

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



Análisis comparativo del uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles respecto al diseño convencional sin refuerzo

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Luis Alfredo Garcia Aquino

ASESOR:

Augusto Martin Alza Vilela

Lima, noviembre, 2025

Informe de Similitud

Yo, Augusto Martin Alza Vilela, docente de la Facultad de **CIENCIAS E INGENIERÍA** de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE GEOMALLAS DE REFUERZO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES RESPECTO AL DISEÑO CONVENCIONAL SIN REFUERZO.


del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as):

LUIS ALFREDO GARCIA AQUINO

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **19%**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **04/07/2025**.
- He revisado con detalle dicho reporte y en la Tesis no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: **Lima, 18 de julio de 2025**

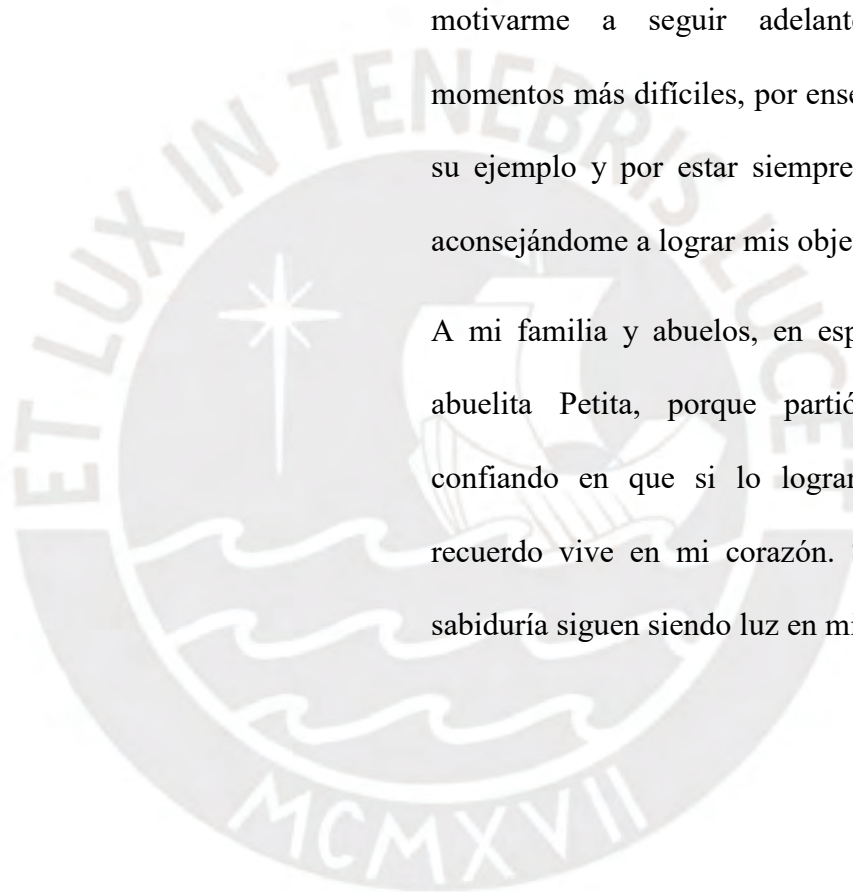
Apellidos y nombres del asesor: Alza Vilela, Augusto Martin	
DNI: 08703104	Firma 
ORCID:0000-0002-3129-3227	

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante, por sostenerme en los momentos de duda y darme la fuerza para seguir adelante.

A mis padres, por su amor incondicional, por motivarme a seguir adelante en los momentos más difíciles, por enseñarme con su ejemplo y por estar siempre a mi lado aconsejándome a lograr mis objetivos

A mi familia y abuelos, en especial a mi abuelita Petita, porque partió al cielo confiando en que si lo lograría y cuyo recuerdo vive en mi corazón. Su amor y sabiduría siguen siendo luz en mi camino.



Agradecimiento

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por darme claridad en los momentos de incertidumbre y sostenerme con fe y esperanza.

A mi asesor, el Ing. Augusto Alza Vilela, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación, que fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A la Pontificia Universidad Católica del Perú, por brindarme no solo una sólida formación académica, sino también un entorno donde viví grandes momentos, me ayudó a crecer tanto en lo personal como en lo profesional y construí recuerdos que llevaré siempre conmigo.

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar la viabilidad del uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles respecto al diseño convencional sin refuerzo. Para ello se consideró dos vías de referencia, la Av. San Martín (133.61 m) ubicada en la provincia y departamento de Cajamarca y la Av. Prolongación Mariscal Castilla (403.88 m) que se ubica en la provincia y departamento de Arequipa. En primera instancia, se diseñó el pavimento flexible convencional con el método AASHTO 93 empleando la fórmula general y el nomograma para el cálculo de los números estructurales; consecuentemente, fue realizado el diseño de pavimentos por medio del método de espesores mínimos y análisis por capas considerando el refuerzo de geomallas en la base. Como resultados se encontró que, al emplear las geomallas de copolímero en la base granular y conservando el espesor de la misma se puede incrementar la capacidad ante el tráfico casi un 400 % (TBR de 3.95) o de lo contrario puede reducirse el espesor de la misma en hasta 53 % (BCR 0.47). En cuanto al análisis económico se tiene que al emplear las geomallas en vías cuyo W_{18} sea mayor a los 7 millones de ejes equivalentes se reducen los costos de ejecución (hasta 10 % menores con la geomalla de hoja de copolímero), no obstante, de emplearse en vías de menor W_{18} los beneficios económicos se verían reflejados en el mantenimiento y conservación de la vía. Se concluye, por lo tanto, que el empleo de geomallas en pavimentos flexibles resulta viable tanto técnica y económicamente en comparación de un pavimento sin refuerzo.

Palabras clave: geomalla, pavimento flexible, BCR, TBR, AASHTO 93.

Abstract

The objective of the research was to evaluate the feasibility of using geogrid reinforcement in the design of flexible pavements compared to conventional design without reinforcement. For this purpose, two reference roads were considered, Av. San Martín (133.61 m) located in the province and department of Cajamarca and Av. Prolongación Mariscal Castilla (403.88 m) located in the province and department of Arequipa. In the first instance, the conventional flexible pavement was designed with the AASHTO 93 method using the general formula and the nomogram for the calculation of the structural numbers; consequently, the pavement design was carried out by means of the minimum thickness method and analysis by layers considering the reinforcement of geogrids in the base. As a result, it was found that by using copolymer geogrids in the granular base and preserving the thickness of the base, the traffic capacity can be increased by almost 400 % (TBR of 3.95) or the thickness of the base can be reduced by up to 53 % (BCR 0.47). Regarding the economic analysis, it is found that by using geogrids in roads with a W18 greater than 7 million equivalent axles, the execution costs are reduced (up to 10 % lower with copolymer geogrid), however, if used in roads with lower W18, the economic benefits would be reflected in the maintenance and preservation of the road. It is therefore concluded that the use of geogrids in flexible pavements is both technically and economically feasible compared to a pavement without reinforcement.

Keywords: geogrid, flexible pavement, BCR, TBR, AASHTO 93.

Contenido

Resumen	i
Abstract	ii
Contenido	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Capítulo I: Generalidades	1
1.1. Introducción	1
1.2. Descripción de la problemática	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación e hipótesis	3
1.4.1. Justificación	3
1.4.2. Hipótesis	4
1.5. Metodología	5
1.5.1. Método de investigación	5
1.5.2. Tipo de investigación	5
1.5.3. Nivel de investigación	6
1.5.4. Diseño de investigación	6
Capítulo II: Marco teórico	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Internacionales	7
2.1.2. Nacionales	8
2.2. Pavimentos	9
2.2.1. Tipos de pavimentos	10
2.2.2. Pavimentos flexibles	11
2.2.3. Estructura del pavimento flexible	13
2.3. Geosintéticos	15
2.3.1. Tipos de geosintéticos	16
2.3.2. Tipos y características de geomallas	17
2.4. Pavimentos flexibles reforzados con geomallas	18
2.5. Daños en pavimentos flexibles	18
2.5.1. Fisuración y agrietamiento	20

2.5.2. Deformaciones y hundimientos	20
2.5.3. Fatiga y estabilidad estructural	21
2.6. Geomalla como refuerzo	22
2.6.1. Mecanismos de refuerzo de geomallas	24
2.6.2. Beneficios del uso de geomallas	26
2.7. Diseño de pavimento flexible	28
2.7.1. Pavimento flexible convencional según el método AASHTO 1993	28
2.7.2. Pavimento flexible según el método de espesores mínimos	31
2.7.3. Pavimento flexible según el método de análisis por capas	32
2.7.4. Pavimento flexible con refuerzo según el método AASHTO R-50	33
Capítulo III: Evaluación de la norma AASHTO M288 y su relación con el refuerzo en pavimentos flexibles	35
3.1. Comparación y consideraciones de las versiones de la AASHTO M288	35
3.1.1. AASHTO M288 – 92	35
3.1.2. AASHTO M288 – 93	36
3.1.3. AASHTO M288 – 00	38
3.1.4. AASHTO M288 – 06	39
3.1.5. AASHTO M288 – 17	40
Capítulo IV: Caso de estudio	45
4.1. Generalidades del proyecto	45
4.2. Parámetros de diseño	46
4.2.1. Av. San Martín	46
4.2.2. Av. Prolongación Mariscal Castilla	47
4.3. Alternativas de diseño del pavimento flexible	47
4.3.1. Método convencional AASHTO 93	47
4.3.2. Método de espesores mínimos	57
4.3.3. Método de análisis por capas	59
Capítulo V: Análisis de resultados y discusión	63
5.1. Revisión de resultados	63
5.1.1. Av. San Martín	63
5.1.2. Av. Prolongación Mariscal Castilla	67
5.2. Análisis de resultados	70
5.2.1. Evaluación técnica	70
5.2.2. Evaluación económica	75
5.3. Discusión de resultados	78

5.3.1. Respecto a la evaluación técnica del uso de geomallas	78
5.3.2. Respecto a la evaluación económica del uso de geomallas	80
Conclusiones	83
Recomendaciones	86
Referencias bibliográficas	87
ANEXOS	89
Anexo N° 01: matriz de consistencia	90
Anexo N° 02: informes de diseño del software Tensar+	92
Anexo N° 03: hojas técnicas de geomallas Tensar	101
Anexo N° 04: determinación del número estructural del pavimento de la Av. San Martín para el diseño por espesores mínimos	107
Anexo N° 05: diseño del pavimento de la Av. San Martín por el método de análisis por capas	110
Anexo N° 06: determinación del número estructural del pavimento de la Av. Prolongación Mariscal Castilla para el diseño por espesores mínimos	113
Anexo N° 07: diseño del pavimento de la Av. Prolongación Mariscal Castilla por el método de análisis por capas	116
Anexo N° 08: presupuestos	119
Anexo N° 09: análisis de costos unitarios	140

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Muestras de la investigación.</i>	6
Tabla 2 <i>Categoría de daños del pavimento flexible</i>	19
Tabla 3 <i>Niveles de confiabilidad R.</i>	30
Tabla 4 <i>Valores de variabilidad “So”.</i>	30
Tabla 5 <i>Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 92.</i>	36
Tabla 6 <i>Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 93.</i>	37
Tabla 7 <i>Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 00.</i>	38
Tabla 8 <i>Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 06.</i>	39
Tabla 9 <i>Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 17.</i>	40
Tabla 10 <i>Propiedades del geotextil de clase IA</i>	41
Tabla 11 <i>Requisitos de las propiedades de geosintéticos para refuerzo de suelos.</i>	42
Tabla 12 <i>Parámetros de diseño de la Av. San Martín.</i>	46
Tabla 13 <i>Parámetros de diseño de la Av. Mariscal Castilla.</i>	47
Tabla 14 <i>Datos para el cálculo de pavimento de la Av. San Martín.</i>	52
Tabla 15 <i>Números estructurales de la Av. San Martín.</i>	53
Tabla 16 <i>Cálculo de espesores por el método convencional AASHTO para la Av. San Martín.</i>	53
Tabla 17 <i>Suma de números estructurales para la Av. San Martín.</i>	54
Tabla 18 <i>Datos para el cálculo del pavimento de la Av. Castilla.</i>	55
Tabla 19 <i>Números estructurales de la Av. Castilla.</i>	55
Tabla 20 <i>Cálculo de espesores por el método convencional AASHTO para la Av. Castilla.</i>	56
Tabla 21 <i>Suma de números estructurales de la Av. Castilla.</i>	56
Tabla 22 <i>Parámetros de diseño de la Av. San Martín con geomallas Tensor.</i>	65
Tabla 23 <i>Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. San Martín por espesores mínimos.</i>	66
Tabla 24 <i>Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. San Martín por análisis de capas.</i>	66
Tabla 25 <i>Parámetros de diseño de la Av. Castilla con geomallas Tensor.</i>	68
Tabla 26 <i>Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. Castilla por espesores mínimos.</i>	69

Tabla 27 <i>Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. Castilla por análisis de capas.</i>	70
Tabla 28 <i>Valores del Traffic Benefit Ratio en función del cambio del espesor de la base granular de la Av. San Martín.</i>	71
Tabla 29 <i>Valores del Traffic Benefit Ratio en función del cambio del espesor de la base granular de la Av. Castilla.</i>	71
Tabla 30 <i>Valores de BCR en función del método de diseño empleado para la Av. San Martín.</i>	73
Tabla 31 <i>Valores de BCR en función del método de diseño empleado para la Av. Castilla.</i>	74
Tabla 32 <i>Estimación del precio de los proyectos de pavimentación.</i>	76



Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Estructura típica del pavimento flexible.	14
<i>Figura 2.</i> Fisuras en bloque.	20
<i>Figura 3.</i> Piel de cocodrilo acompañada de ahuellamiento.	21
<i>Figura 4.</i> Ahuellamiento.	21
<i>Figura 5.</i> Fisuración por deslizamiento de capas.	22
<i>Figura 6.</i> Confinamiento lateral generado por la geomalla en material granular.	24
<i>Figura 7.</i> Mejoramiento de la capacidad de soporte mediante el uso de geomalla de refuerzo.	25
<i>Figura 8.</i> Efecto de membrana tensionada inducido por la acción de geomalla de refuerzo.	25
<i>Figura 9.</i> Software de la ecuación AASHTO 93 para la obtención de SN.	32
<i>Figura 10.</i> Software de cálculo de espesores por el método de análisis por capas.	33
<i>Figura 11.</i> Ubicación de la Av. San Martín.	45
<i>Figura 12.</i> Ubicación de la Av. Mariscal Castilla.	46
<i>Figura 13.</i> Nomograma para cálculo de número estructural.	52
<i>Figura 14.</i> Números estructurales de la Av. San Martín con el uso del nomograma.	53
<i>Figura 15.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando el nomograma de AASHTO (1993).	54
<i>Figura 16.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando la ecuación de AASHTO (1993).	54
<i>Figura 17.</i> Números estructurales de la Av. Castilla con el uso del nomograma.	55
<i>Figura 18.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando el nomograma de AASHTO (1993).	56
<i>Figura 19.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando la ecuación de AASHTO (1993).	57
<i>Figura 20.</i> Software de la ecuación AASHTO 93 para la obtención de SN.	57
<i>Figura 21.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando el método de espesores mínimos.	58
<i>Figura 22.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando el método de espesores mínimos.	59
<i>Figura 23.</i> Software de cálculo de espesores por el método de análisis por capas.	60
<i>Figura 24.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando el método de análisis de capas.	60
<i>Figura 25.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando el método de análisis de capas.	61
<i>Figura 26.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla NX750.	63

<i>Figura 27.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla NX750-FG.	64
<i>Figura 28.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla HX5.5.	64
<i>Figura 29.</i> Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla TX Type 3.	64
<i>Figura 30.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla NX750.	67
<i>Figura 31.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla NX750-FG.	67
<i>Figura 32.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla HX5.5.	68
<i>Figura 33.</i> Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla TX Type 3.	68
<i>Figura 34.</i> Relación entre el Traffic Benefit Ratio y el espesor de la base granular de la Av. San Martín.	72
<i>Figura 35.</i> Relación entre el Traffic Benefit Ratio y el espesor de la base granular de la Av. Castilla.	73
<i>Figura 36.</i> Comparación de los valores del Base Course Reduction por métodos de diseño de la Av. San Martín.	74
<i>Figura 37.</i> Comparación de los valores del Base Course Reduction por métodos de diseño de la Av. Castilla.	75
<i>Figura 38.</i> Comparación de precios de los proyectos de pavimentación para la Av. Castilla.	77
<i>Figura 39.</i> Comparación de precios de los proyectos de pavimentación para la Av. San Martín.	78

Capítulo I: Generalidades

1.1. Introducción

Las estructuras de pavimentos son elementales en el progreso socioeconómico y desarrollo territorial de cualquier país. Si no se realizaría un buen procedimiento constructivo y un adecuado mantenimiento, dichas estructuras se deteriorarían significativamente respecto al tiempo de su vida útil estimado en su diseño.

Por otro lado, en los últimos años, se está empezando a tomar un profundo interés de reducir el uso de recursos no renovables sumada a la reducción de costos en proyectos viales. Desde entonces, se han iniciado exhaustivas investigaciones de la mano de profesionales de las más influyentes casas de estudio del mundo, contribuyendo al empleo de nuevas tecnologías para el mejor desempeño de los pavimentos desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental y económica de los proyectos.

Los geosintéticos son materiales en base de polímeros creados para fortalecer y mejorar las condiciones del suelo. Por ello, en el territorio peruano, la aplicación de materiales geosintéticos en el diseño y proyección de carreteras se ha intensificado en los últimos tiempos, en virtud de las diversas utilidades y beneficios que ofrece: simplicidad en la instalación, reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero, el reducido costo que conlleva su adquisición, entre otros (Zavala, 2020).

En ese sentido, la utilización de geomallas en pavimentos, como geosintéticos de refuerzo por excelencia, permiten separar su estructura y el terreno natural evitando la mezcla entre las capas que las componen, por lo que mantiene intacta la capacidad portante del pavimento. Existen muchos proyectos de pavimentación en el Perú, en los cuales se han aplicado geomallas de refuerzo, tales como la carretera Iquitos-Nauta y nuevas vías de Lima (Panamericana Sur, Panamericana Norte y autopista Ramiro Priale),

entre las más relevantes y que han causado un impacto positivo para el estudio de esta tecnología que son la aplicación de geomallas en estructuras de pavimentos flexibles.

1.2. Descripción de la problemática

Desde hace unos años, se ha evidenciado un incremento considerable del parque automotor nacional; por ello, se requiere de diseños de estructuras de pavimentos más duraderos y eficientes, de modo que se reduzcan costos en el mantenimiento y/o reparación de estos. Asimismo, los procedimientos de construcción de pavimentos que se desarrollan en el país perjudican su adecuado funcionamiento deteriorando las capas que las conforman (Sicha, 2018). Esto se debe al uso de áridos con exceso de agregado fino y sin material de refuerzo que se emplea en el diseño de estructuras de pavimento, lo que ocasiona su rápido deterioro y, como es visto en muchas regiones del país, existe una gran ausencia en el mantenimiento de ellos, los cuales propician la aparición de grietas, quebraduras y fracturas de todo tipo (Zornberg, 2013).

Asimismo, a lo largo del territorio nacional se puede evidenciar una gran cantidad de vías que necesitan ser reparadas con celeridad e inclusive ser reemplazadas por una nueva estructura de pavimento de manera que tenga una mayor resistencia ante las solicitaciones externas que se presentan: carga de tránsito, condiciones climáticas, deficiente sistemas de drenaje, entre otros. Adicionalmente, la ausencia de normatividad en el Perú para el uso de nuevas tecnologías da como resultado proyectos de obras viales deficientes y un uso inadecuado de la tecnología para el diseño de pavimentos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la factibilidad del uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles respecto al diseño convencional sin refuerzo.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Realizar una evaluación técnica de la aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles.
- b) Desarrollar una evaluación económica de la aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles.

