos.

Díaz (2017) "Su razón general es decidir tener un impacto en la geomalla en el diseño de los pavimentos curvados. El método utilizado para evaluar tres alternativas de diseño: diseño de pavimento flexible tradicional en sintonía con AASHTO, diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas Tenax Ibo 202 y diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas Tenax Ibo 302. " En cada caso, se realizó un descuento de siete.50 cm debido al contraste con los pavimentos reforzados con geomallas. La contribución de esta investigación

puede ser muy útil porque en sus conclusiones el escritor ha decidido económicamente las bendiciones de las geomallas.

Zamora y Juan P. (2014) verifican: “Obviamente, el objetivo principal de este trabajo es dejar en claro las estrategias para cambiar suelos delicados mediante el uso de técnicas de precarga, agotamiento vertical y segmentos de roca. La precarga incluye la aplicación de una carga prominente equivalente o mayor, normalmente en suelos delicados, lo que crea la unión reflejada en una ramificación de la protección territorial y una reducción de los asentamientos de mejora de publicación. Termino con la ayuda de mencionar que las técnicas descritas para el intercambio panorámico tienen un precio increíblemente elevado y deben completarse después de que la afirmación reconozca los rasgos de suciedad y las diferentes alternativas imaginables. Respaldó que es necesario seleccionar el enfoque que describe los estados adecuados de plazo, precio y ejecución.

Tingal (2013) “Hizo una investigación en la que comparó el diseño convencional del pavimento AASHTO con el diseño de la geomalla. El método utilizado por Salomón Vílchez Murga dentro de la metrópoli de Cutervo se convirtió en diseñar el pavimento en dos métodos. Período del cero progresivo + 600 y el progresivo 0 + 800, uno el uso de la técnica convencional AASTHO y el otro utilizando la geomalla BX 1100. El resultado de esta investigación se convirtió en que dentro de la sección, el grosor de la capa inferior de la sección reforzada 6 cambió a mucho menos que la capa inferior del segmento no reforzado por medio de una media del 21 por ciento. Además, aconsejó que los exámenes se puedan hacer en regiones donde los deseos de subrasante se reacondicionen y, por lo tanto, aumenten la existencia beneficiosa de los pavimentos.

Silva (2016) indico, “El objetivo de la investigación fue proponer nuevas técnicas para la mejora de la subrasante en suelos inestables, para los cuales se propone el uso de geomallas multiaxiales. Para esta investigación se realizaron diseños con y sin el uso de geomallas en suelos arcillosos con 2.5 por ciento de CBR y la presencia de una capa freática. El software spectra pave 4.0 se detectó para el diseño con el uso de geomallas. El efecto es una mejora en la capacidad de

carga de la subrasante y una disminución en el grosor de la carpeta estructural.”. Se recomienda que el levantamiento topográfico de la carretera se lleve a cabo una vez que se haya establecido el área de estudio, para lo cual se pueden utilizar equipos topográficos como estación completa, prismas, libro de campo, trípodes.

Orrego (2014) finalmente, “El objetivo es decidir si el uso de geomallas como refuerzo basado en gránulos es una alternativa económicamente factible sin disminuir el potencial estructural de la calle. El enfoque de observación incluye la construcción de un pavimento en 3 métodos extraordinarios, uno de los cuales es un elemento convencional o no reforzado (AASHTO 1993). Concluyendo que los espesores solicitados dentro de las secciones no reforzadas son en todos los casos superiores a los espesores seleccionados dentro de las secciones reforzadas, siendo comunes en un 35% más dentro del caso de las geomallas biaxiales y un 45% mejores en el caso de las geomallas multiaxiales. Se aprobó que para diseñar el pavimento y obtener el grosor más excelente, se debe realizar un examen exhaustivo para confirmar la afluencia de motores de la localidad.

Núñez (2016), El trabajo "Optimización del espesor del pavimento con la aplicación de geo-sintéticos" se llevó a cabo con el objetivo de: evaluar el espesor de la base y sub-bases de una carretera con la aplicación de geo-sintéticos, conocer sus propiedades físico-mecánicas y, por lo tanto, optimización de costos, tiempo de construcción, estudio de los efectos positivos y negativos que tendrá a tiempo. Concluye que la estimación es objetiva ya que reduce el impacto en el medio ambiente, es económica y forja el uso de ayuda no calificada. Durante su puntualidad, su prestreza disminuye en un 37 por ciento.

Bustamante (2016), Su objetivo principal es determinar el grado de resistencia que la colocación de un geotextil y una geomalla en la capa de interfaz puede proporcionar como refuerzo. El enfoque utilizado por este escritor se ha ejecutado mediante exámenes de laboratorio en un esfuerzo por permitirle adquirir las curvas de estrés / estrés para cada ocasión. Para configurar el número estructural (SN) para cada caso, también debemos analizar. Como

resultado, en la moda, el grosor de la capacidad de desarrollo se redujo con la ayuda del 60 por ciento dentro de los 3 escenarios en los que se fortaleció mucho en la evaluación con la forma no reforzada, por lo tanto, esto representa la ilustración de cargas más bajas, consistentes con pronunciado a través del escritor. La contribución de la investigación emocionante porque puede ser visible qué situación ofrece el comportamiento técnico y financiero de primera clase para realizar una misión en carretera.

Arévalo (2016) Su objetivo es demostrar que el uso de geomallas es beneficioso, para evitar la contaminación entre capas granulares. Se verificaron los datos obtenidos del modelado del pavimento y se confirmó el número estructural original y se extrajeron los coeficientes para la capa y el drenaje. El grosor de la base se redujo y el grosor de la subbase se redujo con él. Al comparar los resultados obtenidos, se demostró que el costo del pavimento es prácticamente el mismo que si se usó o no una geomalla, porque cuando se aplica, el grosor de las capas se reduce, lo que resulta en la funcionalidad y durabilidad de la ruta. Se menciona que es necesario evaluar los diseños de carreteras que se encuentran en su estructura de pavimento para incluir la geomalla con el fin de aumentar la resistencia y así reducir el grosor de las capas granulares.

Armendáriz (2017), El objetivo fue reducir el espesor granular utilizado en el diseño de la vía usando geomallas triaxiales. El método Giroud-Han, ha centrado la investigación en la deformación que sufre el pavimento, el pavimento flexible y las capas granulares, de las que están compuesta, se analiza que es factible la reducción de su altura hasta en un 60%. Esta reducción de la altura del pavimento beneficia pues disminuye los costos por excavación y sobre costos por mano de obra calificada y maquinaria empleada para la conformación de los pavimentos.

Lizárraga (2013), a través de su investigación, evalúa el uso de geomallas con la intención de mejorar la capacidad de soporte y brindar solución oportuna al diseño de pavimentos.

Beltrán y Arturo C. (2013). El objetivo es demostrar el valor del uso de Geo sintético como un medio mediante la mejora de las propiedades de los materiales

de asfalto. Las geomallas de la forma biaxial se han utilizado en materiales granulares (en polipropileno) y mezclas negras (en fibra de vidrio). Concluyo indicando que los geo-sintéticos y su confiabilidad en el refuerzo del suelo son importantes para futuras investigaciones, ya que contribuyen a mejorar la estabilidad del suelo. Concluye que su componente tecnológico, utilizando geo sintético, optimiza los procesos de construcción y la vida útil del pavimento. Se recomienda Para las zonas adyacentes a pozos, realizar la compactación con equipos manuales y con la posible adición de cemento para mejorar las condiciones de compactación.

Jordán y Suárez (2017) El objetivo principal era examinar el uso de la geografía sintética como refuerzo en la arquitectura de pavimentos. La metodología fue del tipo aplicado, se obtuvieron los resultados, se realizaron las pruebas correspondientes, determinando así que están en presencia de un suelo blando con baja capacidad de carga con un CBR de menos del 3%. En conclusión, la disminución del grosor es del 2%, que es una opción con un alto porcentaje de viabilidad que disminuye el grosor para hacer que el proyecto sea económicamente más viable. La contribución de la investigación realizada es importante, ya que la metodología se puede aplicar a varios tipos de proyectos de pavimento.