1.4. Justificación e hipótesis

1.4.1. Justificación

En la actualidad, se ha observado un incremento de vehículos de transporte de toda índole en el Perú y constantes variaciones climáticas en nuestra región y sus efectos que ello conlleva: inundaciones, constantes lluvias, cambios bruscos de temperatura, entre otros.

Por lo mencionado anteriormente se ha evidenciado redes viales muy deterioradas y en mal estado que necesitan ser reparadas y en el peor de los casos ser reemplazadas por nuevas estructuras de pavimento. De esta manera, surge la necesidad de crear estructuras de pavimento más eficientes utilizando nuevas tecnologías sostenibles y rentables que ayuden a atenuar dichas problemáticas. Por ello, el uso de geomallas resulta ser una gran alternativa tanto técnica como económica, ya que su aplicación como refuerzo de base mejora la capacidad

portante de las estructuras de pavimento. Además, reduce considerablemente su espesor de diseño lo que conlleva al ahorro de materiales y, por ende, reducción de costos en su fabricación (Koerner, 2012).

Asimismo, su empleo permite que se incremente la vida útil del pavimento reduciendo costos en el mantenimiento y materiales empleados para su conservación, lo que implica la atenuación de la huella de carbono al reducir el uso de materiales pétreos y de gases CO₂ en la disminución de transporte de equipos y materiales procesados lo que se traduce a una mitigación del impacto ambiental.

1.4.2. Hipótesis

Hipótesis general

La aplicación de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles resulta factible económicamente y mejora significativamente el rendimiento y durabilidad de los pavimentos en comparación con el diseño convencional sin refuerzo.

Hipótesis específica

- a) La aplicación de las geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles permite soportar cargas de tráfico mayores y prolongadas en comparación con los pavimentos convencionales sin refuerzo.
- b) El uso de geomallas de refuerzo en pavimentos flexibles prolonga la vida útil del pavimento en comparación con los pavimentos convencionales sin refuerzo.
- c) Los pavimentos con geomallas de refuerzo requieren menos intervenciones de mantenimiento y reparación que los pavimentos sin refuerzo.

- d) El diseño de pavimentos flexibles con geomallas de refuerzo permite una reducción en el espesor de la base del pavimento flexible sin comprometer la calidad, en comparación con el diseño convencional.
- e) El uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles puede resultar más rentable, ya que disminuye notablemente los costos de mantenimiento y reparación al mejorar la durabilidad y estabilidad del pavimento en comparación con los pavimentos que no utilizan refuerzo.

1.5. Metodología

1.5.1. Método de investigación

El método de investigación considerado fue el científico, método por excelencia para la búsqueda de la verdad científica a partir de pasos estructurados y ordenados como la observación, el planteamiento del problema, el establecimiento de objetivos, la experimentación, la interpretación de resultados, la contrastación de hipótesis y el establecimiento de conclusiones.

1.5.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación corresponde a la aplicada, porque el fin es la solución de un problema real, que está representado por las deficientes características tanto física y estructurales de las vías, por ende, se hará uso del conocimiento generado por la investigación básica referente a refuerzo en las capas granulares del pavimento flexible.

1.5.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación corresponde al explicativo porque se cuenta con una variable independiente que viene a ser las diferentes geomallas extruidas y una variable dependiente que viene a ser las características del pavimento flexible en cuanto a los espesores de la estructura y su capacidad ante las cargas de tráfico.

1.5.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación corresponde al experimental porque se contó con aplicaciones que vienen a ser la inclusión de las geomallas extruidas en la base de la estructura del pavimento flexible de dos proyectos viales.

Además, se tiene un grupo patrón que está representando por el pavimento flexible sin refuerzo. En ese sentido, se tomaron dos tramos de vías de muestras que corresponden a la Av. San Martín en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca; además, de la Av. Prolongación Mariscal Castilla en el distrito Mariano Melgar en la provincia y departamento de Arequipa.

Tabla 1
Muestras de la investigación.

Vía	Entre	Longitud (m)
Av. San Martín	Av. Atahualpa y la Av. Héroes de Cenepa	133.61
Prolongación Mariscal Castilla	Av. Simón Bolívar hasta el puente Santa Rosa	403.88

Capítulo II: Marco teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

En *Designing with Geosynthetics* (6ª edición, 2011), Robert M. Koerner detalla el uso de geomallas como refuerzo en pavimentos, destacando su papel en la distribución de cargas y la mejora de la estabilidad estructural. Las geomallas ayudan a reducir el agrietamiento y el deterioro de pavimentos flexibles al prevenir la concentración de tensiones y controlar el movimiento de los materiales de la base. Asimismo, resulta importante seleccionar geomallas con las propiedades adecuadas y seguir prácticas de instalación correctas para maximizar su efectividad y prolongar la vida útil de las estructuras para reducir los costos de mantenimiento y rehabilitación.

Por otro lado, Zornberg (2013), realizó un estudio en la universidad de Texas (USA) acerca del uso de los geosintéticos en el empleo de los pavimentos flexibles con el propósito de conocer las ventajas de ciertos geosintéticos y de la aplicación técnica de los mismos. Dicho especialista elaboró un análisis de estudio en el cual determina las cualidades destacadas de los geosintéticos que aporta al progreso de la calidad del comportamiento de las estructuras de pavimentos frente a las cargas dinámicas que se presentan y predice el desempeño del pavimento en virtud de las características de los distintos tipos de geosintéticos, logrando demostrar que su utilidad mejora significativamente el comportamiento mecánico de los pavimentos, asimismo que su uso resulta más viable tanto técnica como económicamente.

2.1.2. Nacionales

Orrego (2014), elaboró su tesis relacionada al empleo de geomallas como refuerzo en base granulares en pavimentos flexibles, con el propósito de determinar si el uso de este tipo de geosintético resulta ser una opción económicamente admisible sin alterar la relevancia estructural de la vía. El desarrollo de la investigación que utilizó en el estudio se basó en diseñar un pavimento de tres formas distintas: pavimento convencional sin refuerzo bajo la norma AASHTO 1993 y las otras secciones reforzadas con geomallas biaxiales y multiaxiales bajo la norma R-50. Se llegó a la conclusión de que, en todos los casos, los espesores resultan ser menores cuando se diseña utilizando la geomalla de refuerzo, siendo en promedio un 40% menor el espesor respecto al diseño convencional, lo que se traduce de un impacto positivo económico al reducir el uso y traslado de materiales que componen las capas de los pavimentos.

Por su parte, Ames y Bustos (2020), en su tesis de pregrado, realizaron un estudio comparativo acerca del diseño de un pavimento convencional y de un pavimento flexible utilizando geomalla de refuerzo en el Centro Poblado Huanchac, Huaraz, Ancash, con la finalidad de determinar las ventajas, beneficios y aportes técnicos y económicos del geosintético en mención sin debilitar la capacidad portante de la estructura del pavimento. Es importante mencionar que se utilizó geomalla biaxial BX1100 y con ello se realizó el análisis de reducción de espesores de capas de pavimento, en el cual se obtuvo una reducción de la capa base del 20 % y de la capa subbase del 44.8 %.

2.2. Pavimentos

Según Kadiyali (2011), en su libro *Principles of Pavement Engineering*, un pavimento se define como una estructura construida sobre la superficie de una carretera o área de tránsito para proporcionar una superficie duradera y resistente al desgaste, capaz de soportar las cargas de tráfico y distribuir las al suelo subyacente. El pavimento está compuesto por varias capas: la capa de rodadura (superior), la capa de base (intermedia) y la capa de subbase (inferior), cada una con funciones específicas para asegurar estabilidad, resistencia y durabilidad. Por tanto, las estructuras de pavimentos se diseñan con el fin de sostener las cargas aplicadas por la circulación vehicular, para resistir los cambios climáticos y para ofrecer a los usuarios un paso cómodo seguro y confortable. En ese sentido, un pavimento debe cumplir adecuadamente ciertos parámetros para un correcto funcionamiento:

- Ser resistente a las solicitaciones externas impuestas por el flujo vehicular.
- Debe ser duradero y económico
- Ser resistente ante la descomposición, desgaste, desintegración y destrucción de los materiales que lo componen, lo que se traduce como resistente a los agentes de la intemperie.
- Debe mantener cierta uniformidad superficial longitudinal y transversal, debido a lo cual facilite un conveniente confort a los usuarios en general.
- Debe cumplir una adecuada estructura superficial que se adecúe a las velocidades de diseño estimadas para el paso vehicular y ser resistente al deterioro provocado por el efecto abrasivo de las llantas.

- Debe presentar la vista y el color idóneo para prevenir reflejos, ceguera y deslumbramiento de los usuarios.
- Debe poseer un moderado ruido de rodadura, de modo no afecte el confort del usuario ni interna y externamente del vehículo.

2.2.1. Tipos de pavimentos

En la investigación *Diseño y Construcción de Pavimentos (1995)*, Germán Vivar Romero proporciona una clasificación exhaustiva de los pavimentos, organizándolos en dos categorías principales: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles. Esta distinción es fundamental para comprender los distintos métodos de construcción y los tipos de aplicaciones en los que cada uno se destaca.

Los pavimentos rígidos, que están predominantemente fabricados con concreto, se caracterizan por su alta capacidad de carga y su notable durabilidad. Esta categoría incluye pavimentos de concreto hidráulico que se utilizan en infraestructuras críticas como carreteras principales, pistas de aeropuertos y zonas de alta carga vehicular. La estructura de estos pavimentos se compone de una capa de concreto de alta resistencia que actúa como una placa rígida. Esta placa rígida no solo soporta grandes cargas, sino que también distribuye uniformemente el peso sobre las capas subyacentes, minimizando así la presión directa sobre el suelo base. Este mecanismo de distribución es crucial para reducir la aparición de deformaciones y fallos prematuros, como fisuras y agrietamientos, que podrían comprometer la integridad estructural del pavimento.

Por otro lado, los pavimentos flexibles, comúnmente construidos con asfalto, ofrecen una solución más adaptable y económica en comparación con los

pavimentos rígidos. La estructura de un pavimento flexible incluye varias capas que trabajan en conjunto para soportar y distribuir las cargas de tráfico. La capa superior de rodadura está compuesta de una mezcla de asfalto que proporciona una superficie resistente y duradera. Debajo de esta capa, se encuentra una base granular que actúa como un amortiguador, permitiendo que el pavimento se adapte a las deformaciones y movimientos del suelo subyacente. Este diseño hace que los pavimentos flexibles sean más capaces de acomodar variaciones en las condiciones del terreno y las tensiones impuestas por el tráfico y el clima. A pesar de su flexibilidad, este tipo de pavimento puede ser igualmente duradero y resistente, siempre y cuando se mantenga adecuadamente y se realicen las reparaciones necesarias.

2.2.2. Pavimentos flexibles

En su publicación, *Pavement Analysis and Design*, Yang H. Huang (2004) define los pavimentos flexibles como sistemas estructurales compuestos por múltiples capas que permiten adaptarse a las deformaciones bajo carga. Estos incluyen una capa de rodadura superior que actúa como superficie de contacto, una capa de base que distribuye las cargas, una capa de sub-base que proporciona soporte intermedio, y el sustrato que es el suelo natural subyacente. Estos pavimentos deben otorgar una superficie de rodamiento uniforme y que posean la capacidad de resistir cargas dinámicas tales como tráfico vehicular, variaciones de temperatura y humedad, facilidad de mantenimiento, entre otros.

Asimismo, los pavimentos flexibles deben cumplir con características fundamentales como una distribución efectiva de cargas, flexibilidad para adaptarse a las variaciones bajo carga, y resistencia a la deformación y desgaste.

La durabilidad, la adecuada capacidad de drenaje y la posibilidad de un mantenimiento y reparación sencillos son cruciales para su funcionalidad y longevidad. El diseño debe considerar las condiciones climáticas locales y garantizar la estabilidad estructural para soportar las cargas de tráfico sin comprometer la integridad del pavimento (Huang, 2004).

A continuación, se detallarán las características fundamentales que regulan el diseño de los pavimentos flexibles:

Resistencia estructural. - Esta elemental condición que debe cumplir el pavimento es resistir las cargas debida a la acción del tránsito vehicular dentro de los límites de daño y destrucción previstos por el proyecto a realizar. La capacidad de resistencia de los componentes que conforman los pavimentos flexibles es importante, puesto que permite soportar los esfuerzos constantes debido a la acción de las cargas dinámicas aplicadas.

Deformabilidad. - Esta es una característica propia del pavimento flexible, ya que la naturaleza de los materiales permite que tengan niveles de deformación tolerables para los elevados esfuerzos que actúan sobre la estructura del pavimento. Asimismo, dichas irregularidades persistentes a lo largo de la trayectoria de la vía se pueden visualizar como depresiones, baches, hundimientos o canales.

Costo. - Los pavimentos flexibles presentan menor costo inicial de construcción con respecto a los pavimentos rígidos. Para ello, se considera los costos de los materiales en intervención, de construcción, rehabilitación y mantenimiento.

Durabilidad. - El ciclo de vida de un pavimento trae amplias incertidumbres y en algunos casos son difíciles de estimar. La durabilidad está ligada tanto a factores sociales y del tipo de la obra que se requiere. Asimismo, se debe tomar en cuenta

la disgregación, cambios en las propiedades del asfalto y de las capas del pavimento ante constantes cargas vehiculares y variaciones climáticas, puesto que todo ello influye considerablemente en la vida de los pavimentos.

Conservación. - La conservación del pavimento flexible debe estar prevista bajo los siguientes componentes: mantenimiento preventivo, mantenimiento de rutina y rehabilitación menor. En este punto es importante que se realice un correcto ejercicio de conservación con juicio y experiencia, ya que algún descuido o desatino produciría un mantenimiento costoso.

Confort. - Este tipo de infraestructura vial flexible resulta cómodo para el tránsito vehicular a lo largo de prolongadas carreteras. Cuando se planea realizar una vía de pavimento flexible se debe contemplar la comodidad de la circulación y aumentar la seguridad del conductor: mejor visibilidad de las vías de pavimentos, mejores sistemas de drenaje, evitar el continuo deterioro de los pavimentos, entre otros.

2.2.3. Estructura del pavimento flexible

El conjunto de capas que conforman dicho pavimento refiere a aspectos económicos y duraderos que son contemplados en el diseño, pues el objetivo es diseñar una estructura de pavimento con el espesor mínimo que disminuya los esfuerzos sobre las capas subyacentes. Las capas que integran el pavimento están compuestas generalmente de la subrasante, subbase, base y la carpeta asfáltica (Caballeros, 2006).

De acuerdo con Valenzuela (1993), la estructuración de un pavimento flexible incluye, además, aquellas capas que no son parte del pavimento estrictamente, pero

son parte de la sección de una vía y que trabajan junto con las capas contigua tal como se puede apreciar en la Figura 1.

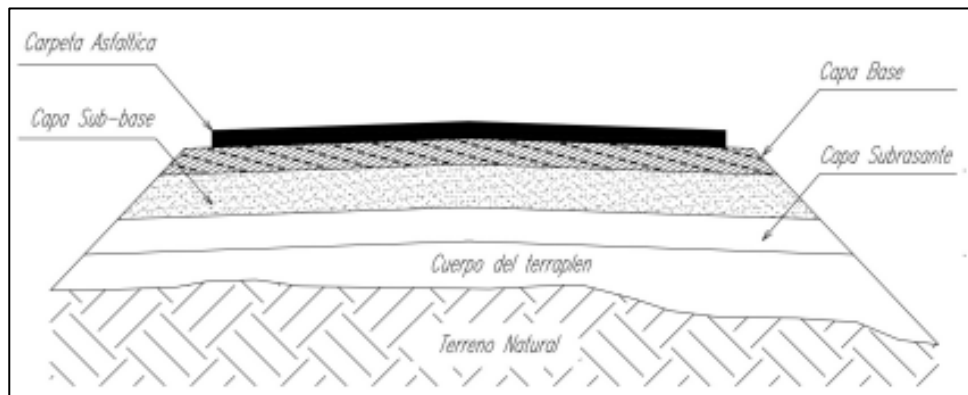


Figura 1. Estructura típica del pavimento flexible.

Fuente: Tomado de Generalidades y definiciones de los pavimentos por Valenzuela (1993).

De acuerdo a la Figura 1, estructura típica del pavimento flexible, se procede a describir las capas que conforman al pavimento flexible:

Terreno natural. - Es aquella franja de cimentación en la cual se proyecta construir la vía o camino pavimentado y que su función es resistir las cargas propias de la estructura del pavimento, del terraplén y de las cargas dinámicas de tráfico.

Cuerpo de terraplén. - En muchos casos resulta necesario realizar la construcción de un terraplén, ya que su función principal es proporcionar la profundidad requerida para las especificaciones geométricas de las obras de drenaje, soportar las cargas del tráfico transferidas por las capas suprayacentes y prorratar los esfuerzos para conducirlos de forma conveniente al terreno de fundación.

Capa subrasante. - Presenta múltiples funciones tales como soportar, transmitir y distribuir uniformemente los esfuerzos generados por las cargas impuestas por el tránsito vehicular que provienen de las capas superiores, de modo que el terreno en fundación esté apto de sostenerlas. Asimismo, evita la contaminación de las capas

del pavimento cuando el terreno natural o el cuerpo de terraplén sean de material arcillosos o fino.

Capa subbase. - Esta capa está destinada principalmente a resistir las cargas debido al flujo vehicular y distribuir las uniformemente a las capas que están por debajo, actuando, adicionalmente, como dren para desalojar el agua filtrante de capas superiores. Por otro lado, se busca que el espesor de la subbase sea mayor que el de la capa base, de modo que se logre un mejor presupuesto inicial, ya que el espesor de la subbase tiene un menor costo que el de la capa base.

Capa base. - Es la capa intermedia entre la capa de rodadura y la subbase. Está encargada de resistir y absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas dinámicas del paso vehicular y transmitirlos uniformemente a las capas de subbase y subrasante. Dicha capa puede ser de material granulares (piedra, grava, arena, etc.) o por mezclas bituminosas. Es importante mencionar que la capa base cumple la función de drenante de agua.

Carpeta asfáltica. - Es elaborada de material pétreo seleccionado y un producto asfáltico, que protege la capa base, impermeabilizando la superficie, de modo que se evite posibles infiltraciones de agua de lluvia que podrían saturar total o parcialmente las capas inferiores que conforman la estructura del pavimento flexible.

2.3. Geosintéticos

De acuerdo a la American Society for Testing and Materials en su norma ASTM D-4439-97, son productos compuestos de materiales poliméricos usados con materiales geotécnicos tales como rocas, suelos, tierra, entre otros que son utilizados como una parte fundamental en obras de ingeniería civil de toda índole u otras construcciones proyectadas

por el hombre. En ese sentido, el empleo de refuerzos geosintéticos en las capas del pavimento mejora considerablemente las características estructurales de la carretera (Calvarano,2017).

2.3.1. Tipos de geosintéticos

Los geosintéticos más frecuentes empleados en el sector de la ingeniería en general son los geotextiles, geomallas, geomembranas, geoceldas, geonets y geocompuestos procedente de la combinación y/o acoplamiento de las propiedades y capacidades de cada uno de los mencionados previamente. A continuación, se detallarán cada uno de los geosintéticos en referencia:

Geotextiles. - Según Pavco Wavin (2021), el geotextil es un geosintético permeable de material textil plano, polimérico (sintético o natural), los cuales son de tipo tejido o no tejido y que se emplea en contacto con el suelo en fundación (tierra, piedras, etc.) u otros empleados en el sector de la ingeniería civil aplicados al campo geotécnico e hidráulico. Los geotextiles tejidos consisten en dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos y otros elementos que se entrelazan verticalmente para formar una estructura bidimensional. Por otro lado, los geotextiles no tejidos, son formados por fibras superpuestas en forma laminar, según el sistema requerido, para conectar los filamentos o fibras.

Geomallas. - La geomalla está compuesta por un juego de costillas enlazadas con aberturas de un tamaño estándar, según su fabricación, que permite la trabazón mecánica de suelos, piedras, elementos finos u otro material geotécnico que puede afectar el comportamiento del pavimento (Alza, 2021). Incluir en bibliografía

Geomembranas. - De acuerdo a la norma ASTM D4439 (2018), define a la geomembrana como un revestimiento de baja permeabilidad que es usado con todo

tipo de material que es utilizado en la rama de la ingeniería geotécnica para contrastar la atenuación de líquidos; es decir, prevé la infiltración de fluidos contaminados al suelo y permite la construcción de sistemas de drenajes e impermeable.

Geoceldas. - Son estructuras tridimensionales que se utilizan para el confinamiento del material granular, aumentando su desempeño frente a sus propiedades iniciales y garantizando una estabilidad dimensional. Permite el reemplazo de materiales granulares por materiales in situ y asegura un adecuado confinamiento del terreno para el control de erosión en la aplicación de canales y talude (Pavco Wavin, 2021).

Georredes (geonets). - Consiste en costillas paralelas que conforman diversos ángulos entre ellos para el drenaje de líquidos o gases. Son geosintéticos que se utilizan en combinación de otros geosintéticos: geomembranas, geotextiles, geomallas, entre otros, los cuales son conocidos como geocompuestos de drenaje. Puede ser usado como núcleo drenante de muros y placas de contención de concreto debido a su alta capacidad de drenaje planar (Alza, 2021).

2.3.2. Tipos y características de geomallas

Geomalla uniaxial. - Están fabricados de poliéster u otros polímeros con resistencia UV haciéndolo muy resistentes a la intemperie, asimismo están diseñados para resistir grandes esfuerzos durante largos periodos de tiempo en el cual las sollicitaciones se dan en un solo sentido.

Geomalla biaxial. - Están fabricados con resinas de polipropileno seleccionados para resistir grandes cargas dinámicas en periodos cortos o cargas moderadas durante grandes periodos.

Geomalla triaxial. - Son fabricados a base de polipropileno que son elaborados mediante un procedimiento de extrusión para después ser extendidas en una configuración triaxial de modo que se incremente sus características a la tensión. Presentan tres direcciones de rigidez principales y están reforzadas por una geometría triangular rígida (TENSAR, 2021).

2.4. Pavimentos flexibles reforzados con geomallas

La geomalla es el término dado al elemento que se puede utilizar en diversas estructuras que requieren modificar sus propiedades mecánicas con la intención de optimizar su funcionalidad. En pavimentos flexibles, refuerza la estructura al distribuir las cargas de manera uniforme y minimizar la deformación, lo que ayuda a controlar el agrietamiento y prevenir la mezcla de materiales entre capas, debilitando así el pavimento. Además, ayuda a reducir costos en fabricación, reduce el tiempo requerido en la construcción de pavimentos y son fáciles de instalar. (Sánchez,2012; citado en Río, Aste y Velásquez, 2021). Bajo esta premisa se centra el tema de investigación, siendo el fundamento teórico sobre el cual se apoya el análisis del objeto del presente estudio.

2.5. Daños en pavimentos flexibles

Montejo (2006), señala que el deterioro que presenta una estructura de pavimento flexible se puede clasificar en ciertas categorías según el tipo de deterioro que presente, tal como se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2
Categoría de daños del pavimento flexible

Categoría	Deterioro
Fisuras	Fisuras longitudinales y transversales
	Fisuras por reflexión de juntas
	Fisuras de borde
	Fisuras en bloque
	Fisuras por piel de cocodrilo
	Fisuras en juntas de construcción
	Fisuras por deslizamiento de capas
Deformaciones	Ondulaciones
	Abultamiento
	Hundimiento
	Ahuellamiento
Pérdidas de capas estructurales	Descascaramiento
	Baches
	Parches
Daños superficiales	Desgaste superficial
	Pérdida de agregado
	Pulimiento de agregado
Otros daños	Corrimiento vertical de la berma
	Separación de la berma
	Afloramiento de finos
	Afloramiento de agua

Fuente: Adaptado de Ingeniería de pavimentos.

Asegurar que los pavimentos se mantengan en buen estado durante su vida útil, ofreciendo un servicio económico para su construcción, seguro y confortable, y continuar en buenas condiciones el mayor tiempo posible una vez finalizado dicho periodo, ha sido una preocupación constante para las entidades públicas y privadas responsables de la construcción, mantenimiento y rehabilitación de estas estructuras a nivel nacional e internacional. Sin embargo, los pavimentos flexibles, a pesar de su adaptabilidad y coste relativamente bajo, a menudo enfrentan problemas significativos como agrietamientos, deformaciones y hundimientos. Estos daños, a menudo causados por el tráfico vehicular constante, las condiciones climáticas adversas y las variaciones en el soporte del suelo, pueden resultar en costosas reparaciones y una reducción en la vida útil del pavimento. En este contexto, las geomallas emergen como una solución efectiva para estos problemas, ya que ayudan a distribuir las cargas de manera más uniforme, refuerzan la estructura del pavimento y previenen la formación de grietas y deformaciones. Al integrar geomallas en el diseño y mantenimiento de pavimentos flexibles, es posible mejorar su

rendimiento general y prolongar su durabilidad, ofreciendo una solución duradera y económica frente a los desafíos que enfrentan estos tipos de pavimentos. En ese sentido, se detallarán algunos de los problemas más significativos que enfrentan los pavimentos flexibles frente a la ausencia de geomallas de refuerzo.

2.5.1. Fisuración y agrietamiento

La ausencia de geomallas en pavimentos flexibles puede llevar a una mayor incidencia de fisuras y agrietamiento en la superficie. Las geomallas actúan como una red de refuerzo que distribuye las tensiones generadas por el tráfico vehicular de manera más uniforme a lo largo de la estructura del pavimento. Sin esta distribución adecuada, las tensiones se concentran en puntos específicos, lo que puede provocar grietas prematuras. Estas fisuras pueden permitir la infiltración de agua, lo que a su vez puede deteriorar aún más la estructura del pavimento, aumentando el riesgo de daños adicionales. (Thom, 2020).



Figura 2. Fisuras en bloque.

Fuente: Diseño de geosintéticos Pavco Wavin (2021).

2.5.2. Deformaciones y hundimientos

Los pavimentos flexibles que carecen de geomallas tienden a ser más propensos a deformaciones permanentes y hundimientos. Las geomallas ayudan a estabilizar el pavimento al redistribuir las cargas aplicadas y mejorar la capacidad de soporte

de la subbase. Sin el refuerzo proporcionado por las geomallas, el pavimento puede experimentar deformaciones bajo el peso de vehículos pesados y cargas repetidas. Estas deformaciones pueden manifestarse como baches y hundimientos que afectan la calidad de la superficie del pavimento y su funcionalidad a largo plazo. (Huang, 2004).



Figura 3. Piel de cocodrilo acompañada de ahuellamiento.
Fuente: Diseño con geosintéticos. Pavco Wavin (2021).



Figura 4. Ahuellamiento.
Fuente: Diseño con geosintéticos. Pavco Wavin (2021).

2.5.3. Fatiga y estabilidad estructural

La fatiga del pavimento puede acelerarse cuando existe la falta de geomallas, ya que estas ayudan a mitigar el impacto de los ciclos de carga repetidos. Las geomallas reducen la acumulación de daños al distribuir las cargas de manera más

eficiente y minimizar la tensión en áreas críticas. Sin el refuerzo de geomallas, el pavimento está más expuesto a fallos por fatiga, resultando en un deterioro más rápido. Además, la estabilidad estructural del pavimento se ve comprometida sin las geomallas, ya que pueden producirse desplazamientos laterales, asentamientos diferenciales y problemas de estabilidad en la estructura, afectando la durabilidad y la seguridad del pavimento. (Zornberg, 2013).



Figura 5. Fisuración por deslizamiento de capas.

Fuente: Diseño con geosintéticos. Pavco Wavin (2021).

2.6. Geomalla como refuerzo

En la subrasante. - Giroud y Han (2004), conceptualizan la vía no pavimentada como una capa de agregado que se apoya en el terreno (subrasante); sin embargo, las subrasantes débiles generan, por lo general, ahuellamiento excesivo de la vía y, por ende, colapso completo de la vía. Por ello, se necesita una capa de base más resistente y, en ese sentido, la geomalla de refuerzo contribuye a la mejora de distribución de cargas y la capacidad de carga de la subrasante, mejorando considerablemente la compactación, disminuyendo la oscilación y el punzonamiento, adicionalmente contribuye a mitigar gastos y ciclos de transporte producidos por el movimiento de tierras (Caballeros, 2006).

De la base o sub base. - De acuerdo con Caballeros (2006), los pavimentos flexibles, generalmente, fallan porque la capa de base no presenta un adecuado confinamiento

lateral, ya que el material se esparce lateralmente produciendo ahuellamiento (pequeñas deformaciones permanentes), resultando con la rotura de la superficie del pavimento. Por ello, el uso de la geomalla de refuerzo aumenta la capacidad de soporte frente a las constantes cargas dinámicas que sufre el pavimento durante toda su vida útil y, asimismo, contribuye con la reducción de espesor de diseño de las capas de base, resultando un beneficio en términos económicos tanto de construcción como de operación.

Los objetivos de la geomalla bajo este tipo de refuerzo es la disminución de espesores y aumento del ciclo de vida de los pavimentos flexibles. Esto se refleja en diversos estudios realizados que indican que el refuerzo que provee la geomalla al pavimento se debe a la contribución de ciertos mecanismos (Koerner, 2011).

- Incremento de rigidez inicial: La rigidez de la base se incrementa por el efecto de trabazón mecánica que hace que haya un mayor confinamiento en el contacto de la geomalla con el material de base.
- Disminución de las deformaciones vertical y horizontal a largo plazo: La geomalla genera una restricción lateral del movimiento de las partículas de la base y con ello se reducen las deformaciones.
- Incremento de la capacidad de resistir a la tensión: La presencia de la geomalla incrementa el nivel de tensión en la interfase en la cual se ubica (base o subbase) y genera un incremento de resistencia al corte.
- Mejoramiento del comportamiento a la fatiga cíclica: El pase repetido de las cargas vehiculares genera una serie de mecanismos de fatiga, lo que resulta que, con el uso de geomalla, el pavimento mejore su capacidad de resistencia ante las sollicitaciones externas de cargas dinámicas.

2.6.1. Mecanismos de refuerzo de geomallas

De acuerdo a diversos estudios realizados por Giroud (1981; 1985) y Berg (2000), se ha concluido que la aplicación de geomalla en pavimentos aporta distintos mecanismos de refuerzo, los cuales se detallan a continuación.

Confinamiento lateral. - Este efecto se logra mediante el entrelazado o trabazón que se produce entre las partículas de agregado que componen al pavimento con la geomalla. El aumento del confinamiento lateral crea restricciones de fricción laterales que impiden el libre movimiento lateral de las partículas (Perkins, 1999).



Figura 6. Confinamiento lateral generado por la geomalla en material granular.

Fuente: Adaptado de Sistemas de pavimentos reforzados con geosintéticos, por Zornberg, 2013.

Mejoramiento de la capacidad de soporte. - Este mecanismo permite que la estructura de pavimento se rigidice; es decir, con el empleo de geomalla posibilita redistribuir la carga en un área más amplia, por lo que resulta en una disminución de esfuerzos que el material menos resistente debe soportar. Asimismo, dicho mejoramiento se obtiene trasladando la superficie de falla de la subrasante, que presenta poca resistencia, hacia la capa de base granular que presenta mayor capacidad portante. Este beneficio presenta mayor relevancia cuando las

condiciones de los esfuerzos sobre la subrasante son muy elevadas o cuando se presentan carreteras sin pavimentar (Zornberg, 2013).



Figura 7. Mejoramiento de la capacidad de soporte mediante el uso de geomalla de refuerzo.
Fuente: Adaptado de Sistemas de pavimentos reforzados con geosintéticos, por Zornberg, 2013.

Membrana tensionada. - Su origen se da cuando se forma un ahuellamiento o deformación considerable producido por la carga de tráfico sobre la vía. Dicho mecanismo toma efecto en mayor grado cuando se tiene niveles altos de deformación que generalmente se da en vías no pavimentadas. Se genera una resistencia vertical y restricciones hacia las capas inferiores, lo que permite el incremento de la resistencia al corte (Alza, 2021).

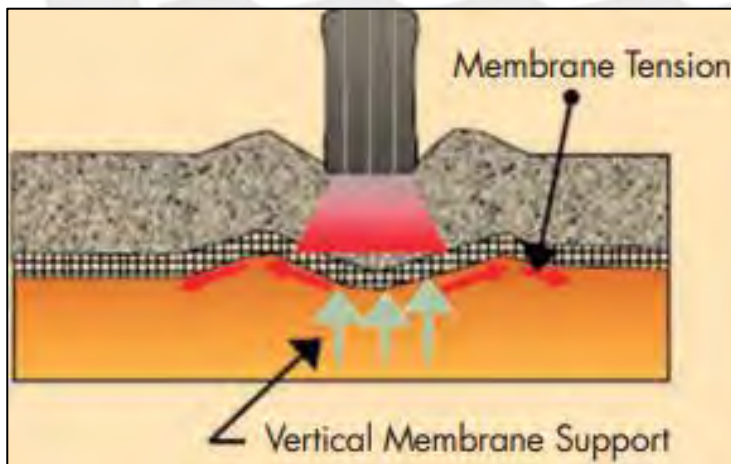


Figura 8. Efecto de membrana tensionada inducido por la acción de geomalla de refuerzo.
Fuente: USACOE, 2003.

De acuerdo con lo descrito, uno de los mecanismos de mayor consideración y relevancia para las estructuras viales en el mejoramiento de subrasante es el confinamiento lateral, obteniéndose ciertos beneficios:

Restricción del desplazamiento lateral de las partículas. - A medida que la base se desplaza lateralmente, la geomalla entra en interacción por cortante con el agregado. Dicha fuerza cortante es trasladada a partir de la base granular hasta la geomalla sometiéndole a un estado de tensión constante.

Incremento del confinamiento y de la resistencia de la capa de base granular. - Cuando la geomalla presenta una apropiada interacción con la capa granular, se obtiene un aumento en la rigidez de la capa granular, lo que se traduce en reducción de la fatiga del pavimento por las sollicitaciones externas presentes.

Mejoramiento en distribuir esfuerzos sobre la subrasante. - Las tensiones longitudinales por las cargas verticales se distribuyen mejor cuando el material es menos rígido debajo de la base o subbase, reflejando una deformación de la superficie menor y más uniforme.

Reducción del esfuerzo y deformación por esfuerzos de corte sobre la subrasante. - Se reduce el esfuerzo y deformación por corte debido a la transmisión de cargas tensionales hacia la geomalla de refuerzo; es decir, se reduce la severidad del estado de esfuerzos y las deformaciones verticales bajo la acción de la geomalla.

2.6.2. Beneficios del uso de geomallas

Según J. Zornberg (2013), las geomallas en estructuras de pavimentos flexibles cumplen la función de refuerzo, obteniendo diversos beneficios que se reflejan en los mecanismos de interacción entre las geomallas y la capa de base que proporciona bajo la acción de sollicitaciones externas tales como carga de tránsito y cambios de humedad. A continuación, se listará las principales funciones y beneficios que cumplen las geomallas en los pavimentos:

Refuerzo. - Esta función es la más importante con respecto al uso de geomallas en pavimentación, puesto que otorga al terreno un mejor desempeño respecto a resistir importantes esfuerzos mediante los mecanismos anteriormente descritos. Lo mencionado anteriormente se logra a través de la correcta distribución de cargas, reduciendo la presión sobre la subrasante y convirtiendo la carga puntual sobre el pavimento en una carga uniformemente distribuida (Llauce, 2019).

Separación. - Evita la contaminación de las capas granulares, principalmente entre subrasante y base granular, generando una barrera que impide la mezcla de diferentes materiales con distintos tamaños de partículas. Resulta relevante evitar la mezcla del agregado fino de la subrasante con el agregado grueso de la base para mantener las propiedades de ésta y con ello una adecuada funcionalidad del pavimento (Sicha, 2018).

Por otra parte, con estudios recientes y la obtención de información, se añadieron dos beneficios fundamentales del uso de geomallas en pavimentos que se pueden traducir en beneficios tanto técnicos como económicos. Adicionalmente, el beneficio ambiental es un factor determinante que está siendo muy estudiado en los últimos años, ya que es imprescindible para cualquier proyecto de infraestructura. Entre los cuales se describen a continuación:

Disminución de espesores. - Se logra por medio del incremento de la capacidad de resistencia de la base granular en la interfase con la geomalla, esto permite la construcción de capas más rígidas manteniendo el grosor inicialmente previsto en el diseño. Conlleva a un ahorro en el transporte de material y a la reducción de tiempos de instalación (Alza, 2021).

Incremento de vida útil. - Con la geomalla y manteniendo los espesores del diseño sin refuerzo, se puede lograr un aumento significativo del tráfico antes de la falla del pavimento sin necesidad de realizar un constante mantenimiento. En ese sentido, dicho beneficio trae consigo ahorros en la conservación de la vía; ya que el mantenimiento que se realiza en los pavimentos contempla la reparación e incluso el reemplazo por nuevas estructuras de pavimentos, generando menores volúmenes de transporte de materiales, reduciendo el uso de equipos y mano de obra (Llauce, 2019).

Impacto ambiental. - Minimiza el impacto ambiental al reducir la generación y propagación de gases de efecto invernadero y la explotación de materiales pétreos no renovables que son empleados en la estructuración de obras viales en general. Algunos aspectos ambientales positivos que produce el uso de geomalla son los siguientes: Ahorro de materiales renovables y no renovables, disminución de transporte de equipos y materiales procesados, lo que se traduce en una mitigación del impacto ambiental, reduciendo la huella de carbono (López, 2019).

2.7. Diseño de pavimento flexible

2.7.1. Pavimento flexible convencional según el método AASHTO 1993

Es el diseño convencional de pavimento sin refuerzo. Este método busca identificar un número estructural (SN) adecuado que evidencia el espesor total del pavimento diseñado y su capacidad de resistencia para soportar las cargas de tránsito solicitadas (Zornberg, 2013). Para ello, por ser un método de naturaleza empírica, se asume que las estructuras soportan niveles significativos de tránsito durante el periodo de diseño.

En ese sentido, la fórmula general que se empleará para desarrollar la metodología se presenta a continuación:

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Asimismo, al llevar a cabo el método AASHTO resulta necesario tomar en cuenta los parámetros siguientes:

Tránsito (W18): Número de ejes equivalentes de 18000 lb (8.2 toneladas) que son obtenidos durante la etapa de diseño del pavimento. Para determinar el parámetro de tránsito W18, la Norma AASHTO (1993) define la siguiente ecuación:

$$W_{18} = TPD * \%A * \%B * 365 * \frac{[(1 + r)^n - 1] * F.C.}{Ln(1 + r)}$$

Donde:

- W18 : Número de ejes equivalentes de 8.2 Toneladas.
- TPD : Transito promedio diario inicial.
- %A : Porcentaje estimado de vehículos pesados.
- %B : Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño.
- r : Tasa de crecimiento anual de transito
- F.C : Factor camión.