López y Manuel J. (2013). El objetivo es demostrar, a través de probetas de respuesta analítica, que la transformación de geomallas de polipropileno mejora las resistencias de la resistencia a la tracción dentro de la fibra disminuida de la capa de agregado bituminoso y, por lo tanto, aumentará la vida útil de las capas granulares. El alcance del estudio es exploratorio con una metodología de trabajo o gestión de resultados experimentales que se muestra a través de modas de respuesta analítica. Concluye mencionando que un plan de asfalto puede generar geometrías distintivas para técnicas únicas, para condiciones similares. Se sugiere pintar con un geo compuesto para que el factor de fusión del geotextil sea aproximadamente 2500C, la nueva capa de asfalto.

Las teorías relacionadas al tema nos afirman las siguientes conclusiones:

A nivel del terreno natural, el cual denominamos suelo, debemos considerar que los ingenieros civiles visualizamos al suelo como un material de construcción, por debajo del suelo edáfico, este suelo está compuesto por una materia, por diversos minerales y cuenta con

El terreno natural también llamado suelo, está compuesto por materia orgánica, minerales, aire, vegetales, agua. El terreno natural también se clasifica de acuerdo a su composición y pueden clasificarse en grava, arena, limo, arcilla; el terreno natural es distinto, en algunos lugares tiene una capacidad de resistencia más elevada que en otros, esto es porque tiene diferentes componentes químicos. Es por eso que en la presente investigación se plantea usar el material geo sintético para poder aumentar la resistencia que tiene el suelo a analizar, ya que este material geo sintético tiene la propiedad de aumentar la resistencia del terreno natural.

La subrasante, también conocida como la base que soporta la estructura del pavimento de una ruta, es la responsable de recibir las transmisiones, los soportes y la distribución uniforme de las cargas de tráfico que ejercen presión sobre la estructura del pavimento. La capacidad de carga de la subrasante dependería del grosor completo del sistema de pavimento.

La subbase es la capa que cumple la función de estructura del pavimento, que soporta la base y el aglomerante asfáltico. La subbase es la capa que contiene agregados de piedra o agregados naturales compactos y graduados, evitando así el paso de finos desde la subrasante en la capa base. Por otro lado, la subbase tiene la función de:

- Capa de drenaje del pavimento.
- Controlando los cambios de volumen, plasticidad y elasticidad que tiene la sub rasante.
- Controla la elevación del agua subterránea cercana o proveniente de otro lado, previniendo la hinchazón y agrietamiento de los pavimentos.

Se encuentra la base debajo de la carpeta de asfalto. La base es una de las partes de la estructura que conforman el pavimento, tiene la función de transmitir,

sostener y distribuir las cargas transitorias generadas por los vehículos, generalmente para la base, está construida con grava, piedra triturada o triturada.

Zornberg (2013), Geo sintético: Existe una entidad que tiene como fin primordial impulsar el desarrollo técnico y científico, la entidad tiene como nombre, Sociedad Internacional de los Geo sintéticos (IGS). La institución tiene el objetivo de impulsar el uso de geo sintéticos en el campo de geotecnia y en el campo de ingeniería. Geo sintético es un material que tiene por lo menos un componente polímero sintético o natural. En el mundo de la construcción los geo sintéticos tienen diversos campos en los cuales pueden ser aplicadas como en sistema de control de erosión, obras viales, aplicación medioambiental, obras hidráulicas, entre otros. Los geo sintéticos impiden que se sustituya un suelo con propiedades mecánicas inadecuadas para la construcción, ya sea por una poca resistencia o por las deformaciones excesivas que pueda tener. El proceso constructivo es mucho más rápido La aplicación de geosintéticos responde algunas problemáticas de ingeniería vial presentando un conjunto de ventajas las cuales son; facilidad de colocación en obra, producto económico, ahorra del tiempo en la ejecución de obra, cualquier operario puede manipularla y posibilita soluciones medioambientales. En la mayoría de los productos de ingeniería, los geosintéticos han tenido un comportamiento y solución exitosa. La geomalla es definida como material Geosintético formado por la unión de costillas paralelas que tiene una abertura que permite la trabazón de piedra, suelo o algún otro material geotécnico que se llegue a conectar. Se utiliza el material exclusivamente en aplicaciones geotécnicas como mejoramiento en subrasantes, refuerzos de taludes y refuerzo en la base del pavimento. En la actualidad en el Perú el material geo sintético es importado y se encuentra disponible en un rollo de 3 o 4 metros de ancho por 50 o 75 metros de largo.

Según Zornberg. Muestra que: se utilizaron geos sintéticos en el dimensionamiento del pavimento para cumplir cualquiera de las siguientes funciones: separación, filtrado, drenaje lateral, sellado o fortalecimiento. En los proyectos de pavimentos, los geos sintéticos se utilizaron principalmente para cumplir una función de separación y reducir la intrusión del suelo subterráneo en

las capas de la base o subbase. Además, se utilizaron geos sintéticos para realizar una función de filtro para restringir el movimiento de las partículas del suelo desde la capa de subbase mientras se permite que el agua se mueva hacia la capa de agregado más gruesa adyacente. La función de drenaje sintético geos proporciona drenaje lateral. Además, se usaron geos sintéticos para minimizar la propagación de grietas al sellar la capa de asfalto mientras se establecía una hoja de regularización.

Estabilización de Subrasantes: son mecanismos identificados que incluyen:

- Efecto Membrana: – Requiere deformación significativa en la subrasante – Provee una pequeña contribución a la estabilización
- Restricción Vertical en la subrasante: – Existe un incremento en el confinamiento vertical provisto por el geo sintético – Provee una contribución relevante en la estabilización

Reducción de mezcla entre capas: son mecanismos identificados que incluyen:

- Bombeo de los finos de la subrasante: – Los finos migran de la subrasante hacia los vacíos de la base – La migración se da por las presiones de poros generadas en la subrasante
- Intrusión del agregado de base: – Penetración de partículas de agregado de la base en la subrasante – Inducida por el mecanismo de falla local de capacidad de carga

Las virtudes de los geos sintéticos son pavimento con más grande durabilidad, simple y ágil de disponer, disminuye el valor en su cuidado, decrece los pisos blandos que son inadecuados en la creación de caminos, competitividad de costos al instante de remplazar al suelo natural, decrece la cantidad del espesor y se conserva la base correcta para la creación de rutas, decrece el establecimiento de la carretera, manteniendo la uniformidad y el servicio correspondiente del pavimento, se pueden hacer diseños que antes eran inviables.

El geo sintético más utilizados por la ingeniería son: Geotextiles, geomallas, geomembranas, geo celdas, geo drenes, geo mantas, geo compuestos de Bentonita.

Para la sustentación teórica de los conceptos de esta investigación se definirán y explicarán las variables de estudios para la cual se acudió a diferentes autores, sobre la primera variable Geomallas:

Cidelsa (2015) las geomallas son el refuerzo que se utiliza en la base y sub base de los pavimentos flexibles y rígidos. Estas geomallas, han de trabajar de manera tal que, en conjunto con el agregado, pueda limitar cada desplazamiento y de esta forma tener un área mayor para la distribución de esfuerzo, la geomalla contribuirá en el aumento de la capacidad portante, también el uso de los geosintéticos permite aislar al pavimento de elementos contaminantes y del nivel freático.

Las geomallas y los geosintéticos, son productos que se utilizan a frecuencia con la intención de disminuir la altura del pavimento, así mismo disminuir el uso de materiales como afirmado, en base y sub-base. Se optimiza el uso de este material en proyectos constructivos de gran envergadura, el costo beneficio es utilizado por los ingenieros de la construcción.