Confiabilidad (Zr): Confiabilidad para que el pavimento no falle. Este parámetro es para dar certeza de que los resultados obtenidos sean igual o mayor

al tiempo de diseño. A continuación, se muestran los valores típicos del nivel de confiabilidad utilizado en la metodología AASHTO del 1993.

Tabla 3
Niveles de confiabilidad R.

Clasificación funcional	Nivel recomendado por AASHTO para carreteras
Carretera interestatal o autopista	80 - 99.9
Red principal o federal	75 - 95
Red secundaria o estatal	75 - 95
Red rural o local	80

Fuente: AASHTO 1993.

Variabilidad (So): Depende de la elección si se diseña con pavimentos flexibles o rígidos. Se vincula con los parámetros anteriormente descritos, ya que pueden sufrir alteraciones en los datos de entrada. A continuación, se muestran los valores típicos del nivel de confiabilidad utilizado en la metodología AASHTO del 1993.

Tabla 4
Valores de variabilidad "So".

Tipo de pavimento	Variabilidad So
Pavimentos flexibles	0.40 - 0.50
Pavimentos rígidos	0.30 - 0.40

Fuente: AASHTO 1993.

Serviciabilidad (ΔPSI): Las carreteras deben construirse de manera segura y fácil de usar para todo tipo de usuario, según su diseño estructural y su aplicación que se requiera establecer en el tipo de vía (AASHTO, 2009). Es el estado del pavimento medido en términos de confort que sienten los usuarios (conductores) sobre el pavimento. Según la AASHTO 1993, definimos la serviciabilidad como la variación de la calidad de servicio de vía con la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = p_o - p_f$$

Donde:

p_o : Serviabilidad inicial: El valor 4.5 para pavimentos rígidos y 4.2. para pavimentos flexibles.

pf : Serviciabilidad final: El valor 2.50 para vías principales y 2.00 para caminos de menor tránsito.

Módulo de resiliencia (Mr): Es la capacidad de recuperación que tiene el material de la subrasante de la estructura del pavimento. Dicho módulo se obtiene mediante la realización de ensayos de laboratorio al material que se utilizará como subrasante, el cual se puede obtener mediante la siguiente relación:

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}$$

Donde el CBR: Ensayo de California Bearing Ratio del material que compone la subrasante.

De otro modo, la presente metodología de diseño de pavimento permite obtener el número estructural SN con la ayuda de nomogramas y gráficos normados por la AASHTO 1993.

2.7.2. Pavimento flexible según el método de espesores mínimos

Este método, parte de la base expuesta por el método convencional de AASHTO 93, por lo que requiere de los mismos parámetros de diseño, a fin de obtener una carpeta asfáltica de un espesor menor en comparación con los otros métodos propiciando la obtención del menor costo posible sin dejar de lado la responsabilidad de la estructura de pavimento. Así, este método inicia con la determinación del valor del número estructural requerido (SN req), para lo cual puede usarse el programa de cálculo tal como se presenta a continuación.

Figura 9. Software de la ecuación AASHTO 93 para la obtención de SN.

Una vez determinado aquel valor, simplemente se inician con las iteraciones tal como fue expuesto previamente respecto al procedimiento de diseño AASHTO, considerando siempre que la carpeta de rodadura tendrá el menor espesor posible, y cambiando principalmente los espesores de base y subbase.

2.7.3. Pavimento flexible según el método de análisis por capas

El análisis por capas de pavimento flexible, parte de la premisa de la obtención de la mejor combinación de capas, es decir, no solo generar las capas más económicas, sino generar las capas que permitan un comportamiento apropiado de la estructura, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de fallas tempranas en la superficie asfáltica y considerando un ahuellamiento de como máximo $\frac{1}{2}$ " en la subrasante.

Para este método, se requieren los mismos parámetros de diseño al estar basado en el método AASHTO, la diferencia está en el software de apoyo utilizado, que en este caso consistirá en el software proporcionado por "Pavement Interactive", cuya interfaz es exhibida a continuación.

1993 AASHTO Empirical Equation for Flexible Pavements

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT					OUTPUT	
1. Loading					1. Calculation Parameters	
Total Design ESALs (W_{18}): <input type="text"/>					Standard Normal Deviate (z_R): <input type="text" value="0"/>	
2. Reliability					Δ PSI: <input type="text"/>	
Reliability Level in percent (R): <input type="text" value="50"/> <input type="button" value="v"/>					Design Structural Number (SN): <input type="text"/>	
Combined Standard Error (S_e): <input type="text" value="0.5"/>					2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)	
3. Servability					Surface: <input type="text"/>	
Initial Servability Index (p_i): <input type="text" value="4.5"/>					Total SN based on layer depths: <input type="text"/>	
Terminal Servability Index (p_t): <input type="text" value="3"/>					Comments	
4. Layer Parameters						
Number of Base Layers: <input type="text" value="0"/> <input type="button" value="v"/>						
	a	m	M_R	Min. Depth		
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="0"/>		
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="10000"/>	<input type="text" value="N/A"/>		
<input type="button" value="Calculate"/>						

Figura 10. Software de cálculo de espesores por el método de análisis por capas.

2.7.4. Pavimento flexible con refuerzo según el método AASHTO R-50

El presente método contempla e incorpora el uso de geomallas de refuerzo en contacto con la base granular del pavimento. Es importante mencionar que la AASHTO para la elaboración de este método tomó como referencia algunos “White Paper”, los cuales son: Geosynthetics in Pavement Systems Applications (1999) y “Geosynthetics Reinforcement off the Aggregate Base Course of Flexible Pavement Structures (2000). Asimismo, esta guía está diseñada para el uso de geosintéticos solamente como refuerzo de base; es decir, su aplicación es óptima para las geomallas. Para llevar a cabo esta metodología se definirán los siguientes conceptos que parten desde la comparación de dos pavimentos equivalentes:

Base Course Reduction (BCR): Su traducción es factor de reducción de la capa base. Permite realizar la equivalencia de dos pavimentos; es decir, dos pavimentos

que tienen diferentes espesores con la diferencia de que un pavimento tiene la inserción de una geomalla el cual va a tener menor espesor. La inserción de dicha geomalla hace que se comporten de manera similar: soportan un número de ejes equivalentes (tráfico) para un mismo criterio de falla.

Traffic Benefit Ratio (TBR): Su traducción es la mejora del tráfico. Tanto el pavimento reforzado como no reforzado tienen los mismos espesores de las capas. La diferencia entre ambos es que el pavimento reforzado soportará un número mayor volumen de tráfico del carril de diseño respecto al volumen de tráfico del pavimento sin refuerzo. Dicho ratio de volumen de tráfico de pavimento reforzado respecto al no reforzado es el TBR, lo que se traduce en el aumento del ciclo de vida del pavimento a diseñar.



Capítulo III: Evaluación de la norma AASHTO M288 y su relación con el refuerzo en pavimentos flexibles

En 1982 el Comité de Materiales del AASHTO, la Asociación Estadounidense de Constructores de Carreteras y Transportes (ARTBA, por sus siglas en inglés) y la Asociación General de Contratistas (AGC, por sus siglas en inglés) se asociaron para la creación de la “Task Force 25” (TF 25), del inglés grupo de trabajo, a fin de generar una asociación en representación de la industria geotextil estadounidense para la estandarización de la calidad mínima de los materiales geotextiles y su uso en la industria de la construcción de carreteras en Estados Unidos.

A partir de ello se intensificaron las labores de investigación lo que permitió la primera publicación de las especificaciones AASHTO M288, que consistió en una revisión de los materiales disponibles en el mercado norteamericano y no una norma o manual como tal. En la década siguiente se realizan revisiones y mejoras publicándose las especificaciones M288 – 90 y M288 – 92, hasta que finalmente en 1997 se publican las especificaciones AASHTO M288 – 96, con mayores detalles de usos y aplicación de los materiales siendo mucho más que un catálogo de materiales.

A continuación, se procedió a describir las consideraciones de cada versión de la norma AASHTO, desde el año 1992, 1993, 2000, 2006 y 2017:

3.1. Comparación y consideraciones de las versiones de la AASHTO M288

3.1.1. AASHTO M288 – 92

En la siguiente tabla se detalla las consideraciones de la resistencia de los geotextiles que se requerían según la norma AASHTO M288-92, optando por la clase A y B, además de establecer como propiedades a la fuerza de agarre,

resistencia de la costura, resistencia al desgarro, resistencia a la perforación y la resistencia al reventado.

Asimismo, se establece los usos y el tipo de estructura donde serían empleadas:

Tabla 5

Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 92.

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Clase A		Clase B	
Fuerza de agarre	D 4632	N	800	1200	356	800
Resistencia de la costura	D 4632	N	710	1070	310	710
Resistencia al desgarro	D 4533	N	220	445	110	310
Resistencia a la perforación	D 4833	N	350	445	110	310
Resistencia a la rotura	D 3786	kPa	2000	2200	895	965
Usos			Drenaje subsuperficial, Control de sedimentación, Control de Erosión, Separación de alta necesidad		Drenaje subsuperficial, Control de sedimentación, Control de Erosión, Separación de baja necesidad	
Estructura			Auto soportada		Requiere de apoyo	

Fuente: Adaptado de la norma AASHTO M288 – 92.

3.1.2. AASHTO M288 – 93

En esta edición de la norma, añaden la clase 3 de Geotextiles, entendiéndose como un material de menor costo, que puede ser usado cuando el profesional encargado del proyecto lo decida debido a su experiencia en proyectos similares o los resultados de estudios y diseños realizados previamente.

También cada clase de geotextil, es diferenciado por su capacidad de elongación, que se ve determinada por su proceso de fabricación siendo menores a 50 % aquellas que fueron tejidas, y mayores al 50 % aquellas que fueron fabricadas por procesos distintos al tejido, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 6

Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 93.

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Elongación D 4632		Elongación D 4632		Elongación D 4632	
			<50 %	≥50 %	<50 %	≥50 %	<50 %	≥50 %
Resistencia de agarre	D 4632	N	1400	900	1100	700	800	600
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260	810	990	630	720	450
Resistencia al desgarro	D 4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia a la perforación	D 4833	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia a la rotura	D 3786	kPa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Usos			Control permanente de erosión, Estabilización		Drenaje Subsuperficial, Control permanente de erosión, Separación		Bajo consideraciones de diseño	
Estructura			Auto soportada		Requiere de apoyo			

Fuente: Adaptado de la norma AASHTO M288 – 93.



3.1.3. AASHTO M288 – 00

A partir de las especificaciones del año 2000, diferencian mucho más los geotextiles dependiendo del uso y necesidad de trabajo que tendrán. Pues añaden las especificaciones para geotextiles usadas para el trabajo con arcillas temporales. Además, eliminan la resistencia al reventado e incrementan las propiedades a evaluar para los materiales de las clases 1 y 2.

Tabla 7

Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 00.

Necesidades			Generales							Especiales			
Propiedad	Ensayo	Unidad	Clase 1			Clase 2			Clase 3		Cortinas temporales para retención de sedimentos con soporte	Cortinas temporales para retención de sedimentos sin soporte	
			Elongación D 4632			Elongación D 4632			Elongación D 4632			≥50 %	<50 %
	ASTM		<15 %	15 - 50 %	>50 %	<15 %	15 - 50 %	>50 %	<50 %	≥50 %			
Resistencia de agarre	D 4632	N	1400	900	1100	700	800	600	400	550	550		
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260	810	990	630	720	450					
Resistencia al desgarro	D 4533	N	500	350	400	250	300	180					
Resistencia a la perforación	D 4833	N	500	350	400	250	300	180					
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.05			0.5	0.2	0.1			0.05	0.05	0.05
Tamaño de abertura aparente	D 4751	mm	0.43 máx.			0.43	0.25	0.22			0.6	0.6	0.6
Estabilidad ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición								70 % después de 500 horas de exposición		
Usos			Estabilización, Control permanente de erosión, Cortina temporal para retención de sedimentos			Drenaje subsuperficial, Separación, Control permanente de erosión, Cortina temporal para retención de sedimentos			Cortinas temporales para la retención de sedimentos y otras consideraciones de diseño		Diseño		

Fuente: Adaptado de la norma AASHTO M288 – 00.

3.1.4. AASHTO M288 – 06

Por las mejoras detectadas en los procesos de fabricación y las mayores necesidades de la industria deciden aumentar los valores de resistencia a la perforación tanto para la Clase 1, Clase 2 y Clase 3, además se reduce en 100 N la resistencia al agarre de la clase 3 y añaden especificaciones para un uso especial más detallando la necesidad de que para estos casos especiales es necesaria el diseño de un profesional con experiencia en el campo a fin de evitar errores en la colocación del material, traslapes u otros procesos.

Tabla 8

Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 06.

Necesidades			Generales							Especiales				
Propiedad	Ensayo	Ud	Clase 1			Clase 2			Clase 3		Cortinas temporales para retención de sedimentos con soporte	Cortinas temporales para retención de sedimentos sin soporte		Separación todas las clases
			Elongación D 4632			Elongación D 4632			Elongación D 4632			≥50 %	<50 %	
	ASTM	<15 %	< 50 %	>50 %	<15 %	15 - 50 %	>50 %	<50 %	≥50 %					
Resistencia de agarre	D 4632	N	1400	900		1100	700	800	500	400	550	550		
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260	810		990	630	720	450					
Resistencia al desgarro	D 4533	N	500	350		400	250	300	180					
Resistencia a la perforación	D 4833	N	2750	1925		2200	1375	1650	990					
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.05			0.5	0.2	0.1			0.05	0.05	0.05	0.02
Tamaño de abertura aparente	D 4751	mm	0.43 máx.			0.43	0.25	0.22			0.6	0.6	0.6	0.6
Estabilidad ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición								70 % después de 500 horas de exposición			50 % en 500 horas
Usos			Separación de presión alta, Estabilización, Control permanente de erosión, Defensa de arcillas temporales			Drenaje subsuperficial, Separación de presión media, Control permanente de erosión, Cortina temporal para retención de sedimentos			Cortina temporal para retención de sedimentos, Separación de presión baja y Diseño		Diseño			

Fuente: Adaptado de la norma AASHTO M288 – 06.

3.1.5. AASHTO M288 – 17

La última actualización de las especificaciones es la del año 2017, donde principalmente se enfocan en ciertas propiedades y características de las partículas de los polímeros que conforman los materiales en estudio.

Tabla 9

Consideraciones de la resistencia de los geotextiles de acuerdo a la norma AASHTO M288 – 17.

Necesidades			Generales							Especiales				
Propiedad	Ensayo	Unidad	Clase 1			Clase 2			Clase 3		Cortinas temporales para retención de sedimentos con soporte	Cortinas temporales para retención de sedimentos sin soporte		Separación todas las clases
			Elongación D 4632			Elongación D 4632			Elongación D 4632			≥50 %	<50 %	
	ASTM	<15 %	15 - 50 %	>50 %	<15 %	15 - 50 %	>50 %	<50 %	≥50 %					
Resistencia de agarre	D 4632	N	1400	900		1100	700	800	500	400	550	550		
Resistencia de la costura	D 4632	N	1260	810		990	630	720	450					
Resistencia al desgarro	D 4533	N	500	350		400	250	300	180					
Resistencia a la perforación	D 4833	N	2750	1925		2200	1375	1650	990					
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.05		0.5	0.2	0.1			0.05	0.05	0.05	0.02	
Tamaño de abertura aparente	D 4751	mm	0.43 máx.		0.43	0.25	0.22			0.6	0.6	0.6	0.6	
Estabilidad ultravioleta	D 4355	%	50 % después de 500 horas de exposición								70 % después de 500 horas de exposición		50 % en 500 horas	
Usos			Separación de presión alta, Estabilización, Control permanente de erosión, Defensa de arcillas temporales			Drenaje subsuperficial, Separación de presión media, Control permanente de erosión, Defensa de arcillas temporales		Defensa de arcillas temporales, Separación de presión baja y Diseño		Diseño				
Incluyen			Propiedades de las partículas de los polímeros											

Fuente: Adaptado de la norma AASHTO M288 – 17.

En la AASHTO M288-17 surge una nueva clasificación que viene a ser la clase 1A donde se adiciona ciertas propiedades como la resistencia a la tensión – tira ancha y la resistencia de la costura; además, las propiedades de permisividad, tamaño de abertura aparente y estabilidad ultravioleta es superior a la clase 1. Otra consideración importante que menciona la norma es el uso de esta clase de geotextil, donde se destaca en suelos cuyo CBR es menor o igual a 1 %. Ante ello, en la siguiente tabla se muestra las demás características:

Tabla 10
Propiedades del geotextil de clase 1A

Propiedad	Ensayo ASTM	Unidad	Requerimiento
Resistencia a la tensión - tira ancha	D 4595	kN/m	70
Resistencia de la costura	D 4884/D4884M	kN/m	42
Permisividad	D 4491	s ⁻¹	0.2
Tamaño de abertura aparente	D 4751	mm	0.6 máx promedio del valor del rollo
Estabilidad ultravioleta	D 4355	%	70 % después de 500 h de exposición
Usos			Para condiciones de humedad o saturación, para funciones de separación, filtración y mejora. Esta mejora se aplica para estructuras de pavimentos que han sido construido sobre un suelo con un CBR ≤ 1 %.

Fuente: Adaptado de la norma AASHTO M288 – 17.

Otra adición que tiene esta actualización, son los parámetros de los materiales geosintéticos como geomallas y geotextiles para su aplicación en el refuerzo de suelos, además de las consideraciones para el diseño con estos nuevos materiales.

Tabla 11

Requisitos de las propiedades de geosintéticos para refuerzo de suelos.

Parámetro	Tipo de geosintéticos	Ensayo	Unidades	Valor
		ASTM		
Resistencia mínima ante daños de instalación	Geomalla	D6637/D6637M	kN/m	10
	Geotextil			Clase 1
Resistencia última a la tensión basado en su diseño estructural	Geomalla	D6637/D6637M	kN/m	Valor específico del sitio y la estructura de $T_{m\acute{a}x} \times FS \times RF$
	Geotextil	D4595		Valor específico del sitio y la estructura de $T_{m\acute{a}x} \times FS \times RF$
Factor de resistencia ante daño por instalación (RF_{ID})	Ambos	R69		Valor de R69 para la gradación del relleno y el producto específico del lugar, pero no menor de 1.1
Factor de reducción de la fluencia (RF_{CR})	Ambos	R69		Valor de R69 para el producto específico
Factor de reducción de la durabilidad (RF_D)	Ambos	R69		1.3
Rigidez secante a las 1000 horas y 2 % de deformación	Ambos	R69	kN/m	Valor específico del sitio y la estructura

- $T_{m\acute{a}x}$: Tensión máxima
- FS : Factor de seguridad
- RF : Factor de resistencia

Como conclusión respecto a este capítulo se tiene que, la AASHTO M288-92, establece las propiedades mecánicas fundamentales para geotextiles de clase A y B, con énfasis en resistencia a fuerzas de agarre, costura, desgarró, perforación y reventado. Es una especificación básica que sienta las bases para el uso de geotextiles en construcción. Mientras que, en la AASHTO M288-93, se introduce la clase 3, una opción más económica para proyectos que lo requieran, permitiendo flexibilidad según la experiencia profesional o estudios previos. Además, se diferencia la elongación de los geotextiles según su método de fabricación (tejidos o no tejidos). La norma comienza a reflejar más diversidad en las aplicaciones de los geotextiles. En cuanto a la AASHTO M288-00, se amplía el enfoque hacia geotextiles para trabajos con arcillas temporales, eliminando la resistencia al reventado y aumentando las propiedades evaluadas para las clases 1 y 2. Se ve una mayor diferenciación en cuanto al uso específico de los materiales según la necesidad del proyecto. Así, en la AASHTO M288-06 se aumentan los requerimientos de resistencia a la perforación para todas las clases, y se reduce la resistencia al agarre de la clase 3. Se pone énfasis en la importancia de la supervisión profesional para aplicaciones especiales, destacando la necesidad de evitar errores en instalación y traslapes y por último, en la AASHTO M288-17, se introduce la clase 1A con propiedades mejoradas como resistencia a la tensión (tira ancha), costura, permisividad, tamaño de abertura aparente y estabilidad ultravioleta, diseñada para suelos con un $CBR \leq 1$ %. También incluye nuevos parámetros para materiales geosintéticos como geomallas, resaltando la evolución hacia el refuerzo de suelos con tecnologías más avanzadas.

Respecto a las similitudes destacadas se tiene que, en todas las versiones se mantiene el enfoque en la resistencia y durabilidad de los geotextiles, aunque los requerimientos específicos varían. Mientras que, las diferencias destacables es que, con el tiempo, se observa una mayor especificidad y adaptación a nuevos materiales y tecnologías (como

geomallas en 2017), y un aumento en los valores de resistencia en algunas clases (2006). Cada actualización refleja avances en la industria y la necesidad de diferenciar los geotextiles según sus aplicaciones.



Capítulo IV: Caso de estudio

4.1. Generalidades del proyecto

Se consideró dos proyectos de infraestructura vial a fin de verificar la factibilidad técnica y económica del empleo de geomallas para el refuerzo de las capas granulares, siendo estos:

- Av. San Martín resultado del proyecto denominado: “Construcción de pavimento; en el (1a) Av. San Martín entre la Av. Atahualpa y la Av. Héroes del Cenepa sector 13 – San Martín distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento Cajamarca”, que abarcó un total de 133.61 m, y cuya ubicación se muestra en la siguiente figura:

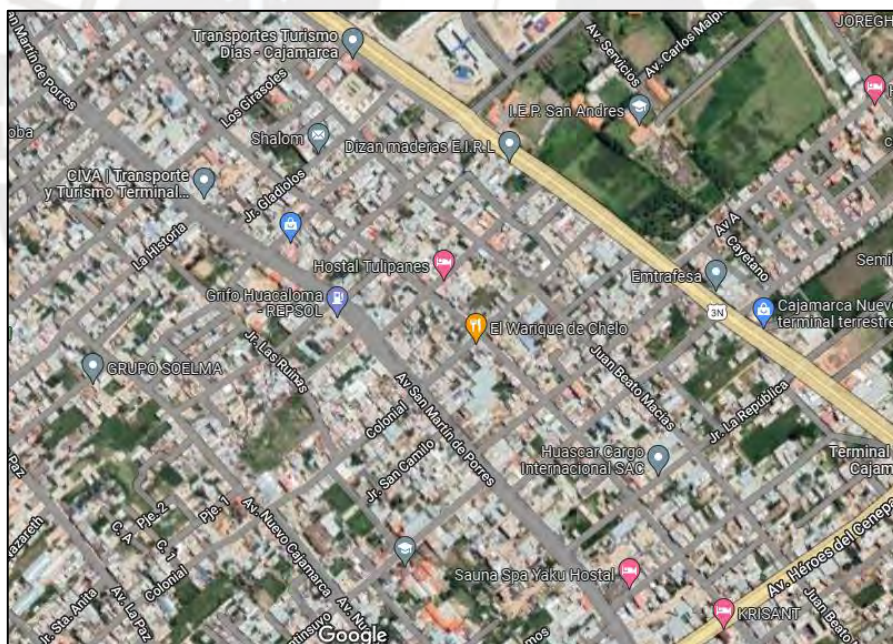


Figura 11. Ubicación de la Av. San Martín.
Fuente: Google Maps (2021).

- Av. Prolongación Mariscal Castilla resultado del proyecto denominado: “Mejoramiento de la avenida Prolongación Mariscal Castilla hasta el puente Santa Rosa, distrito de Mariano Melgar – Arequipa – Arequipa, 2da etapa

componente pavimentos”, que abarcó 403.88 m y cuya ubicación se muestra a continuación:



Figura 12. Ubicación de la Av. Mariscal Castilla.
Fuente: Google Maps (2021).

4.2. Parámetros de diseño

4.2.1. Av. San Martín

A continuación, se tiene los parámetros considerados para el diseño de la Av.

San Martín:

Tabla 12
Parámetros de diseño de la Av. San Martín.

Parámetro	Valor
Periodo de diseño (años)	20
Capa superficial (a ₁)	
Coeficiente estructural	0.17/cm = 0.43/in
Base	
Coeficiente estructural	0.052/cm = 0.13/in
Coeficiente de drenaje	1
CBR (%)	80
Subbase	
Coeficiente estructural	0.047/cm = 0.12/in
Coeficiente de drenaje	1
CBR (%)	50
Subrasante	
CBR (%)	5
Módulo resiliente (KPa)	49 312

Tráfico		
	EE	2 813 840
	Nivel de confiabilidad (%)	85
	Error estándar (Zr)	0.45
Índice de serviciabilidad inicial		4
Índice de serviciabilidad final		2.5

4.2.2. Av. Prolongación Mariscal Castilla

Del mismo modo, se presentan los parámetros de diseño para la Av. Mariscal Castilla:

Tabla 13
Parámetros de diseño de la Av. Mariscal Castilla.

Parámetro	Valor	
Periodo de diseño (años)	20	
Capa superficial (a ₁)		
Coeficiente estructural	0.17/cm = 0.43/in	
Base		
Coeficiente estructural	0.052/cm = 0.13/in	
Coeficiente de drenaje	1	
CBR (%)	80	
Subbase		
Coeficiente estructural	0.047/cm = 0.12/in	
Coeficiente de drenaje	1	
CBR (%)	40	
Subrasante		
CBR (%)	18	
Módulo resiliente (KPa)	111 942	
Tráfico		
	EE	7 384 669
	Nivel de confiabilidad (%)	90
	Error estándar (Zr)	0.45
Índice de serviciabilidad inicial		4
Índice de serviciabilidad final		2.5

4.3. Alternativas de diseño del pavimento flexible

4.3.1. Método convencional AASHTO 93

Para el diseño de un pavimento flexible, se aplicó el método AASHTO 93, ya que actualmente es uno de los métodos de mayor aceptación respecto al diseño de asfaltos. Este método se basa en la aplicación de una fórmula que nos proporciona

el número estructural de las capas de pavimento a partir de la determinación de varios parámetros que, en su mayoría, suelen depender del número de ejes equivalentes determinado a partir de un estudio de aforo vehicular.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R - 8.07$$

Ecuación 1. AASHTO-93 para número estructural de pavimento flexible.

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes a 80 kN en una vía.

M_R = Módulo resiliente del elemento, basado en el CBR (MPa).

Z_R = Coeficiente estadístico de desviación estándar normal.

S_O = Desviación estándar combinada.

ΔPSI = Diferencial del índice de serviciabilidad.

SN = Número estructural del elemento evaluado.

Al visualizar la Ecuación 1, notaremos que los datos se basan en el tipo de tráfico de la vía de acuerdo al número de ejes equivalentes a 80 kN que soportará una vía a lo largo de su vida útil y así mismo, también es requerido la realización de estudios de mecánica de suelos a fin de determinar el CBR de la subrasante, para finalmente usar todos estos valores, despejar y obtener el número estructural de la vía. Cabe resaltar, que a partir de los resultados del estudio de tráfico o aforo vehicular, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) deja a disposición de los proyectistas valores estándar con los que trabajar los demás parámetros según el tipo de tráfico.

Una vez resuelta la ecuación con los datos de las capas granulares y la subrasante, el siguiente paso consiste en la resolución un conjunto de ecuaciones, haciendo iteraciones hasta obtener un espesor que sea mayor al número estructural, considerando el criterio del ingeniero proyectista y cumpliendo con las especificaciones mínimas de las nomas peruanas.

$$D_1 \geq \frac{SN_B}{a_1}$$

Ecuación 2. Cálculo de espesor teórico de carpeta asfáltica.

Donde:

D_1 = Espesor teórico de la carpeta asfáltica (cm).

SN_B = Número estructural de la capa de base.

a_1 = Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (1/cm).

A partir de la Ecuación 2, se obtiene un espesor teórico de la carpeta asfáltica, sin embargo este valor puede ser ajustado de acuerdo a los requerimientos del MTC (2014) y el criterio del ingeniero proyectista, es así que se plantea un espesor ajustado (D_1^*), con este hallaremos un nuevo número estructural.

$$SN_1^* = D_1^* \times a_1$$

Ecuación 3. Cálculo de número estructural ajustado de carpeta asfáltica.

Donde:

SN_1^* = Número estructural ajustado de la carpeta asfáltica.

D_1^* = Espesor ajustado de la carpeta asfáltica (cm).

De este modo, se irán obteniendo valores de espesores y números estructurales ajustados para cada capa de pavimento, los cuales serán representados con un

asterisco como superíndice, y las iteraciones se realizaron con los valores teóricos y ajustados.

$$D_2 \geq \frac{SN_{SB} - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

Ecuación 4. Cálculo de espesor teórico de capa de base.

Donde:

D_2 = Espesor teórico de la capa de base (cm).

SN_{SB} = Número estructural de la capa de subbase.

a_2 = Coeficiente estructural de la capa de base (1/cm).

m_2 = Coeficiente de drenaje de la capa de base (1/cm).

Cabe la aclaración de que los coeficientes de drenaje, son sugerido por el MTC (2014), a partir de los resultados de estudios de precipitaciones y otras consideraciones del ingeniero proyectista, tales como la presencia de corrientes de agua cercana, excesiva saturación del suelo, entro otros.

$$SN_2^* = D_2^* \times a_2 \times m_2$$

Ecuación 5. Cálculo de número estructural ajustado de capa de base.

Donde:

SN_2^* = Número estructural ajustado de la capa de base.

D_2^* = Espesor ajustado de la capa de base (cm).

Seguidamente, se prosigue con el espesor de la capa de subbase.

$$D_3 \geq \frac{SN - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3}$$

Ecuación 6. Cálculo de espesor teórico de capa de subbase.

Donde:

D_3 = Espesor teórico de la capa de subbase (cm).

a_3 = Coeficiente estructural de la capa de subbase (1/cm).

m_3 = Coeficiente de drenaje de la capa de subbase (1/cm).

Y se halla el número estructural ajustado.

$$SN_3^* = D_3^* \times a_3 \times m_3$$

Ecuación 7. Cálculo de número estructural ajustado de capa de subbase.

Donde:

SN_3^* = Número estructural ajustado de la capa de subbase.

D_3^* = Espesor ajustado de la capa de subbase (cm).

Obtenidos los tres números estructurales ajustados, se procede a comprobar si estos cubren la necesidad de la vía de acuerdo al número estructural obtenido por el CBR de la subrasante.

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN$$

Ecuación 8. Verificación del cumplimiento de número estructural.

De no cumplirse con esta condición, es necesario seguir con las iteraciones hasta obtener espesores que logren cumplir con esta condición, sin incurrir en sobredimensionamientos.

Actualmente, para la aplicación de este método es posible seguir tres caminos distintos los cuales son descritos a continuación:

- Resolviendo e iterando con todas las fórmulas descritas previamente.
- Utilizando un nomograma basado en la Ecuación 1 para la obtención del número estructural, propuesto también por AASHTO (1993), y

prosiguiendo con las iteraciones para la obtención de los espesores requeridos.

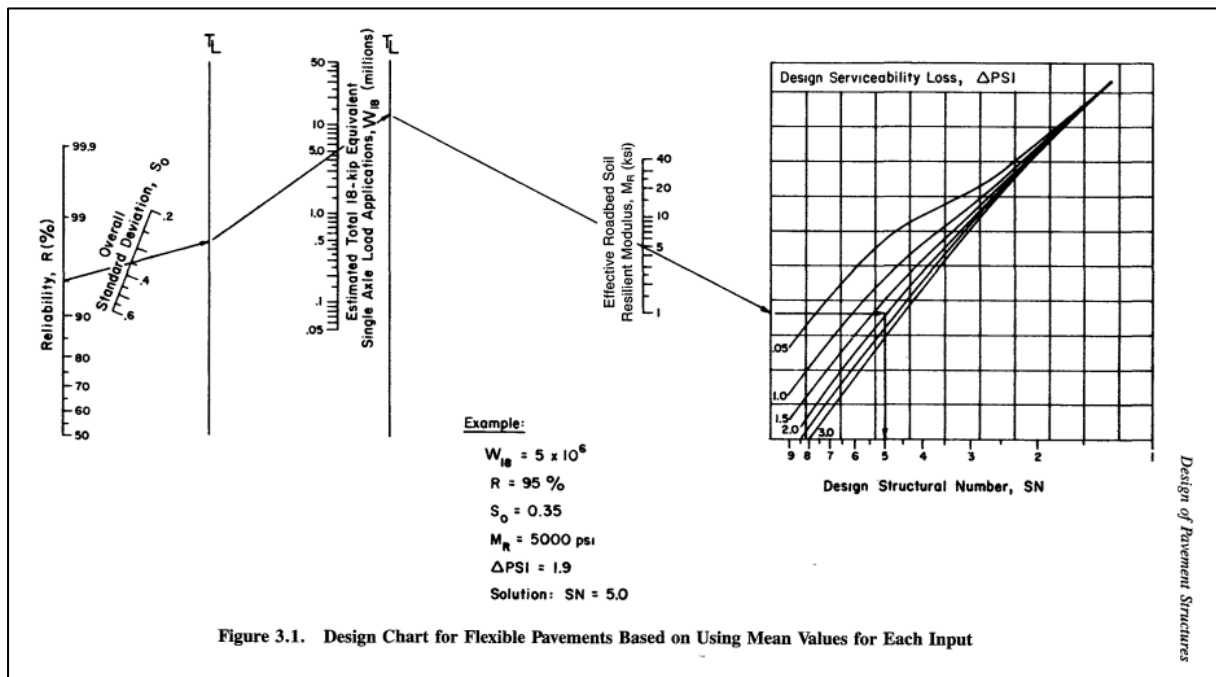


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

Figura 13. Nomograma para cálculo de número estructural.

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials (1993).

- Utilizando software cuya programación se base en el método AASHTO.

Es necesario indicar, que no importa el método utilizado, dado que los espesores se hallan con la realización de iteraciones, es necesario contar con el criterio profesional que puede ofrecer un ingeniero civil.

Av. San Martín

Para el cálculo del espesor de las capas del pavimento de la Av. San Martín, se tuvieron en consideración los siguientes datos.

Tabla 14

Datos para el cálculo de pavimento de la Av. San Martín.

	Asfalto	Base	Subbase	Subrasante
CBR (%)		80.00	50.00	5.00
MR (psi)		42206	31242	7158
a_i (cm)	0.17	0.052	0.047	
m_i		1.00	1.00	
W_{18}	2 813 840			

A partir de estos datos, se realizaron los cálculos mediante la resolución de la Ecuación 1, la aplicación del nomograma de la Figura 13 como se muestra en la Figura 14 y el programa Tensar Plus. Todo ello se adjunta a continuación.

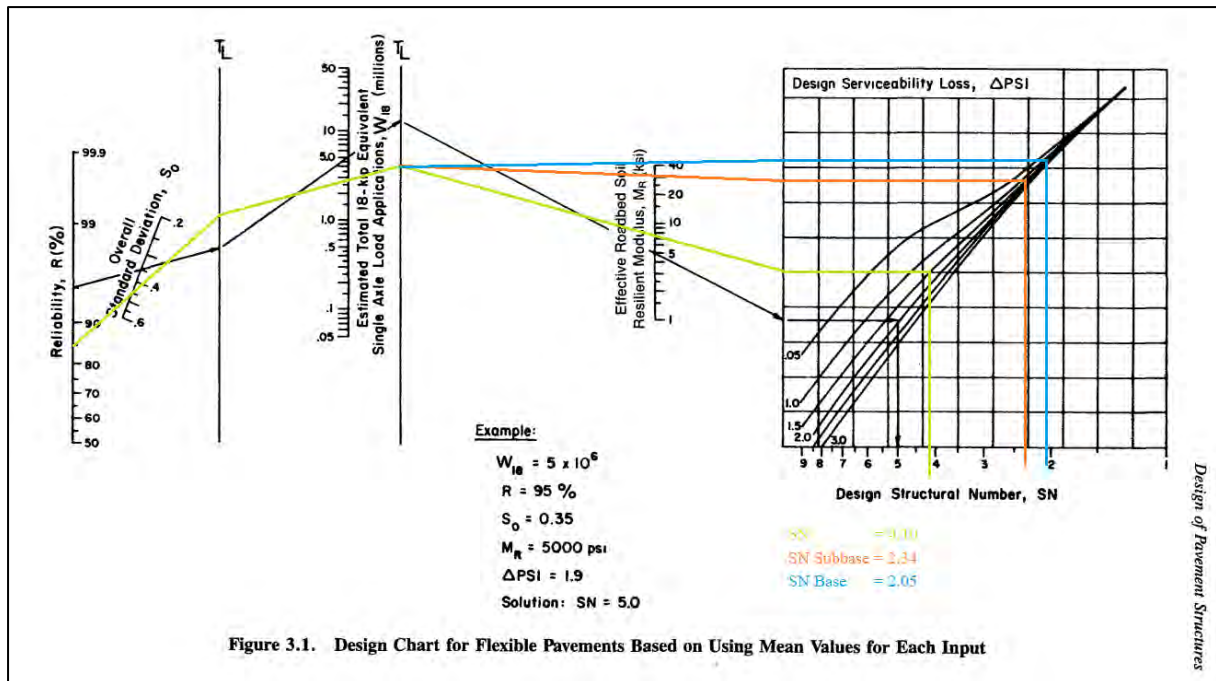


Figura 14. Números estructurales de la Av. San Martín con el uso del nomograma.

De este modo, se presentan los números estructurales obtenidos.

Tabla 15
 Números estructurales de la Av. San Martín.

	SNB	SNSB	SNreq
SN _{nomograma}	2.05	2.34	4.10
SN _{fórmula}	2.05	2.31	4.14
SN _{programa}			4.138

Por otro lado, con los números estructurales hallados mediante la fórmula y uso del nomograma, se siguió con la iteración hasta la obtención de los espesores como se muestra a continuación:

Tabla 16
 Cálculo de espesores por el método convencional AASHTO para la Av. San Martín.

Capa	Método	Espesor (cm)			Número estructural		
Asfalto		D1*	Mínimo*	D1* ajustado	S1*		
	Nomograma	13	9	12	2.21	1.53	2.04
	Fórmula	13	9	12	2.21	1.53	2.04
Base		D2*	Mínimo*	D2* ajustado	S2*		

	Nomograma	3	20	21	0.16	1.04	1.10
	Fórmula	2	20	21	0.11	1.04	1.10
Subbase		D3*	Mínimo*	D3* ajustado	S3*		
	Nomograma	37	15	21	1.74	0.71	0.99
	Fórmula	39	15	22	1.84	0.71	1.04

*De acuerdo con MTC (2014).

Llegando a obtener una sumatoria de números estructurales mayores a los requeridos por cada método, esto se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17
Suma de números estructurales para la Av. San Martín.

	SN	SNreq
Nomograma	4.13	4.10
Fórmula	4.18	4.14

Finalmente, se adjunta el espesor del pavimento y las capas.