Las geomallas refuerzan la estructura del pavimento, es quizás su principal función, las tensiones internas, en su composición, refuerza tanto los terraplenes, dentro de su eje longitudinal. Al reforzar los pavimentos en multidirecciones, eleva la rigidez, aporta en dos direcciones el refuerzo, en este punto mencionar que la estabilización en ambos sentidos distribuye el refuerzo en todos los sentidos.

Las geomallas presentan un sistema confiable, simple y de fácil instalación, incluyendo el revestido bitumen (revestimiento), de esta forma se garantiza que la superficie inferior se adhiera a la geomalla. El tejido que no se encuentra vinculado (el cual denominamos manto), mejora su posición en el pavimento, además de una mejor rapidez de instalación.

Los rollos de geomalla son de hasta ciento cincuenta metros de largo, con anchos que van desde un metro (1.00 m) hasta los cinco metros (5.00 m), esto permite reducir el uso de traslapes, volviendo al material uniforme, optimizando el rendimiento en instalación, tratamiento y almacenamiento. Destaca la

flexibilidad del material, además de poseer muy alta resistencia al traslado e instalación.

Es factible el uso de las geomallas en ambientes altamente alcalinos, en pavimentos de concreto y pavimentos flexibles, además sobre superficies irregulares.

Este material es resistente al fuego, su resistencia oscila entre 35 kN/m y 1000 kN/m.

Dentro de la materia prima más utilizada para la fabricación de este material, podemos mencionar al polyester, el cual es un material denso, y fibra de vidrio, indicando que su uso en construcción de pavimentos y rehabilitación, aumenta la resistencia a los esfuerzos de los materiales, reduce la altura de la carpeta de rodadura. Dentro de las aplicaciones tenemos el uso de este material en suelos con baja capacidad de soporte, suelos con nivel freático alto, suelos blandos, suelos inestables. En terreno que comprometen la integridad de las personas, creación de taludes, construcción de estacionamientos y terraplenes.

En esta investigación se aborda el uso de geomalla con la finalidad de optimizar el diseño de pavimento y en comparación con un pavimento diseñado de forma tradicional.

ZAMARRIPA (2016), Define como "el conjunto de operaciones que se completan en el tema y el método puesto en práctica, para restaurar la ubicación de los factores, así como su representación en un plano.

Pavimentos, dentro del estudio de los pavimentos, se establece la necesidad de establecer y dar mantenimiento a los caminos, con la finalidad de llevar desarrollo, así mismo los caminos actuales deben ser registrados, inventariados y contar con mantenimiento oportuno para que su nivel de servicio sea el adecuado. Por otro lado, un pavimento con un nivel de servicio adecuado permite que los vehículos que por ahí transitan, tengan un periodo de vida mayor, requieran menos combustible, y sufran menos accidente. A menudo si el nivel del pavimento es inferior al solicitado, se generan accidentes, si existen fallas en el mismo, los vehículos tenderán a detenerse con la finalidad de evitarlos, por seguridad es necesario el mantenimiento, indicando que, ante estas

deformaciones en el pavimento, los conductores efectuarán maniobras, que comprometerán la integridad de los vehículos que circulan en el mismo carril. Los pavimentos requieren mantenimiento, motivo por el cual se indica que son las autoridades, las que deben brindar soporte y mantenimiento a las vías, mientras mayor sea el mantenimiento, la población accederá a los caminos pavimentados, disminuyendo el tráfico, costo por movilidad.

El diseño de pavimentos tiene en cuenta la viabilidad técnica y económica, viabilidad técnica evaluando las características para el diseño, estudio de suelo, estudio de tráfico, estudio de impacto ambiental. También la viabilidad económica, indicando si es posible el uso de los recursos para completar los proyectos de pavimentos.

En la presente investigación desarrollamos los conceptos utilizados para profundizar el uso de geomallas, para el diseño de pavimento rígido.

Cersa (2018), Para obtener la separación de capas del geo sintético, se asume presiones del suelo lineales (condiciones de presión activa de Rankine para el relleno y condiciones de reposo para sobrecarga). Aplicando la teoría elástica de Boussinesq en la carga viva

Las carreteras generalmente tienen la oportunidad de clasificarse en grupos masivos: permanentes y temporales con respecto al tráfico que pueden obtener, el tiempo de estilo de vida que tendrán y el desarrollo estimado de todos ellos. Los recursos temporales generalmente tienen un tiempo de existencia de entre uno y tres años, exactamente. Estos observan a los visitantes del sitio menos que pesados y, por lo tanto, el máximo tiempo son fuentes sin pavimentar. Estos tienen la oportunidad de integrar desvíos, fabricados a partir de una pieza en progreso, caminos de acceso e interfaces de creación primaria para la introducción de fuentes o terraplenes eternos en pisos suaves.

El uso de geo-sintéticos hace que sea más fácil para la reunión pesada evitar a través de un sector, esto es demasiado débil para ayudar a este tipo de carga por sí solo debido a que su uso puede ser una opción económica para el uso de tratamientos de desarrollo más caros. Además, las fuentes eternas, que tienen

la posibilidad de ser pavimentadas o sin pavimentar, generalmente suponen que los visitantes tengan más de un millón de pases de eje iguales y una vida útil superior a diez años. En este caso, el diseño radica en la comprensión de los materiales ideales para asegurar que no pueda haber una falla prematura de la parte proyectada del pavimento. Tiene el potencial de determinar las principales formas de falla: una falla estructural y una falla de pavimento reparable. El primero está relacionado con la verdad de que la desintegración de toda la parte o la falla de una o más de las capas que la componen evitarán que la parte pueda resistir a los cientos de visitantes para los que se creó. Esta falla puede ser el resultado de la intrusión de tejido de subrasante en las capas granulares, disminuyendo su potencial de drenaje y sus características mecánicas. También se puede producir a través del paso de masas de tráfico mejor que las consideradas dentro del diseño o mediante un establecimiento diferencial inmoderado que podría generarse dentro de la subrasante.

Otra de las principales causas de falla estructural de los pavimentos es la presencia inmoderada de agua en la parte gracias al drenaje inadecuado. Esto puede ser en modificaciones dentro de la extensión de los materiales, un crecimiento dentro del estrés de poro o la falta de resistencia dentro de la subrasante. Por otro lado, el segundo está asociado con deficiencias superficiales que pueden suministrarse en el área de rodadura que afectan la "capacidad de servicio" de la ruta. Audaz, su capacidad para ofrecer un tránsito práctico y seguro al usuario. Entre diferentes cosas, ondulaciones y deformaciones longitudinales excesivas, textura de lugar falaz, porcentaje prominente de superficies reparadas, etc. En numerosas ocasiones, la falta de tratamiento de este tipo de falla a tiempo puede resultar en una falla estructural. Una de las causas de este inconveniente puede ser el uso de materiales contaminados durante el advenimiento que disminuyen la capacidad de drenaje de las capas granulares. Del mismo modo, el cuidado incorrecto de la calle después de su llegada puede crear inflamación para los usuarios; Entre diferentes asuntos, esto puede medirse en el advenimiento de grietas a través de las cuales el agua puede filtrarse en las capas de disminución. Para cada caso, hay geo-sintéticos que tienen la posibilidad de ayudar a restaurar algunos de esos problemas. Para la situación particular del uso de geomallas dentro de

la región del pavimento, se conocen algunas aplicaciones importantes: control de imagen reflejada en grietas en parches de asfalto, desarrollo de subgrados y pisos suaves, refuerzo de bases o sub-bases, etc.