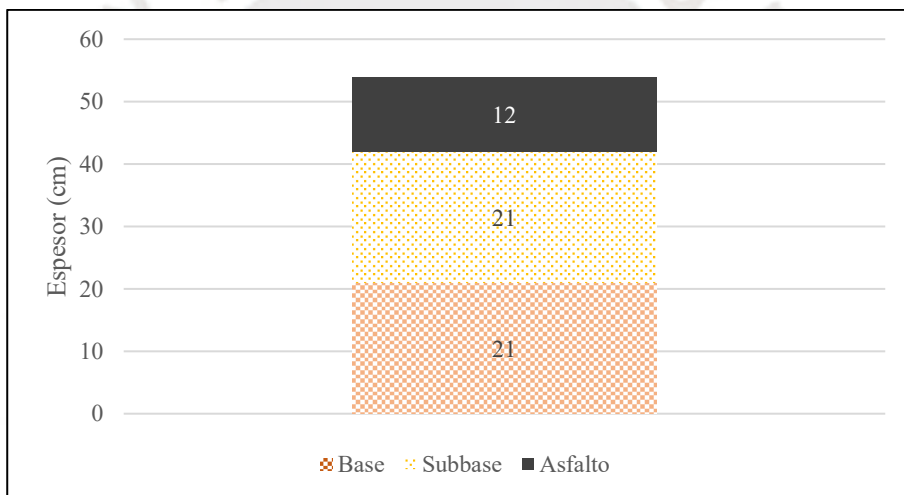


Figura 15. Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando el nomograma de AASHTO (1993).

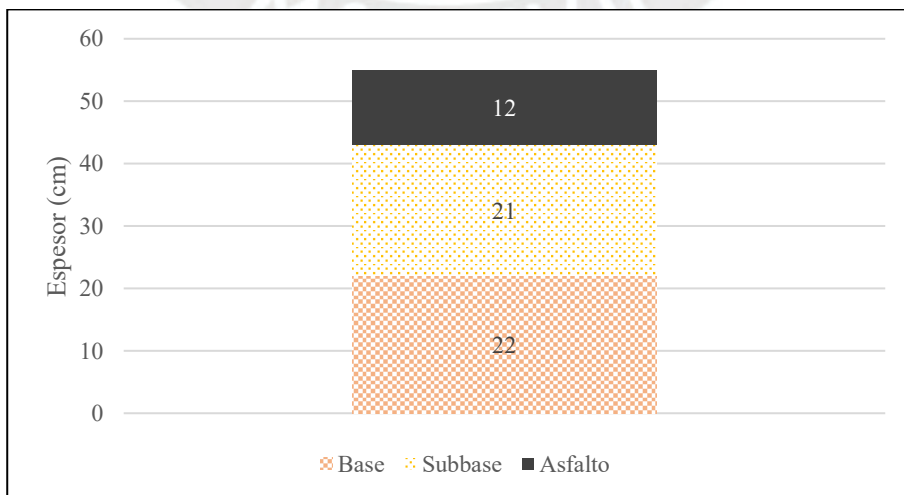


Figura 16. Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando la ecuación de AASHTO (1993).

Av. Prolongación Mariscal Castilla

De igual manera que en la Av. Mariscal Castilla, a continuación, se adjuntan los datos considerados para el cálculo:

Tabla 18
 Datos para el cálculo del pavimento de la Av. Castilla.

	Asfalto	Base	Subbase	Subrasante
CBR (%)		80.00	40.00	18.00
MR (psi)		42206	27084	16247
a_i (cm)	0.17	0.052	0.047	
m_i		1.00	1.00	
W18	7 380 669			

Con estos datos, fueron realizados los cálculos mediante las ecuaciones y el uso del nomograma para cada caso. Este proceso es expuesto a continuación.

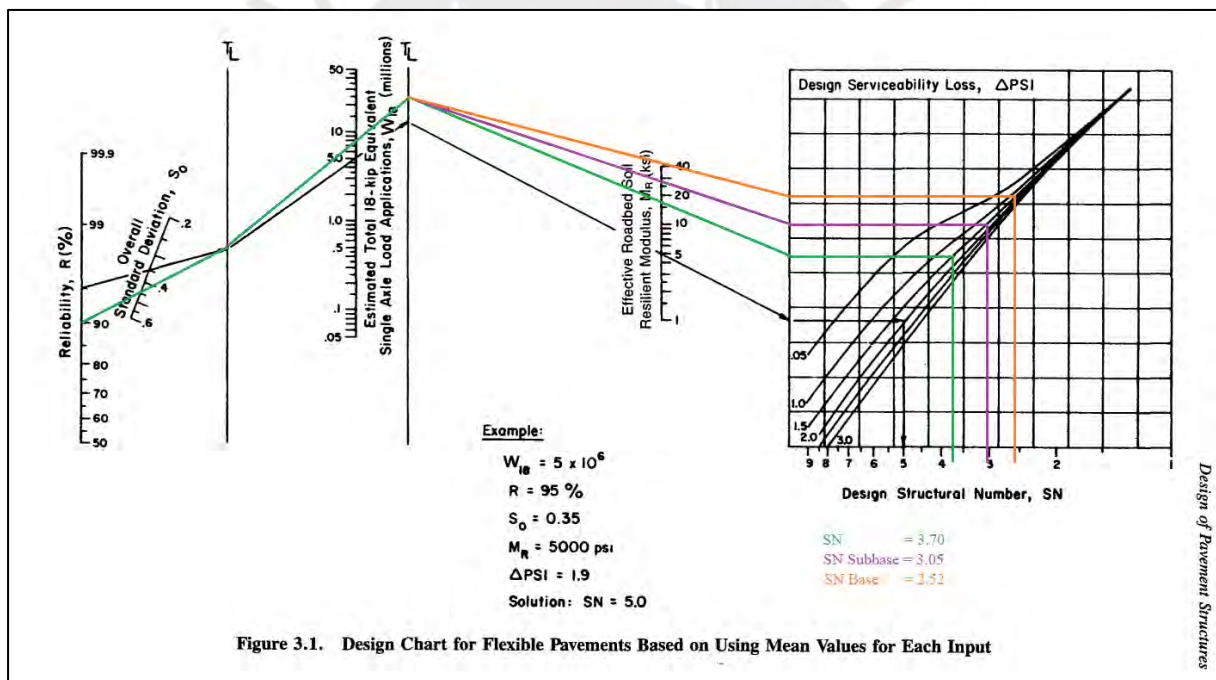


Figura 17. Números estructurales de la Av. Castilla con el uso del nomograma.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 19
 Números estructurales de la Av. Castilla.

	SNB	SNSB	SN _{req}
SN _{nomograma}	2.52	3.05	3.70
SN _{fórmula}	2.52	3.01	3.69
SN _{programa}			3.69

Con los datos del nomograma y la ecuación, se desarrollaron las iteraciones como se muestra a continuación.

Tabla 20

Cálculo de espesores por el método convencional AASHTO para la Av. Castilla.

Capa	Método	Espesor (cm)			Número estructural		
Asfalto		D1*	Mínimo*	D1* ajustado	S1*		
	Nomograma	15	10	10	2.55	1.70	1.70
	Fórmula	15	10	10	2.55	1.70	1.70
Base		D2*	Mínimo*	D2* ajustado	S2*		
	Nomograma	10	25	25	0.52	1.30	1.30
	Fórmula	9	25	25	0.47	1.30	1.30
Subbase		D3*	Mínimo*	D3* ajustado	S3*		
	Nomograma	14	15	15	0.66	0.71	0.71
	Fórmula	15	15	15	0.71	0.71	0.71

*De acuerdo con MTC (2014).

Obtenido de esta manera, los siguientes números estructurales, siendo mayores a los requeridos por cada método.

Tabla 21

Suma de números estructurales de la Av. Castilla.

	SN	SNreq
Nomograma	3.71	3.70
Fórmula	3.71	3.69

Así mismo, se presentan en la *Figura 18* y *Figura 19*, los espesores obtenidos por estos dos métodos.

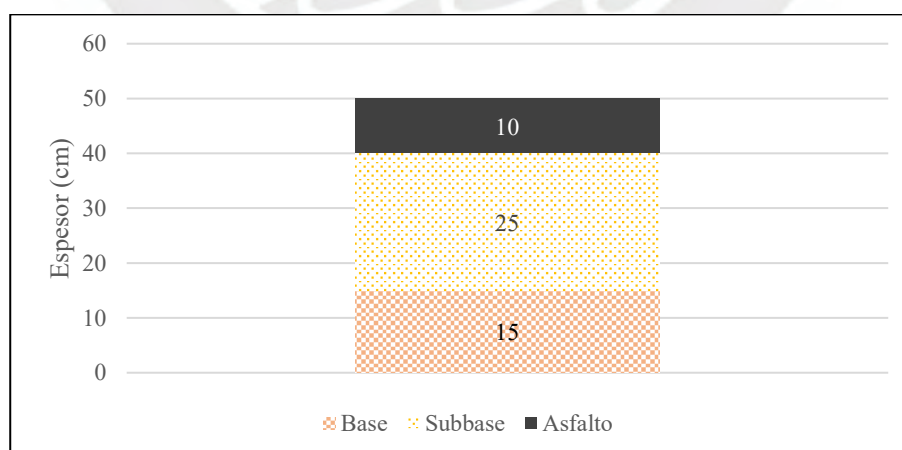


Figura 18. Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando el nomograma de AASHTO (1993).

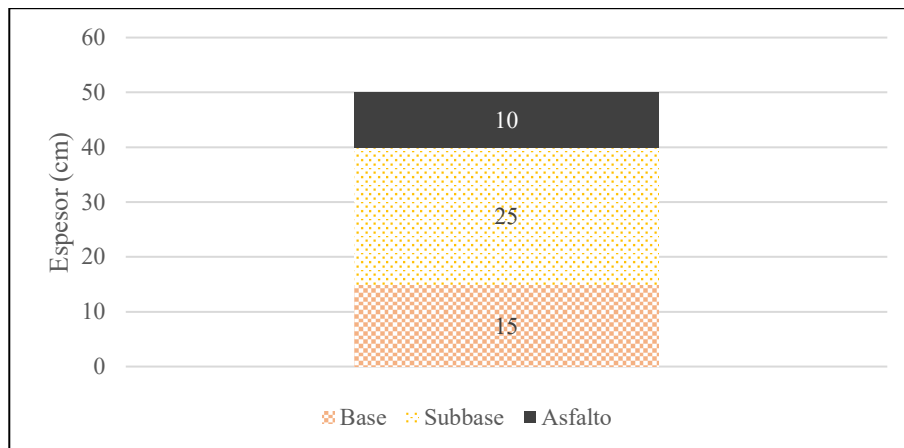


Figura 19. Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando la ecuación de AASHTO (1993).

4.3.2. Método de espesores mínimos

Este método, parte de la base expuesta por el método convencional de AASHTO 93, por lo que requiere de los mismos parámetros de diseño, a fin de obtener una carpeta asfáltica de un espesor menor en comparación con los otros métodos propiciando la obtención del menor costo posible sin dejar de lado la responsabilidad de la estructura de pavimento. Así, este método inicia con la determinación del valor del número estructural requerido (SN req), para lo cual puede usarse el programa de cálculo tal como se presenta a continuación.

Figura 20. Software de la ecuación AASHTO 93 para la obtención de SN.

Una vez determinado aquel valor, simplemente se inician con las iteraciones tal como fue expuesto previamente respecto al procedimiento de diseño AASHTO, considerando siempre que la carpeta de rodadura tendrá el menor espesor posible, y cambiando principalmente los espesores de base y subbase.

Av. San Martín

En primera instancia, fueron determinados los espesores de pavimento para el servicio de la Av. San Martín. Para ello, se tomaron en cuenta las características presentadas en la Tabla 18 desarrolladas para la determinación de los espesores de capas de pavimento realizada por el método convencional, en esa línea, se presentan los resultados obtenidos para esta vía teniendo un espesor de carpeta asfáltica de 90 mm (el mínimo requerido para una vía de tráfico T_{P6}), una base de 230 mm y una subbase de 300 mm debido a las pobres propiedades de suelo.

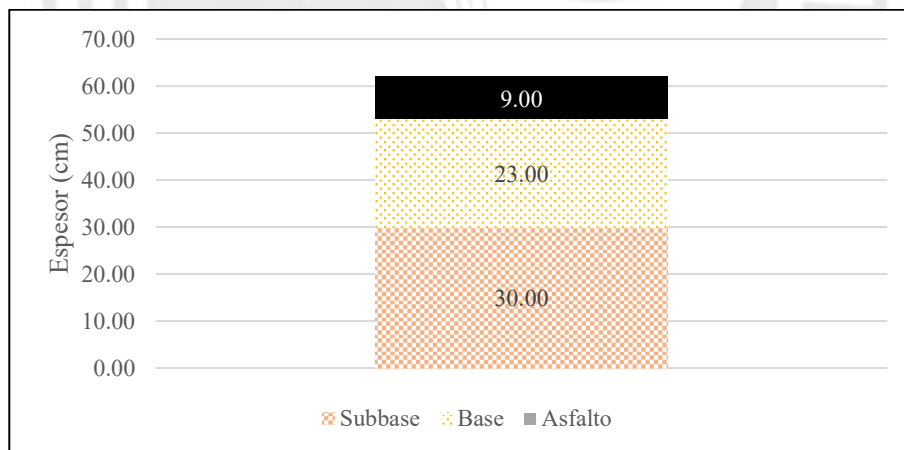


Figura 21. Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando el método de espesores mínimos.

Av. Prolongación Mariscal Castilla

Teniendo en cuenta lo expuesto previamente, la Figura 22 expone los resultados del cálculo desarrollado para el diseño del pavimento correspondiente a la Av. Mariscal Castilla, para ello también fueron tomados en cuenta la obtención de

espesores posibles de desarrollar dentro del proceso constructivo y el valor mínimo establecido por el Manual de Carreteras en la sección de suelos y pavimentos del MTC (2014) principalmente para las capas granulares, así se tiene un espesor de carpeta asfáltica de apenas 8.00 cm, mientras que la base presenta un valor de 32.00 cm y la subbase un valor de 18.00 cm.

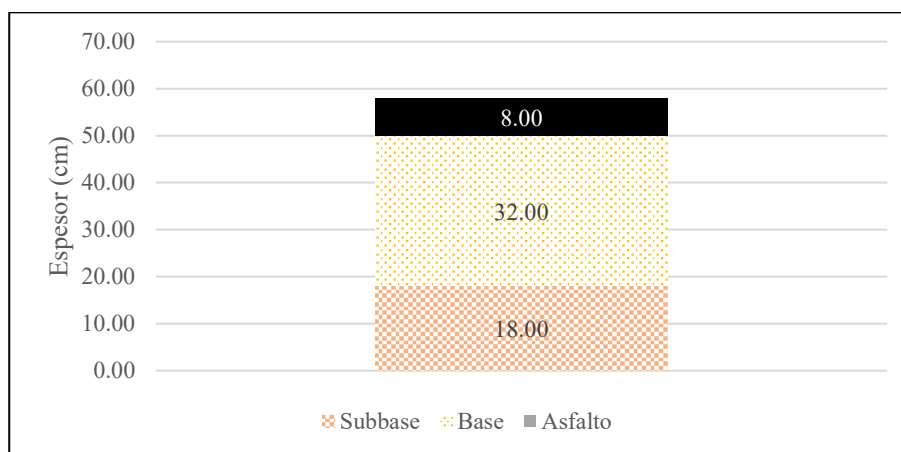


Figura 22. Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando el método de espesores mínimos.

4.3.3. Método de análisis por capas

El análisis por capas de pavimento flexible, parte de la premisa de la obtención de la mejor combinación de capas, es decir, no solo generar las capas más económicas, sino generar las capas que permitan un comportamiento apropiado de la estructura, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de fallas tempranas en la superficie asfáltica y considerando un ahuellamiento de como máximo $\frac{1}{2}$ " en la subrasante.

Para este método, se requieren los mismos parámetros de diseño al estar basado en el método AASHTO, la diferencia está en el software de apoyo utilizado, que en este caso consistirá en el software proporcionado por "Pavement Interactive", cuya interfaz es exhibida a continuación.

1993 AASHTO Empirical Equation for Flexible Pavements

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT		OUTPUT	
1. Loading Total Design ESALs (W_{18}): <input type="text"/>		1. Calculation Parameters Standard Normal Deviate (z_R): <input type="text" value="0"/>	
2. Reliability Reliability Level in percent (R): <input type="text" value="50"/>		Δ PSI: <input type="text"/>	
Combined Standard Error (S_o): <input type="text" value="0.5"/>		Design Structural Number (SN): <input type="text"/>	
3. Servicability Initial Servicability Index (p _i): <input type="text" value="4.5"/>		2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)	
Terminal Servicability Index (p _f): <input type="text" value="3"/>		Surface: <input type="text"/>	
4. Layer Parameters Number of Base Layers: <input type="text" value="0"/>		Total SN based on layer depths: <input type="text"/>	
		Comments	
		<input type="button" value="Calculate"/>	

Figura 23. Software de cálculo de espesores por el método de análisis por capas.

Av. San Martín

Los resultados del cálculo del espesor de pavimento de la Av. San Martín desarrollados por el método del análisis por capas presentaron una carpeta asfáltica de 13.00 cm, una base de 16.00 cm y una subbase de 25.00 cm tal como se aprecia en la figura adjunta.

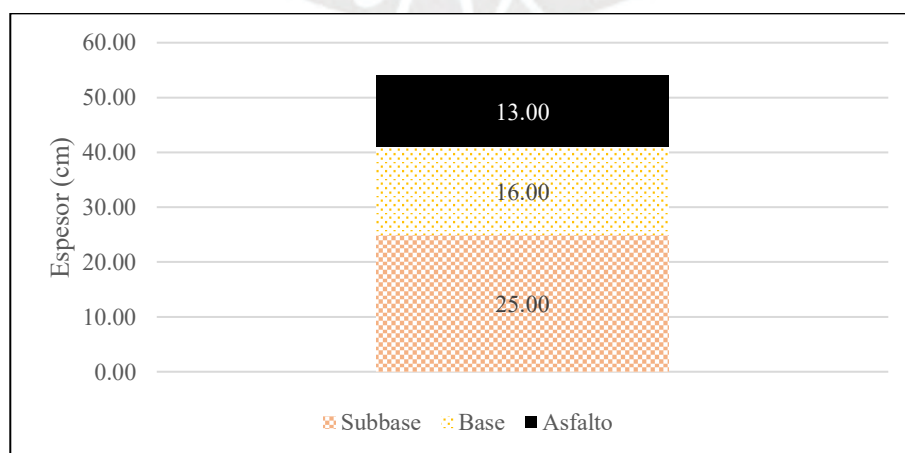


Figura 24. Espesor del pavimento de la Av. San Martín utilizando el método de análisis de capas.

Av. Prolongación Mariscal Castilla

En esa línea, la Figura 25 contiene la representación gráfica del pavimento flexible de la Av. Castilla diseñada mediante el análisis de capas, notando un espesor razonable para cada capa teniendo también espesores posibles de construir y cumpliendo con las exigencias normativas para este caso, por ello exhibe un espesor de carpeta asfáltica de 18.00 cm, base de 16.00 cm y subbase de 16.00 cm.