En todos los enfoques de la interfaz del pavimento, se permiten millas que, a través de los estilos de vida útiles de la composición, son viables para producir dos estilos de fallas, la reparable y la estructural. La falla reparable se ve mientras el pavimento ahora no proporciona un paso seguro sobre él, de la forma en que casi e indudablemente no envía la entrega. La falla estructural está asociada con la falta de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de esta manera que ya no tiene la posibilidad de ayudar a las cargas a las que está sometido. Ambas fallas no se generan continuamente al mismo tiempo; En este ejemplo, se hará referencia a la falla estructural. La falla estructural en un pavimento se prueba mientras que los materiales que componen la composición, cuando se doblan a repeticiones de carga por la acción de los visitantes del sitio, sufren grietas estructurales asociadas con deformación o tensión de tensión horizontal en el fondo de cada capa; En esta sensación, la falla relaciona la deformación o la presión producida con el número de repeticiones admisibles; Esto se conoce como falla por fatiga, es decir, repeticiones de carga. 30 Estos fenómenos que pueden generarse en el pavimento durante la duración de su desempeño, tienen la oportunidad de ser modelados en el laboratorio mediante los llamados controles de fatiga; el agrietamiento de los materiales mientras se realizan controles de laboratorio en muestras de materiales o en una escala natural está asociado con la reacción elástica (recuperable) del pavimento a las masas dinámicas; Estas evaluaciones han requerido que las grietas se propaguen desde la base de cada cubierta hacia arriba.

Menéndez (2013) Rigidez de los materiales granulares: para esta propiedad mecánica, el autor describe: Cuando un material base para pavimento maleable se debe terminar debajo de la carga, es muy necesario que no se fracture o rompa debido al hecho de que esto motivará que la forma especificada de la longitud de partícula se ve afectada y las modificaciones, lo que hace que la composición se comporte de otra manera y que, por el momento, sea perjudicial, no ofrecerá la misma capacidad de soporte inicial, por estas razones el material

debe ser rígido. De acuerdo con la definición mencionada a través del creador, la rigidez es una propiedad totalmente enorme gracias a la capacidad de soporte de la composición, la tela ya no debería fallar en esta propiedad porque el daño que esto es muy sustancial en los pavimentos podría surgir. Con respecto a la funcionalidad de la definición anterior, el creador señala con respecto a la rigidez que "está implícito mencionar que una tela es rígida mientras que tiene baja resistencia a la colocación, una pertenencia que se prefiere si las partículas tienen una forma precisa (. ..) ", se desea la rigidez, de acuerdo con el autor, si las partículas del material 32 no son muy alargadas ni muy planas, y la porosidad y la fractura deben ser apropiadas.

Manual de carreteras (2013) Método para el diseño de pavimento flexible: En la actualidad existen distintos métodos para realizar el diseño de pavimento flexible, la elección del método a utilizar depende mucho de las características del proyecto, además, la experiencia del personal a cargo cumple un rol principal. Para la presente investigación se optó por elegir el método de la asociación americana de carreteras (AASHO) la cual después de realizar una serie de ensayos a escala real, publican su primera guía preliminar para diseño de pavimentos en 1961 que tuvo como nombre "Guía preliminar para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles", después de unos años en 1986 se publica una actualización que deja de tener carácter preliminar y en 1993 luego de ensayos complementarios, AASHTO publica la más reciente versión de la guía que se usa hoy en día en diferentes países de esta forma como lo expresa (Manual de rutas, 2013) "(...) con estas formas se han diseñado con triunfo, las construcciones de pavimentos para numerosos millones de kilómetros de rutas en el mundo"

Manual de carreteras (2013); Método de AASHTO 1993: La metodología se base en un procedimiento que fue desarrollado mediante ensayos a escala real las cuales tienen como principal influencia dos parámetros, la carga vehicular y las características de la subrasante, otro aspecto importante a tener en cuenta para el diseño según esta metodología es el periodo de diseño que se tomara, esto depende de las características del camino, según el (Manual de carreteras, 2013 p. 152) "(...) para pavimentos flexibles serán hasta 10 años para caminos de bajo

volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años”.

El examen de las condiciones ambientales, el predominio del ambiente dentro del pavimento podría ser de gran tamaño, es por eso que es una demanda obtener datos de fenómenos meteorológicos dentro del lugar en el que se ubica la calzada. La información útil corresponde a los siguientes factores: El clima, las lluvias, el incremento y descenso de temperaturas (valores máximos y mínimos), tipo de suelo y tipos de rocas.

Figura 1. Zonificación Sísmica



Recuperado de: E-030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

Según su propósito la investigación es teórica, teniendo en cuenta el nivel de exploración es descriptiva (Sampieri, 2014)

Según el grado de manipulación de variables la investigación es no experimental, teniendo en cuenta el nivel de inferencia es descriptiva (Sampieri, 2014)

Descriptivo correlacional tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables.



M1: Pavimento Tradicional

M2: Pavimento con geo malla

O1: Evaluación del Comportamiento del pavimento rígido, pavimento tradicional.

O2: Evaluación Comportamiento del pavimento rígido, pavimento con geo malla

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Tipo de pavimento

Variable dependiente: Comportamiento estructural de pavimento rígido

Operacionalización

Variable independiente: Tipo de pavimento

Dimensión:

Pavimento tradicional

Pavimento experimental

Variable dependiente: Comportamiento estructural de pavimento rígido

Altura de Pavimento

Módulo de rotura del concreto

Serviciabilidad

ESALs

### 3.3 Población, muestra, muestreo

Población: Los pavimentos rígidos.

Muestra: Pavimentos rígidos tradicionales (03 muestras), pavimentos rígidos con geo malla (03 muestras).

Se utilizará información existente para ser analizada y comparada.

Al ser la población infinita, se consideró el diseño muestra:

$$n = \frac{z^2 \times p \times q}{d^2} = \frac{1.28^2 \times (0.80) \times (0.20)}{0.20^2} = 6$$

Confiabilidad 80%.

Muestreo:

Para esta investigación el muestreo fue no probabilístico aleatorio simple.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica utilizada:

Recolección de datos, Fuentes indexadas, tesis publicadas.

Observación, conteo vehicular.

Análisis comparativo.

Instrumentos de recolección de datos

Índice medio diario

Calculo típico para el factor de fatiga

Resistencia a la compresión de concreto

Instrumentos validados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.  
Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos.

### **3.5 Procedimientos**

Zona, Lima Metropolitana.

Evaluación de concreto.

Situación actual.

Ensayo de resistencia a la compresión.

Trabajo de gabinete: Procesamiento de información

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

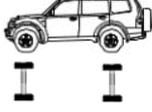
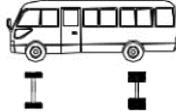
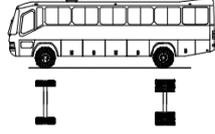
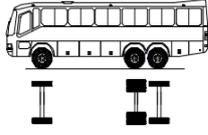
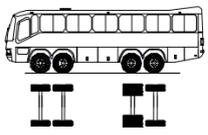
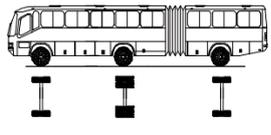
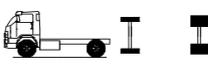
Procesamiento de gráficos estadísticos con software Microsoft Excell y cuadros comparativos.

### **3.7 Aspectos éticos**

Los datos presentados en el documento actual, es original y pertenece a los autores.