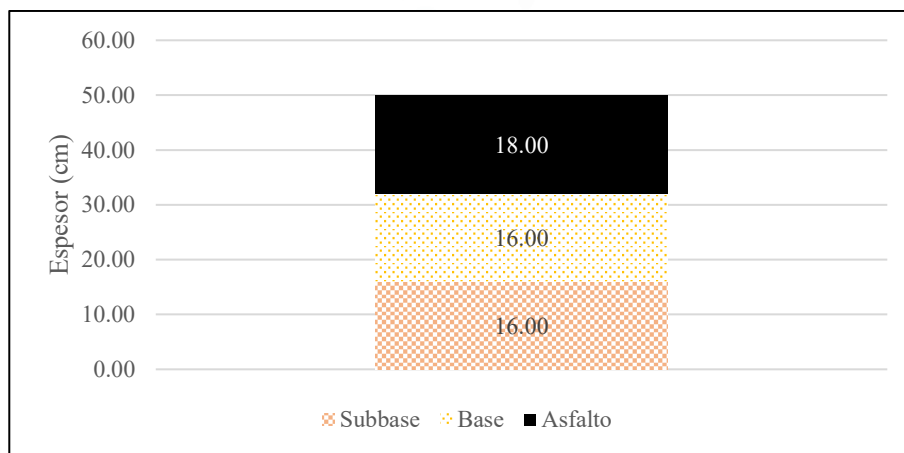


Figura 25. Espesor del pavimento de la Av. Castilla utilizando el método de análisis de capas.

Cabe mencionar que estas dos últimas metodologías para el diseño de pavimentos flexibles presentan enfoques distintos en la determinación del espesor de las capas. El método de espesores mínimos, basado en el método convencional de AASHTO 93, busca reducir el espesor de la carpeta asfáltica para minimizar costos, ajustando principalmente los espesores de la base y la subbase, mientras que el método de análisis por capas se centra en encontrar la combinación óptima de capas para asegurar un comportamiento adecuado del pavimento, minimizando fallas tempranas y ahuellamiento, y utiliza software especializado como el de “Pavement Interactive” para este propósito. La diferencia clave radica en que el primero se enfoca en el espesor mínimo económico, mientras que el segundo busca una solución más equilibrada en términos de rendimiento y durabilidad del

pavimento, lo que ciertos autores consideran como una inversión a largo plazo, al requerir de menores costos en sus actividades de operación y mantenimiento se vuelve más económico.



Capítulo V: Análisis de resultados y discusión

5.1. Revisión de resultados

Para la obtención de los espesores a partir del uso de las geomallas, en primera instancia fueron determinados los valores del BCR (siglas en inglés de factor de reducción de la base), LCR (siglas en inglés de relación de coeficiente de capa), TBR (siglas en inglés de ratio de beneficio del tráfico), ejes equivalentes y coeficiente de las bases en función de los reportes obtenidos en la realización de los diseños de pavimento en el software proporcionado por la empresa Tensar (fabricante de las geomallas analizadas en la presente investigación). Una vez obtenidos estos datos, fue realizado el cálculo de espesores a través de los métodos de espesores mínimos y análisis de capas.

5.1.1. Av. San Martín

Habiendo realizado los cálculos mediante el software Tensar+ para la obtención de las características de las geomallas, a continuación, se presentan las características del pavimento para la Av. San Martín considerando el refuerzo en la base granular.



Figura 26. Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla NX750.

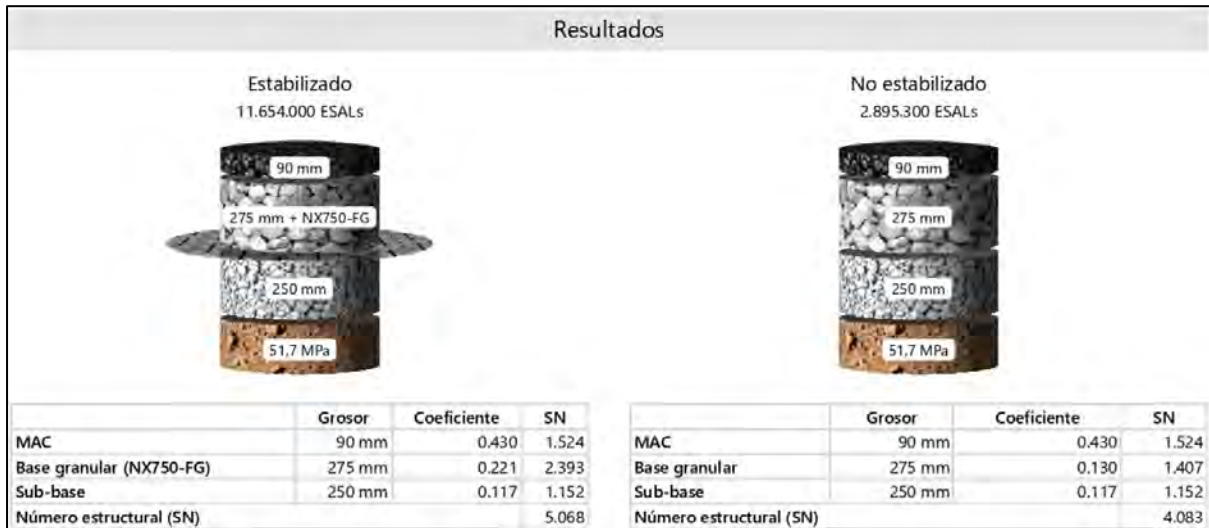


Figura 27. Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla NX750-FG.

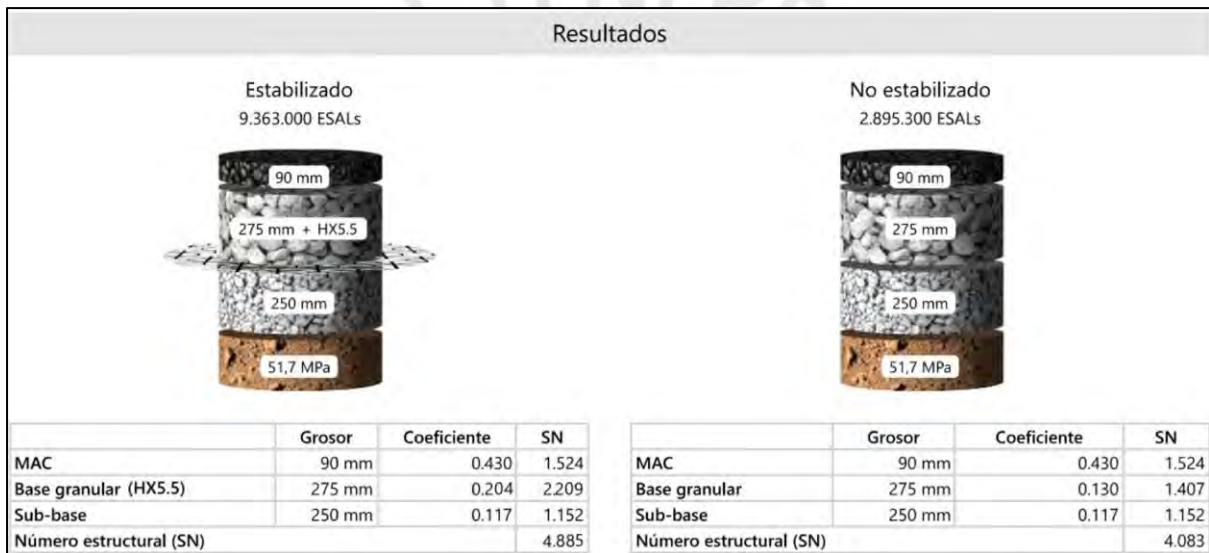


Figura 28. Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla HX5.5.



Figura 29. Espesor del pavimento de la Av. San Martín con la geomalla TX Type 3.

Al haber obtenido los valores respecto al coeficiente de la base y los ejes equivalentes que soportaría el pavimento de la Av. San Martín con la inclusión de cada una de las geomallas analizadas en la presente investigación, así como los posibles cambios en los espesores de estos, se determinaron los valores de LCR, y TBR expuestos en la tabla adjunta.

Tabla 22

Parámetros de diseño de la Av. San Martín con geomallas Tensar.

Geomallas	ESALs	Coefficiente de base estabilizada	LCR	TBR
NX750	11 654 000	0.221	1.70	4.03
NX750-FG	11 654 000	0.221	1.70	4.03
HX5.5	9 363 000	0.204	1.57	3.23
TX Type 3	5 523 000	0.165	1.27	1.91

Considerando estos resultados, y a partir del desarrollo del cálculo de espesor del pavimento de la Av. San Martín por el método de espesores mínimos se expone la Tabla 23, la cual contiene los diferentes espesores de pavimento contemplando una carpeta asfáltica de 9.00 cm para las estructuras con las cuatro geomallas analizadas.

Al comparar los espesores obtenidos sin geomalla (30 cm de subbase, 23 cm de base y 9 cm de asfalto) con los resultados utilizando geomallas (NX750, NX750-FG, HX5.5 y TX Type 3), se observa una reducción significativa en los espesores de las capas de base y subbase cuando se emplean geomallas. Sin geomalla, se requieren mayores espesores para la base (23 cm) y subbase (30 cm), mientras que con geomallas los espesores varían entre 15-20 cm para la base y 21-25 cm para la subbase, lo que demuestra que las geomallas permiten optimizar el diseño estructural del pavimento al proporcionar mayor refuerzo con menor espesor de materiales. El espesor del asfalto se mantiene constante (9 cm) en todos los casos, lo que sugiere que las geomallas influyen principalmente en las capas inferiores.

Tabla 23

Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. San Martín por espesores mínimos.

Capa	Geomallas			
	NX750	NX750-FG	HX5.5	TX Type 3
Asfalto (cm)	9.00	9.00	9.00	9.00
Base (cm)	15.00	15.00	18.00	20.00
Subbase (cm)	21.00	21.00	22.00	25.00

Por último, también se presentan los resultados de los espesores de pavimento determinados a través del método del análisis por capas en la Tabla 24, teniendo así tres pavimentos de espesores iguales, siendo distinto tan solo aquel analizado con la geomalla TX Type 3, esto puede atribuirse a la pobre condición de la subrasante encontrada (CBR de 5 %), que requiere de capas gruesas a pesar de tener un número de ejes equivalentes relativamente bajo.

Al comparar los resultados obtenidos sin geomallas y con el uso de geomallas (NX750, NX750-FG, HX5.5, y TX Type 3), se observa que las capas de pavimento con geomallas permiten reducir significativamente el espesor de las capas de base y subbase, mientras que el espesor del asfalto también disminuye de 13 cm a 9 cm en todos los casos con geomallas. En particular, la base se reduce de 16 cm sin geomalla a un rango de 15 a 20 cm dependiendo del tipo de geomalla utilizada, y la subbase disminuye de 25 cm a valores entre 21 y 25 cm. Esto demuestra que las geomallas optimizan el diseño estructural del pavimento, permitiendo un menor uso de materiales para mantener o mejorar la capacidad de soporte.

Tabla 24

Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. San Martín por análisis de capas.

Capa	Geomallas			
	NX750	NX750-FG	HX5.5	TX Type 3
Asfalto (cm)	13.00	13.00	13.00	13.00
Base (cm)	16.00	16.00	16.00	16.00
Subbase (cm)	16.00	16.00	16.00	18.00

5.1.2. Av. Prolongación Mariscal Castilla

De igual manera, en primera instancia se presentan los resultados del cálculo con el software Tensar+, para los cuatro tipos de geomallas disponibles están adjuntos desde la Figura 30 a la Figura 33.

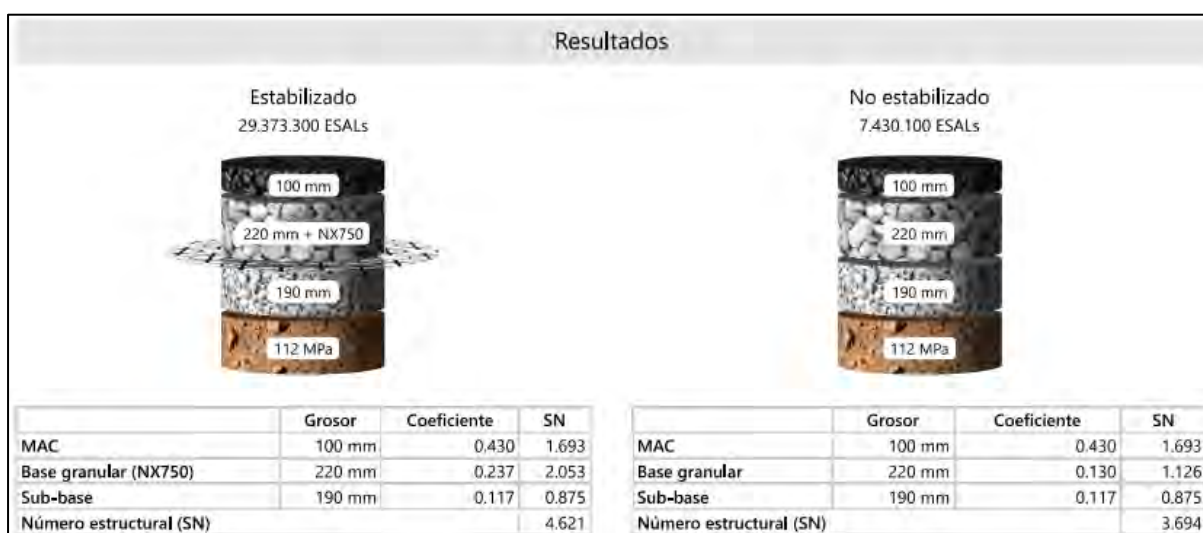


Figura 30. Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla NX750.



Figura 31. Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla NX750-FG.



Figura 32. Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla HX5.5.



Figura 33. Espesor del pavimento de la Av. Castilla con la geomalla TX Type 3.

A partir de estos resultados fueron determinados los parámetros presentados en la Tabla 25, tal como se adjunta a continuación. Aquí es necesario mencionar que para la vía evaluada las geomallas de la familia NX750 otorgan los mismos resultados.

Tabla 25

Parámetros de diseño de la Av. Castilla con geomallas Tensor.

Geomallas	ESALs	Coficiente de base estabilizada	LCR	TBR
NX750	29 373 300	0.237	1.82	3.95
NX750-FG	29 373 300	0.237	1.82	3.95
HX5.5	23 558 400	0.219	1.68	3.17
TX Type 3	13 875 600	0.177	1.36	1.87

Seguidamente, a partir del cálculo por el método de espesores mínimos y el ajuste correspondiente a unidades del sistema internacional y considerando espesores constructivos, fueron obtenidos los resultados adjuntos a continuación. En este caso, se evidencian grandes reducciones en las capas granulares, lo que orienta a la obtención de espesores más manejables.

Al comparar los espesores obtenidos sin geomallas con los resultados al usar diferentes tipos de geomallas (NX750, NX750-FG, HX5.5, TX Type 3), se observa una reducción significativa en el espesor de la base, que pasa de 32 cm sin geomalla a entre 15 y 16 cm con geomallas, mientras que los espesores de la subbase permanecen similares o ligeramente reducidos (16 - 18 cm). En cuanto al espesor de asfalto, se mantiene constante en 8 cm para la mayoría de las geomallas, salvo el tipo HX5.5 y TX Type 3, donde se incrementa a 9 y 12 cm, respectivamente.

Tabla 26
Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. Castilla por espesores mínimos.

Parámetro	Geomallas			
	NX750	NX750-FG	HX5.5	TX Type 3
Asfalto (cm)	8.00	8.00	9.00	12.00
Base (cm)	15.00	15.00	16.00	15.00
Subbase (cm)	18.00	18.00	16.00	16.00

De igual modo, para el método de análisis por capas la Tabla 27 presenta los resultados obtenidos. Resaltan las mayores reducciones obtenidas por las geomallas NX750, sin embargo, también es dable rescatar que en todos los casos el diseño exige menores espesores de carpeta asfáltica que con el diseño sin geomallas (18 cm).

Al comparar el diseño sin geomallas con el de las geomallas NX750, NX750-FG, HX5.5, y TX Type 3, se observa que el uso de geomallas permite una reducción en el espesor del asfalto, con espesores de 12.00 a 14.00 cm frente a los 18.00 cm sin geomallas, mientras que el espesor de la base se mantiene o varía ligeramente

entre 17.00 y 18.00 cm comparado con 16.00 cm sin geomallas. La subbase también muestra una ligera variación, con espesores que van de 16.00 a 18.00 cm en comparación con los 16.00 cm sin geomallas.

Tabla 27

Espesores de capa de pavimento flexible de la Av. Castilla por análisis de capas.

Parámetro	Geomallas			
	NX750	NX750-FG	HX5.5	TX Type 3
Asfalto (cm)	12.00	12.00	13.00	14.00
Base (cm)	18.00	18.00	17.00	18.00
Subbase (cm)	16.00	16.00	16.00	18.00

5.2. Análisis de resultados

5.2.1. Evaluación técnica

La evaluación técnica constará de las comparaciones de los resultados obtenidos respecto a las nuevas capacidades que pueden alcanzar, especialmente las bases granulares en función de las variaciones de TBR y BCR, así como el pavimento en general respecto al volumen de tráfico admitido y la variación de la misma según la capa reforzada y el tipo de geomalla utilizada en cada caso, a fin de reconocer el mejor material y uso.

Traffic Benefit Ratio (TBR)

El TBR describe el ratio o razón en el aumento de la capacidad de soporte de tráfico de un pavimento debido a la presencia de refuerzo en su base granular, es así que en la presente investigación fue determinado este factor para cada una de las mallas analizadas tanto para la Av. San Martín como para la Av. Prolongación Mariscal Castilla, es así que en la Tabla 28 se presentan los resultados correspondientes al pavimento para la Av. San Martín.

Tabla 28

Valores del Traffic Benefit Ratio en función del cambio del espesor de la base granular de la Av. San Martín.

Espesor (cm)	NX750		HX5.5		TX Type 3	
	ESALs	TBR	ESALs	TBR	ESALs	TBR
15	3 879 900	3.669	3 227 174	3.052	2 091 227	1.978
16	4 250 800	3.690	3 526 342	3.061	2 250 031	1.953
17	4 662 200	3.720	3 824 128	3.051	2 404 986	1.919
18	5 127 400	3.763	4 159 474	3.053	2 582 040	1.895
19	5 604 000	3.787	4 545 338	3.072	2 789 150	1.885
20	6 155 600	3.834	4 942 235	3.078	2 965 490	1.847
21	6 727 800	3.865	5 346 911	3.071	3 215 809	1.847
22	7 317 200	3.880	5 828 350	3.090	3 432 824	1.820
23	8 019 700	3.928	6 328 657	3.100	3 650 430	1.788
24	8 756 300	3.964	6 846 848	3.100	3 921 787	1.775
25	9 525 000	3.988	7 482 644	3.133	4 201 986	1.759
26	10 323 200	4.000	8 040 310	3.116	4 490 527	1.740
27	11 147 900	4.000	8 608 531	3.089	4 786 415	1.718
28	12 174 900	4.048	9 325 687	3.101	5 089 070	1.692
29	13 060 800	4.025	9 920 324	3.057	5 397 504	1.664
30	13 962 600	3.991	10 687 889	3.055	5 710 501	1.632

De la misma forma, en la Tabla 29 se presentan los resultados del análisis para la Av. Castilla, evidenciando que las geomallas de la familia NX750 son las que ofrecen las mejores relaciones de tráfico-beneficio, teniendo oscilaciones entre 3.7 a 4.1 en función de los cambios del espesor de la base.

Tabla 29

Valores del Traffic Benefit Ratio en función del cambio del espesor de la base granular de la Av. Castilla.