## **IV. RESULTADOS**

Tabla 2. Estudio de Trafico

<b>CONTEO VEHICULAR</b>												
<b>VEHÍCULO</b>		<b>CONTEO</b>							<b>TOTAL</b>	<b>IMDs</b>	<b>%</b>	
<b>COD</b>	<b>GRÁFICO</b>	<b>DIR</b>	<b>D</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>V</b>				<b>S</b>
VHL1_		IDA	21	45	38	29	20	50	34	237	66	51,30%
		VUE.	34	39	31	20	31	36	34	225		48,70%
VHL2_		IDA	20	10	20	10	10	10	30	110	31	51,16%
		VUE.	10	30	10	20	10	20	5	105		48,84%
B2_		IDA	15	20	22	22	30	15	10	134	38	51,34%
		VUE.	25	15	16	14	25	16	16	127		48,66%
B3_1		IDA	20	10	20	10	10	10	30	110	31	51,16%
		VUE.	10	30	10	20	10	20	5	105		48,84%
B4_1		IDA	10	10	15	10	10	10	50	115	33	50,00%
		VUE.	10	15	10	10	10	50	10	115		50,00%
BA_1		IDA	21	45	38	29	20	50	34	237	66	51,30%
		VUE.	34	39	31	20	31	36	34	225		48,70%
_C2		IDA	20	10	20	10	10	10	30	110	31	51,16%
		VUE.	10	30	10	20	10	20	5	105		48,84%
_C3		IDA	20	10	20	10	10	10	30	110	31	51,16%
		VUE.	10	30	10	20	10	20	5	105		48,84%
_C4		IDA	21	45	38	29	20	50	34	237	66	51,30%
		VUE.	34	39	31	20	31	36	34	225		48,70%
_8X4		IDA	21	45	38	29	20	50	34	237	66	51,30%

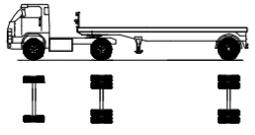
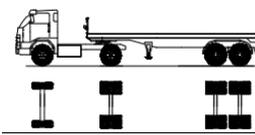
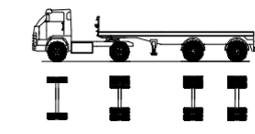
		VUE.	34	39	31	20	31	36	34	225		48,70%
T2S1		IDA	21	45	38	29	20	50	34	237	66	51,30%
		VUE.	34	39	31	20	31	36	34	225		48,70%
T2S2		IDA	21	45	38	29	20	50	34	237	66	51,30%
		VUE.	34	39	31	20	31	36	34	225		48,70%
T2Se2		IDA	20	10	20	10	10	10	30	110	31	51,16%
		VUE.	10	30	10	20	10	20	5	105		48,84%

Tabla 3. Factor de Crecimiento Poblacional

1	Factor de Crecimiento Poblacional	Fca1	23.585
1	Factor de Crecimiento Económico	Fca2	36.393

Tabla 4. Factor de Ejes Equivalentes

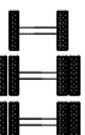
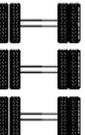
CÁLCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES									
NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	$\beta_x$	$\beta_{18}$	$G_t$	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2,2	1	1,002	20,7760	-0,301	3,2881	0,0005
_2VL		2	4,4	1	1,029	20,7760	-0,301	2,246	0,0057
_4VL		4	8,8	1	1,632	20,7760	-0,301	1,1585	0,0694
_1RS		7	15,4	1	10,200	20,7760	-0,301	0,2802	0,5245
_1RD		11	24,2	1	86,882	20,7760	-0,301	-0,5556	3,5942
_1RS_1RD		16	35,2	2	57,731	20,7760	-0,301	-0,3514	2,246
_2RD		18	39,6	2	102,457	20,7760	-0,301	-0,5734	3,7449
_1RS_2RD		23	50,6	3	91,952	20,7760	-0,301	-0,5047	3,1969
_3RD		25	55	3	138,082	20,7760	-0,301	-0,6619	4,5912
_1RD_1RD		22	48,4	2	86,882	20,776	-0,301	-0,556	7,188

Tabla 5. Resistencia a la Compresión del Concreto

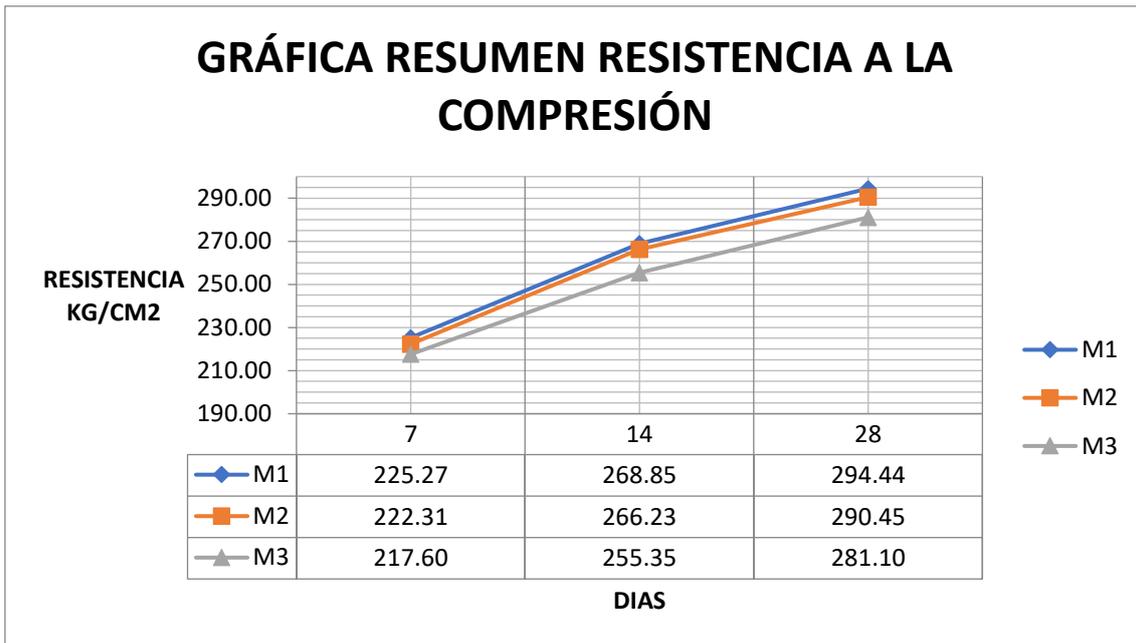


Tabla 6. Cálculo de Numero de Repeticiones de Equivalente

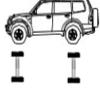
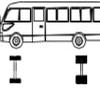
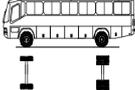
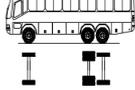
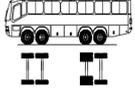
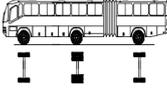
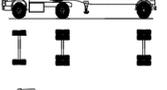
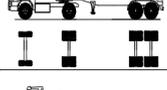
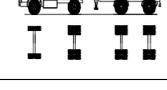
CÁLCULO DE NUMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE													
VAHICULO			FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE				F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL	
TIPO	GRÁFICO	IMDs	DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03							EJE N° 04
VHL1_		66	0,00052	0,00052				0,0010	51,30%	1	365	23,585	300
VHL2_		31	0,00568	0,06943				0,0751	51,16%	1	365	23,585	10254
B2_		38	0,52452	3,59422				4,1187	51,34%	1	365	23,585	691725
B3_1		31	0,52452	2,24602				2,7705	51,16%	1	365	23,585	378269
B4_1		33	0,66799	2,24602				2,9140	50,00%	1	365	23,585	413901
BA_1		66	0,52452	3,59422	0,52452			4,6433	51,30%	1	365	23,585	1353300
_C2		31	0,52452	3,59422				4,1187	51,16%	1	365	36,393	867732
_C3		31	0,52452	3,74490				4,2694	51,16%	1	365	36,393	899477
_C4		66	0,52452	3,19688				3,7214	51,30%	1	365	36,393	1673641
_8X4		66	0,66799	3,74490				4,4129	51,30%	1	365	36,393	1984628
T2S1		66	0,52452	3,59422	3,59422			7,7130	51,30%	1	365	36,393	3468780
T2S2		66	0,52452	3,59422	3,74490			7,8636	51,30%	1	365	36,393	3536546
T2Se2		31	0,52452	3,59422	3,59422	3,59422		11,3072	51,16%	1	365	36,393	2382186

Tabla 7. Diseño de Mezcla

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo	:	TIPO 1
P. Especifico	:	3,11

**b.- Agua**

Tipo	:	
P. Especifico	:	

**c.- Agregado Fino**

Jicamarca

P. Especifico de la masa	:	2,751	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1544,00	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1732,00	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0,49	%
Absorción	:	0,93	%
Módulo de fineza	:	2,67	

**d.- Agregado Grueso**

Jicamarca

Tamaño máximo nominal	:	1/2"	
P. Especifico de la masa	:	2,796	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1435,00	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1567,00	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0,45	%
Absorción	:	0,62	%
Módulo de fineza	:	7,16	

Proporción en Peso

1	2,29	2,30	;	24,39 Lt/Saco
---	------	------	---	---------------

Proporción en Volumen

1	2,21	2,39	;	24,39 lt/pie <sup>3</sup>
---	------	------	---	---------------------------

Tabla 8. ESAL

Tipos de Vehículos	Tráfico Actual IMDA (A)	Factor de Crecimiento (G)(Y) (B)	Tráfico de Diseño (C=AXBX365)	Factor E.S.A.L (D)	E.S.A.L de Diseño (E=CXD)
			%		
<b>B2</b>	6	25,5961	153,58	3,95	607,39
<b>&gt;=3 B</b>	0	25,5961	0,00	2,70	0,00
			%		
<b>C2</b>	114	24,8770	1035130,07	3,95	4093926,94
<b>C3</b>	24	24,8770	217922,12	4,06	885719,52
<b>C4</b>	5	24,8770	45400,44	3,56	161823,36
<b>T2S1 / T2S2</b>	0	24,8770	0,00	7,46	0,00
<b>T2S3</b>	1	24,8770	9080,09	8,22	74683,31
<b>T3S1 / T3S2</b>	0	24,8770	0,00	7,57	0,00
<b>&gt;= T3S3</b>	4	24,8770	36320,35	8,33	302706,61
<b>C2R2</b>	0	24,8770	0,00	10,85	0,00
<b>C2R3</b>	0	24,8770	0,00	10,96	0,00
<b>C3R2</b>	0	24,8770	0,00	10,96	0,00
<b>&gt;=C3R3</b>	0	24,8770	0,00	11,07	0,00
Todos los vehículos	154		1344006,653	<b>E.S.A.L de Diseño</b>	5,52E+06

Factor de distribución Direccional (D):

D=	0,5
L=	0,95

Factor de dirección de carril (L):

## DISEÑO DE PAVIMENTO

Número Estructural

Pavimento Sin Refuerzo 2.8

Pavimento con geo malla 3

## **V. DISCUSIÓN**

El diseño del pavimento obedece a factores como la clasificación de la vía y el periodo de análisis.

Tabla 9. Clasificación de la Vía y Periodo de Análisis

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20
<b>Pavimentada de bajo volumen de tráfico</b>	<b>20 Años</b>

Tabla 10. Categoría de Rango de Tráfico Pesado y Tipo de Tráfico

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
<b>BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE</b>	De 150001	A 300000	<b>TP1</b>
	De 300001	A 500000	<b>TP2</b>
	De 500001	A 750000	<b>TP3</b>
	De 750001	A 1000000	<b>TP4</b>
<b>CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE</b>	De 1000001	A 1500000	<b>TP5</b>
	De 1500001	A 3000000	<b>TP6</b>
	De 3000001	A 5000000	<b>TP7</b>
	De 5000001	A 7500000	<b>TP8</b>
	De 7500001	A 10000000	<b>TP9</b>
	De 10000001	A 12500000	<b>TP10</b>
	De 12500001	A 15000000	<b>TP11</b>
	De 15000001	A 20000000	<b>TP12</b>
	De 20000001	A 25000000	<b>TP13</b>
	De 25000001	A 30000000	<b>TP14</b>

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho

período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

$$S_o = 0.35$$

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

$$R = 90$$

Probabilidad de -1.2816.

El Índice de Serviciabilidad Inicial P0 para el tipo de tráfico es de: 4.5

El Índice de Serviciabilidad Inicial P0 para el tipo de tráfico es de: 3.0

Cálculo de la sub-bases.

Tabla 11. Cálculo de la Sub-bases

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
30 cm	6,4 kg/cm <sup>3</sup>	6,4 kg/cm <sup>3</sup>

El módulo de rotura es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

Tabla 12. Calculo del Espesor de la Losa

Espesor	Gt	Número
230.00 mm	-0.0301	1.62

## **VI. CONCLUSIONES**

1. El material caracterizado para la sub-rasante, es arena mal graduada (SP), A-3(0). De la clasificación SUCS y ASSHTO.
2. La resistencia promedio del concreto utilizado en el pavimento rígido es de 288.3 kg/cm<sup>2</sup>. Obtenido de los proyectos analizados y de influencia en la zona de Jicamarca.
3. La geomalla tiene 25 g/m<sup>2</sup>, establece reducción en cuanto al espesor del pavimento, mejorando el número estructural (utilizado en el diseño), incremento de 2.8 a 3.
4. La evaluación de costos y presupuestos, influye en la relación costo-beneficio, al considerar el tiempo de vida útil del proyecto y el estado del servicio, viable económicamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Establecer el tramo a analizar, cada 250 m.
2. Establecer la relación resistencia-pavimento, a fin de identificar la influencia del diseño de concreto en el pavimento rígido.
3. Evaluar materiales alternos que permitan la interacción entre la geomalla y el pavimento, de manera tal que pueda disminuir la altura del pavimento.
4. Incluir dentro de los costos, el costo de mantenimiento.

## REFERENCIAS

1. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MTC. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Resolución Directoral N° 18- 2016-MTC/14
2. Menéndez, José (2016). Ingeniería de pavimentos tomo 3. Perú. Instituto Nacional y Gerencia. ISBN: 9786124280177.
3. Padilla Rodríguez A. (2015). Deformaciones plásticas en capas de rodadura de pavimentos asfálticos. Edit. UPC. Lima. Perú
4. Yoder y Witczak (2018). Deterioro del pavimento por falta de mantenimiento. EEUU.
5. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MTC. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Resolución Directoral N° 18- 2016-MTC/14
6. Lizárraga López, J. M. (2013). Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geo mallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural. México.
7. Ñaupas, Mejía, y Villagómez (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis 4a. Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2014 p.538
8. Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014) - Metodología de la investigación.
9. Ñaupas, Mejía, y Villagómez (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis 4a. Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2014 p.538
10. Mohammadreza (2016). "Laboratory Evaluation of Geogrid-Reinforced Flexible Pavements" EE. UU-
11. Alvarado y Cornejo (2014) "Las geomallas como refuerzo de bases granulares" p 455.
12. Díaz (2017) Evaluación de la capacidad de soporte de subbases granulares tipo 3, con la adición de PVC reciclado a base de residuos de ropa industrial. Quito, Ecuador: Pontificia universidad Católica del Ecuador, 2016, pp. 5-54.
13. Silva (2016) Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX 160, aplicado a un tramo de la calle Alemania- La

- molina- Cajamarca 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
14. Orrego (2014) Análisis técnico económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia universidad Católica del Perú.
  15. Lizárraga (2013), Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles Aplicando Geo mallas de Polipropileno como Sistema de Reforzamiento Estructural. México.
  16. Zornberg (2013), Sistemas de pavimentos reforzados con geosintéticos. Ciencia e Ingeniería, pp. 5-23
  17. Tensar (2013) International Corporation. Propiedades y ventajas en el desempeño de las geomallas tensar triax.
  18. Menéndez (2016) Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación. Lima, Perú: Departamento de Imprenta de ICG, pp. 15-64.
  19. Tenax (2018) Design of flexible road pavements with Tenax geogrids.
  20. IMD S. Minaya y Ordoñez (2016), Diseño Moderno de Pavimentos. Edit. Limusa. México.
  21. Garnica et al (2013) Módulo de resiliencia en suelos finos y materiales granulares. Instituto Mexicano del Transporte, (142), 58.
  22. Garnica, (2013) Mecánica de materiales para pavimentos. Instituto Mexicano del Transporte, (197), 234.
  23. Menéndez (2013) Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación. Lima, Perú: Departamento de Imprenta de ICG, pp. 15-64.
  24. Manual de carreteras (2013) "Manual de conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito". Lima, Perú.
  25. Manual de carreteras (2013) Manual de carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". Lima: EIRL Macro.
  26. Jagadish K.S., Venkatarama Reddy B.V. and Nanjunda Rao K.S., Alternative Building Materials and Technologies, First Edition, New Age International Publishers, New Delhi, 2007.
  27. Shetty M.S., Concrete Technology Theory and Practice, Revised Edition, S. Chand and Company LTD., New Delhi, 2005.

28. Sidney Mindess, Francis Young J. and David Darwin, Concrete, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2003.
29. Gupta R.K., Civil Engineering Materials & Construction Practices, Jain Brothers, New Delhi, 2006.
30. Alp Eren Yurtseven, Determination of Mechanical Properties of Hybrid Fiber Reinforced Concrete, 2004.
31. ACI Committee 544, Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete, ACI 544.2R-89.
32. ASTM, standard test method for flexural toughness and first crack strength of fiber- reinforced concrete, ASTM 1018-92.
33. JSCE, Method of test for flexural strength and flexural toughness for fiber reinforced concrete.
34. Tlemat H., Pilakoutos K. and Neocleous K., Flexural Toughness of SFRC Made with Steel Fibers Extracted from Used Tyres, <http://www.shef.ac.uk/tyre-recycling/>.
35. FOSROC Product Catalog, Admixtures: SP 430, <http://www.FOSROC.com>. [28] RILEM Symposium 1978, Testing and Test Methods of Fiber Cement Composites, The Construction Press Ltd, Lancaster, 1978.
36. ACI. (2009). American Concrete Institute. Retrieved 05 04, 2016, from <https://www.concrete.org/>
37. Hannant D.J., Fibre Cements and Fibre Concrete, Wiley, Chichester, 1987.
38. Balaguru P.N. and Shah S.P., Fiber-Reinforced Cement Composites, McGraw-Hill.
39. Steel Fiber Reinforced Concrete Ground Slabs, <http://www.upetd.up.ac.za/thesis/>.
40. ACI Committee 544, Guide for Specifying, Proportioning, Mixing, Placing, and Finishing Steel Fiber Reinforced Concrete, ACI 544.3R-93.
41. Shanthakumar A. R., Concrete Technology, Oxford University Press, New Delhi, 2007.
42. ACI Committee 544, Design Considerations for Steel Fiber Reinforced Concrete, ACI 544.4R-88.

43. WRAP Identifies Opportunities for Tyre-derived Steel and Fiber, <http://www.recyclingaction-yorkshire.org.uk/>.
44. California Integrated Waste Management Board, Assessment of Markets for Fiber and Steel Produced From Recycling Waste Tyres, Sacramento, 2003.
45. [https://www.rma.org/scrap\\_tires/scrap\\_tire\\_markets/scrap\\_tire\\_characteristics/](https://www.rma.org/scrap_tires/scrap_tire_markets/scrap_tire_characteristics/).
46. [www.coopertire.com/us/en/information/info-construction.asp](http://www.coopertire.com/us/en/information/info-construction.asp)
47. Environmental Information Exchange; Waste management, Recycling, Tyres <http://www.brooks.ac.uk/eie/tyres.htm>.
48. End of life recycling-the concrete centre, <http://www.sustainableconcrete.org.uk/main>.
49. Alielo M. A., Leuzzi F., Centonze G. and Maffezoli A., Use of Steel Fibers Recovered from Waste Tyres as Reinforcement in Concrete: Pull-out, Compressive and Flexural Strength, Elsevier Ltd., 2008.
50. Tlemat H., Pilakoutus K. and Neocleous K., Stress-Strain Characteristic of SFRC using Recycled Fibers, RILEM 2006.

## **ANEXOS**



Figura 2: Secciones Típicas

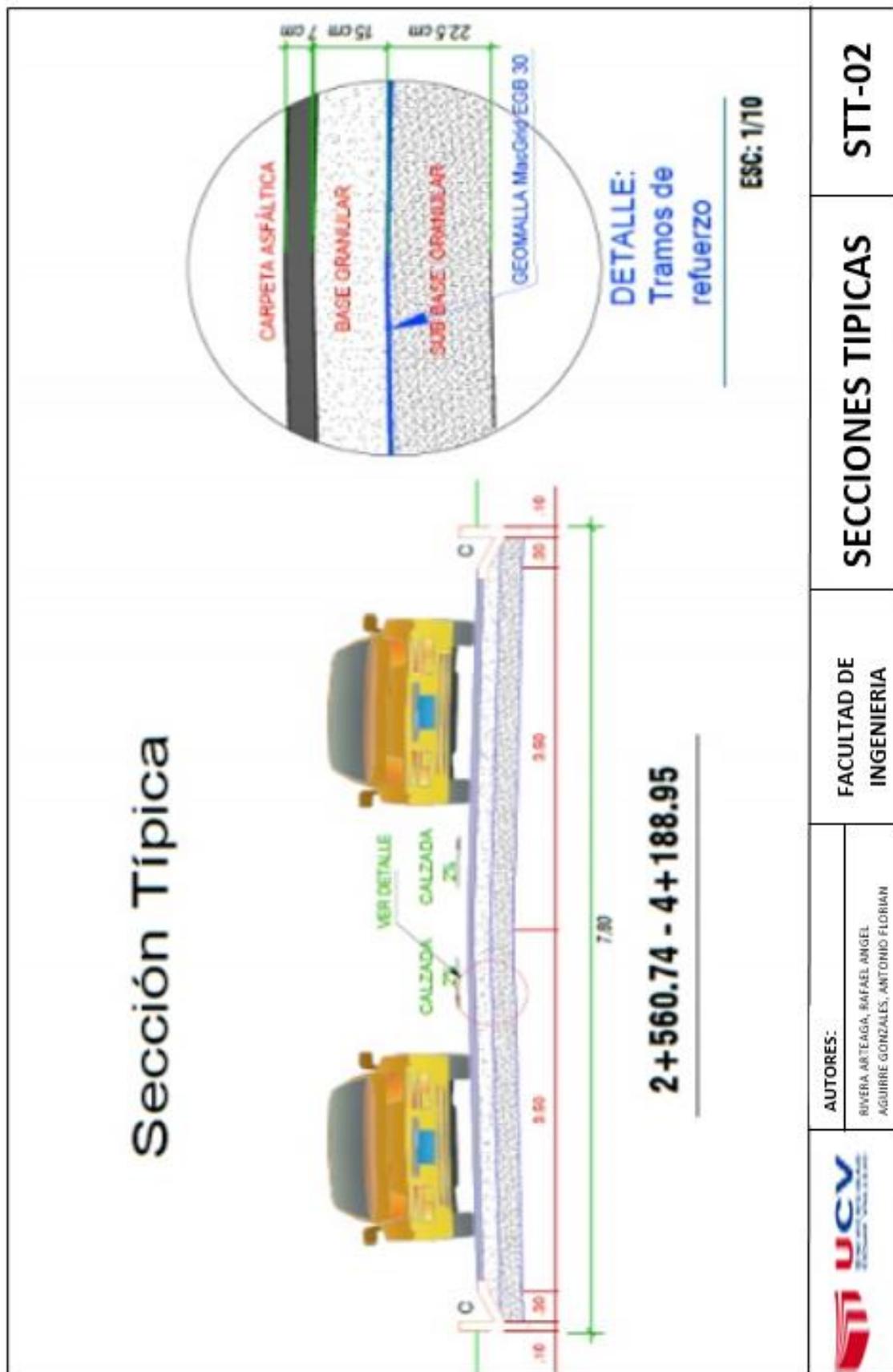


Tabla 1: Matriz Operacionabilidad

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICION
V I: Geomallas de Poliéster	Las Geomallas son materiales <u>geosintéticos</u> que consisten en una superficie uniforme principalmente por el poliéster, está diseñado para aplicaciones de ingeniería, por la combinación de sus propiedades físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas.	Esta utilizado principalmente en la industria de la construcción para desempeñar funciones de separación, filtración, <u>antipunzamiento</u> , <u>antivejetativo</u> , drenaje, refuerzo y contención.	Resistencia a la tención	Método ASTM D 4632	Razón
			Resistencia al desgarre trapezoidal	Método ASTM D 4632	Razón
V D: Concreto Reforzado	Concreto al cual se ha adicionado un refuerzo de Geomallas para absorber los esfuerzos que el concreto por su propia condición no lo puede <u>hacer</u> pero entendiéndose que el trabajo de los dos materiales es de conjunto, es decir a partir de la compatibilidad de deformaciones de los dos materiales.	Las principales características de uso inmediato en el diseño de elementos estructurales de concreto reforzado: resistencia especificada de concreto a la compresión: (fc) – resistencia a la tracción – coeficiente de dilatación térmica – retracción de fraguado – fluencia lenta – módulo de elasticidad o flujo plástico	Resistencia a la compresión	Esfuerzo deformación unitaria	Razón
			Resistencia a la tracción	Módulo de rotura	Razón
			Resistencia al coeficiente de dilatación térmica	Expansión y contracción	Razón
			Resistencia en el módulo de elasticidad	módulo de Young	Razón

*Figura 3: Instalación de la geomalla*



(Elaboración propia)

*Figura 4: Instalación de la geomalla*



*Figura 5: Instalación de la geomalla*



*Figura 6: Aplicación de las mallas de refuerzo*



Figura 7: Vista General del proceso constructivo

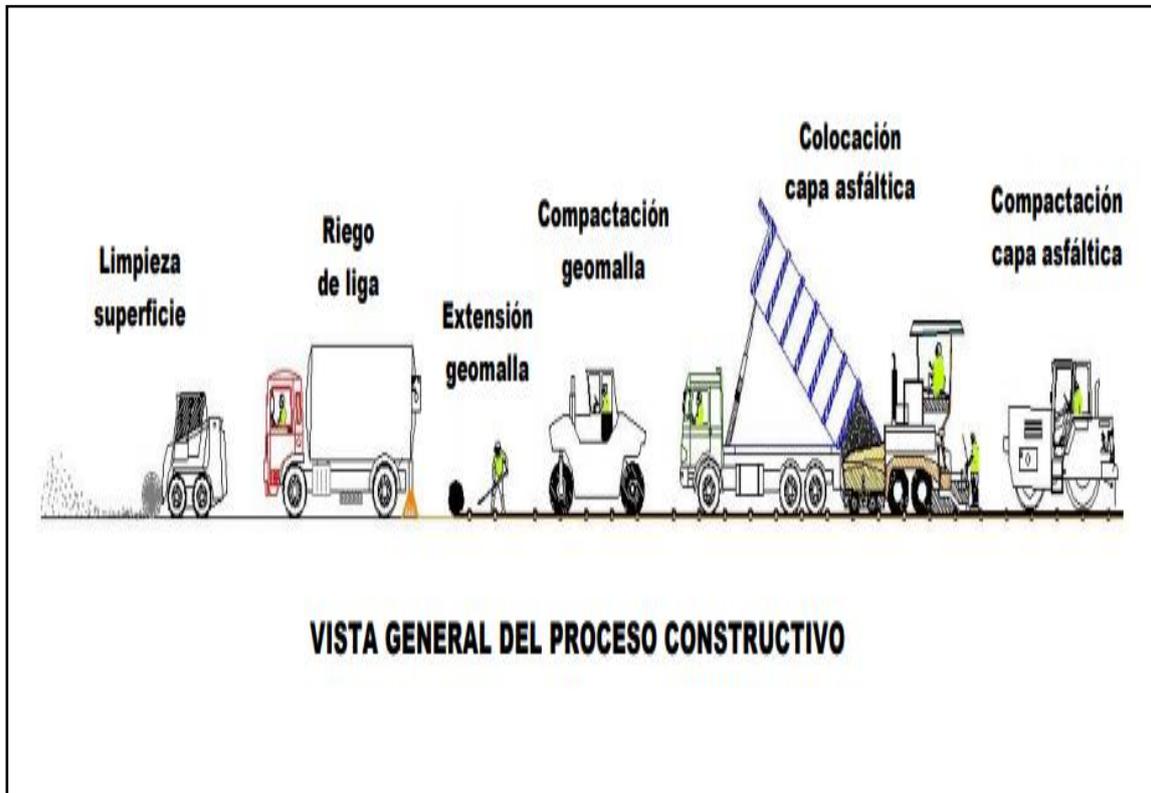
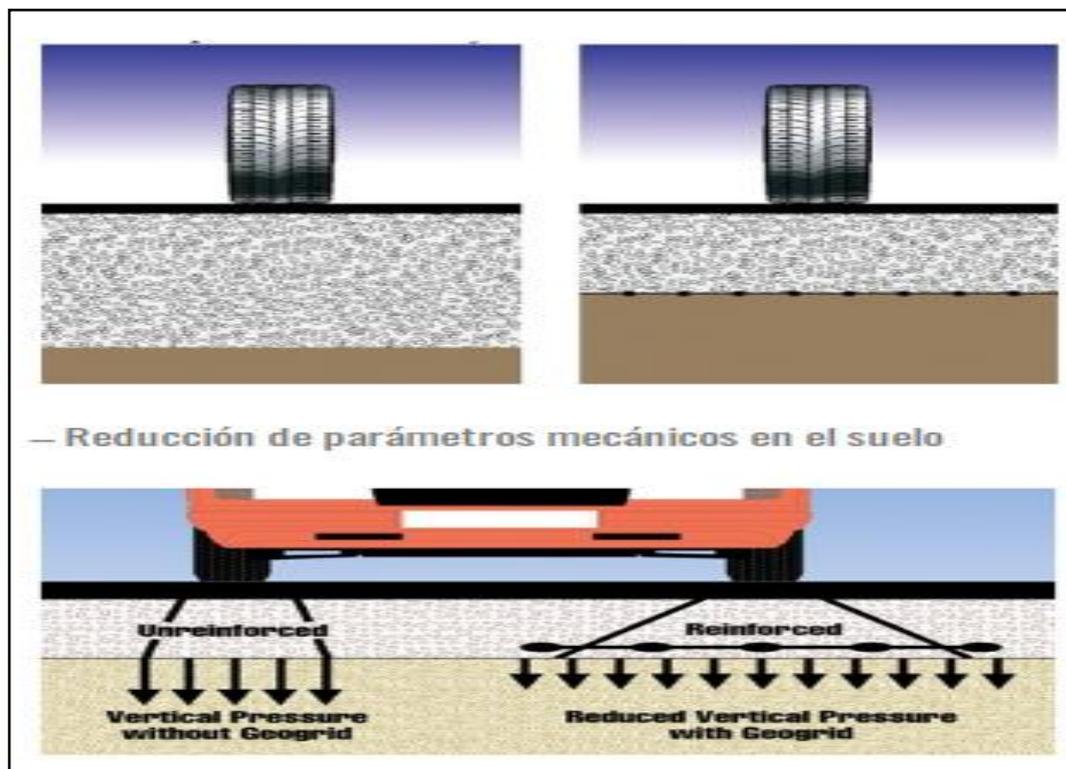


Figura 8 Ventaja del uso de la geomalla





**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, ANTONIO FLORIAN AGUIRRE GONZALES, RAFAEL ANGEL RIVERA ARTEAGA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores titulada: "ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO CON REFUERZO DE GEOMALLAS Y EL PAVIMENTO RÍGIDO CONVENCIONAL.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ANTONIO FLORIAN AGUIRRE GONZALES <b>DNI:</b> 46018377 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2033-1961	Firmado digitalmente por : AAGUIRREGO el 26-07-2020 21:45:04
RAFAEL ANGEL RIVERA ARTEAGA <b>DNI:</b> 07498126 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6765-8403	Firmado digitalmente por : RRIVERAAR el 26-07-2020 22:19:46

Código documento Trilce: TRI - 0031376