Espesor (cm)	NX750		HX5.5		TX Type 3	
	ESALs	TBR	ESALs	TBR	ESALs	TBR
15	15 464 300	3.765	12 862 700	3.131	8 335 100	2.029
16	16 962 200	3.782	14 088 400	3.141	8 989 300	2.004
17	18 624 300	3.808	15 312 500	3.130	9 630 000	1.969
18	20 505 100	3.848	16 690 800	3.132	10 361 000	1.944
19	22 433 400	3.869	18 276 200	3.152	11 214 800	1.934
20	24 666 400	3.913	19 908 500	3.158	11 945 700	1.895
21	26 984 200	3.941	21 576 800	3.151	12 977 000	1.895
22	29 373 300	3.953	23 558 400	3.171	13 875 600	1.867
23	32 222 800	4.000	25 621 800	3.180	14 778 900	1.834
24	35 213 000	4.034	27 759 700	3.180	15 900 400	1.822
25	38 335 600	4.057	30 379 600	3.215	17 060 100	1.805
26	41 580 500	4.067	32 686 200	3.197	18 255 300	1.785

27	44 935 500	4.065	35 040 300	3.170	19 482 700	1.762
28	49 116 400	4.112	38 003 900	3.181	20 738 900	1.736
29	52 725 500	4.087	40 471 400	3.137	22 019 900	1.707
30	56 401 800	4.051	43 648 800	3.135	23 321 400	1.675

Con el propósito de apreciar de mejor forma de los resultados obtenidos, es que se presenta la Figura 34, la cual expresa de forma gráfica la relación entre el TBR y el espesor de la base del pavimento

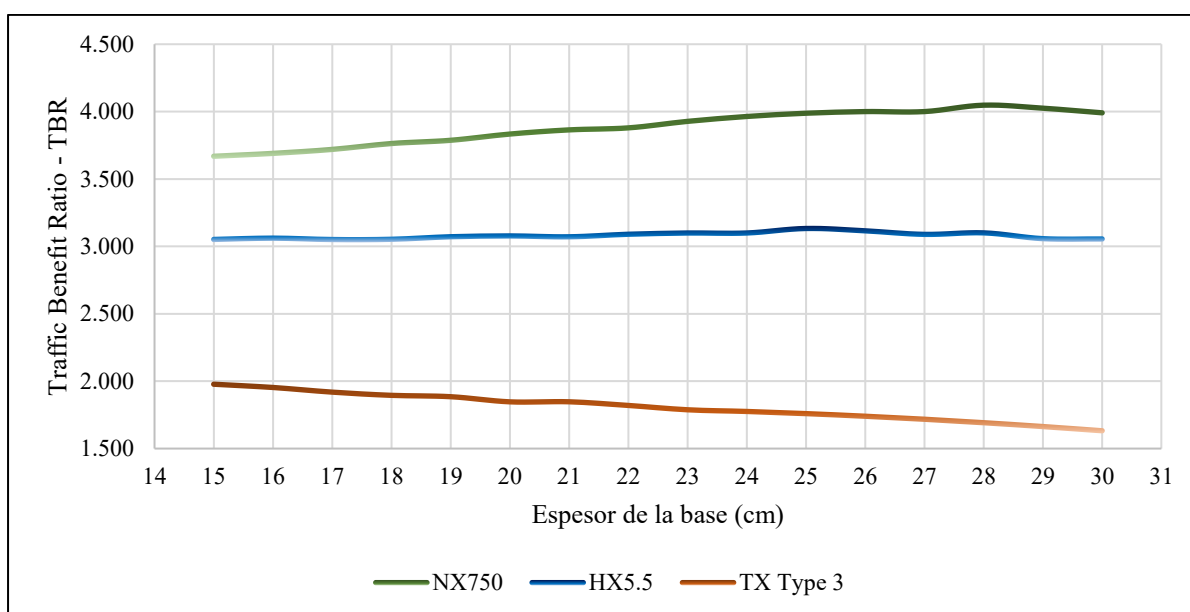


Figura 34. Relación entre el Traffic Benefit Ratio y el espesor de la base granular de la Av. San Martín.

Asimismo, se presenta la relación existente entre el TBR y el espesor que puede tomar la base del pavimento de la estructura que soportaría el tráfico en la Av. Mariscal Castilla, esto se expone en la Figura 35 adjunta en la siguiente página, donde cabe resaltar que para las geomallas NX750 y NX750-FG se obtuvieron valores iguales, por ello se agrupan.

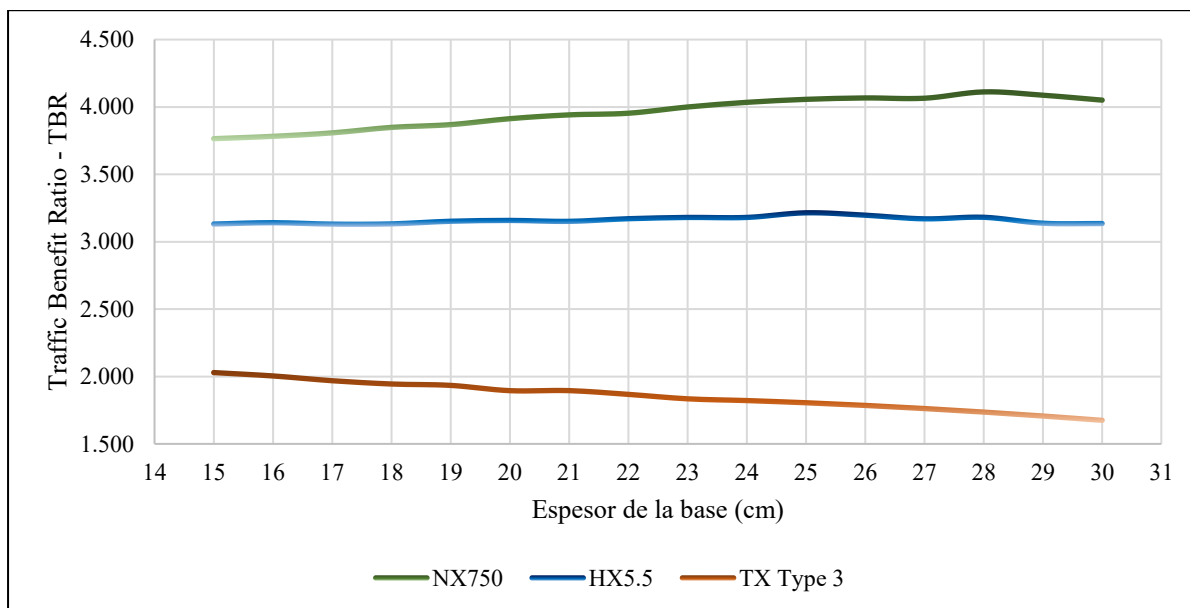


Figura 35. Relación entre el Traffic Benefit Ratio y el espesor de la base granular de la Av. Castilla.

Base Course Reduction (BCR)

Así como fue determinada la variación en la capacidad de soportar determinado tráfico, fue calculada la razón de cambio en el espesor de la base granular ocasionada por la instalación de las geomallas analizadas. Por lo tanto, la Tabla 30 contiene los valores de la relación del cambio de espesor de la base del pavimento para la Av. San Martín, notando en este caso que el cálculo de espesor por el método de espesores mínimos propicia ciertas reducciones en esta capa.

Tabla 30

Valores de BCR en función del método de diseño empleado para la Av. San Martín.

Parámetro		BCR
Espesores mínimos	NX750	0.652
	NX750-FG	0.652
	HX5.5	0.783
	TX Type 3	0.870
Análisis por capas	NX750	1.000
	NX750-FG	1.000
	HX5.5	1.000
	TX Type 3	1.000

Dado que fueron determinados los espesores del pavimento por dos métodos distintos, la Tabla 31 expresa los resultados para cada caso evaluado para la Av. Mariscal Castilla.

Tabla 31

Valores de BCR en función del método de diseño empleado para la Av. Castilla.

Parámetro		BCR
Espesores mínimos	NX750	0.469
	NX750-FG	0.469
	HX5.5	0.500
	TX Type 3	0.469
Análisis por capas	NX750	1.125
	NX750-FG	1.125
	HX5.5	1.063
	TX Type 3	1.125

Para una mejor interpretación de los resultados, se presenta la comparación de los resultados obtenidos respecto al BCR para la Av. San Martín en la Figura 36, notando de esta manera que la mayor reducción de espesor se obtiene al hacer uso de las geomallas de la familia NX750 con valores de 0.469.

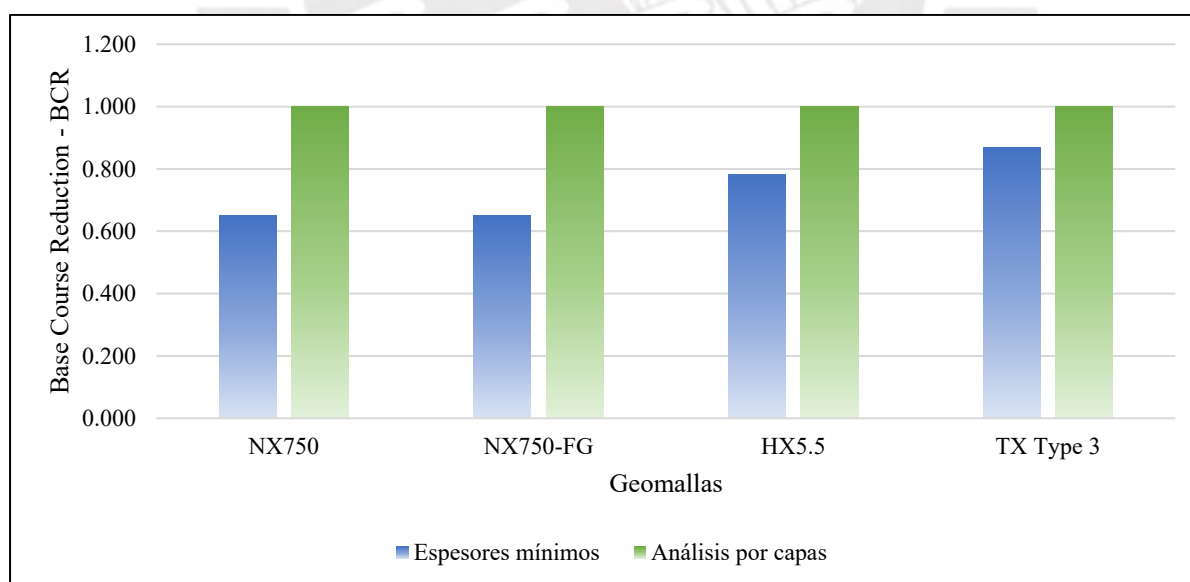


Figura 36. Comparación de los valores del Base Course Reduction por métodos de diseño de la Av. San Martín.

Finalmente, la Figura 37 muestra la comparación de los valores del Base Course Reduction obtenidos para la Av. Castilla, notando que el método del análisis por capas orienta al aumento de este parámetro, debido principalmente a que se

encontraron con reducciones significativas del espesor de la carpeta asfáltica sumada al alto número de ejes equivalentes que deberá soportar el pavimento a lo largo de su vida útil.

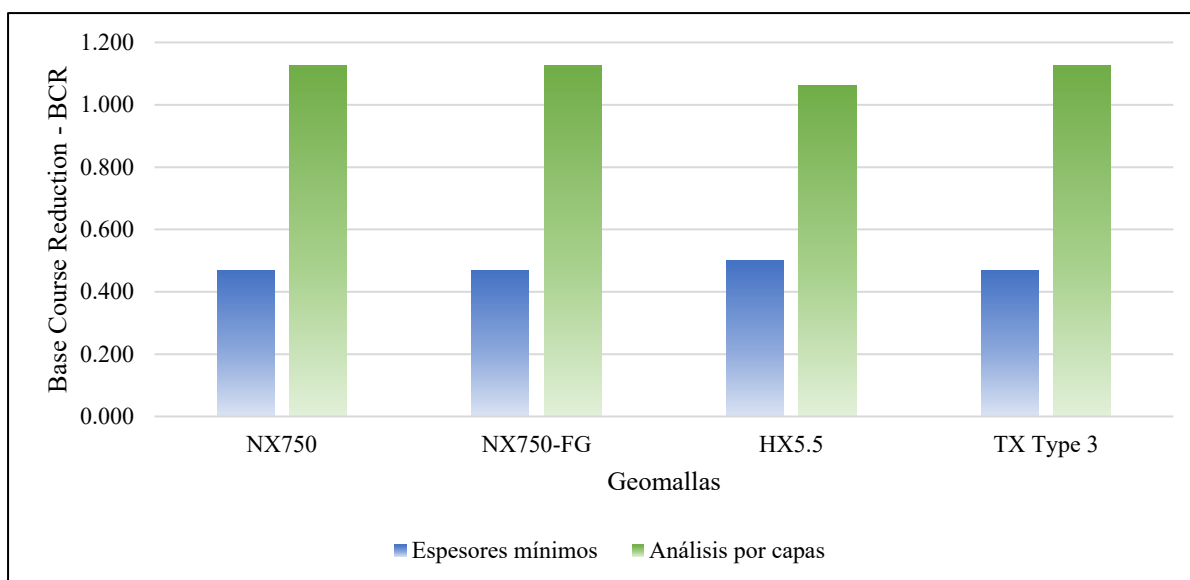


Figura 37. Comparación de los valores del Base Course Reduction por métodos de diseño de la Av. Castilla.

5.2.2. Evaluación económica

Una vez desarrollados los diseños y análisis de pavimentos para las dos vías seleccionadas se realizó el cálculo del presupuesto para la realización de los proyectos de pavimentación en función de los diferentes diseños de pavimentos obtenidos, considerando los cambios en los precios debido a los ajustes de los espesores y la adquisición de las geomallas.

Por ello, la Tabla 32 contiene los precios para la realización de los proyectos de pavimentación de la Av. Prolongación Mariscal Castilla en Arequipa y la Av. San Martín en Cajamarca, contemplando el movimiento de tierras, transporte de material y la conformación de cada una de las capas de pavimento. En principio, puede señalarse que para ambas vías los mayores precios son obtenidos por los diseños con el método de análisis por capas tal como se anticipó en la explicación de los métodos utilizados en el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 32
 Estimación del precio de los proyectos de pavimentación.

Diseño		Av. Prolongación Mariscal Castilla	Av. San Martín
Espesores mínimos	Sin geomalla	S/ 1,050,455.67	S/ 369,640.76
	NX750	S/ 1,061,616.80	S/ 379,217.38
	NX750-FG	S/ 1,097,852.00	S/ 391,204.56
	HX5.5	S/ 1,083,982.46	S/ 383,271.74
	TX Type 3	S/ 1,163,538.63	S/ 371,312.48
Análisis por capas	Sin geomalla	S/ 1,441,968.53	S/ 407,037.00
	NX750	S/ 1,309,189.33	S/ 445,209.56
	NX750-FG	S/ 1,345,424.55	S/ 457,196.77
	HX5.5	S/ 1,327,601.98	S/ 435,619.82
	TX Type 3	S/ 1,330,023.82	S/ 413,590.94

Con el propósito de apreciar mejor las diferencias entre los precios de los proyectos, se adjunta la Figura 38 que presenta de forma gráfica la comparación entre los precios del proyecto de pavimentación de la Av. Castilla.

De esta manera, es necesario señalar que el menor precio es obtenido por el diseño sin geomalla a través de los espesores mínimos (S/ 1,050,455.67) comprobando que justamente esta metodología, la de mayor aplicación en el Perú, es la que opta por la obtención del menor precio posible al usar el menor espesor de carpeta asfáltica posible; en contraparte el mayor precio es el obtenido por el diseño sin geomallas por el método del análisis por capas (S/ 1,441,968.53), debido a que como fue señalado previamente, este método busca una mejor performance del pavimento a lo largo de su vida útil, esto por supuesto origina que al reducir el espesor de su estructura debido a la inclusión de las geomallas, se obtengan presupuestos menores.

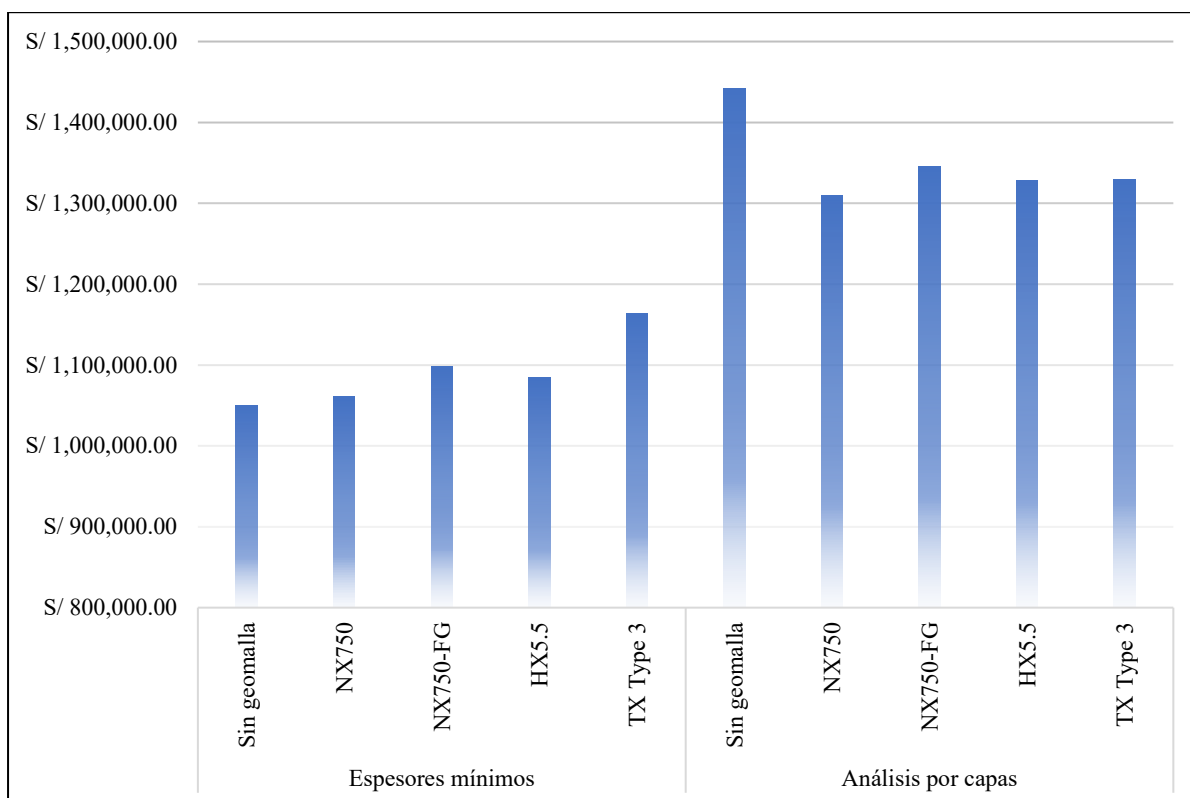


Figura 38. Comparación de precios de los proyectos de pavimentación para la Av. Castilla.

Seguidamente, en la Figura 39 se aprecia la comparación de precios realizada sobre el presupuesto calculado para un proyecto de pavimentación de la Av. San Martín con los dos métodos de diseño y diferentes geomallas.

En este caso ocurre una situación peculiar pues en ambos métodos se ha obtenido que la utilización de las geomallas eleva los precios del proyecto (a pesar de existir reducciones en las capas del pavimento flexible), esto se debe a lo pobre de la subrasante sobre la que se desarrolló el proyecto original exigiendo un pavimento de gran espesor capas de compensar las características del suelo más que soportar las solicitaciones del tránsito. Asimismo, vuelve a ocurrir que el método del análisis por capas requiere de proyectos más costosos, pues justamente busca que por la transferencia de cargas del pavimento no se generen deformaciones en la subrasante.

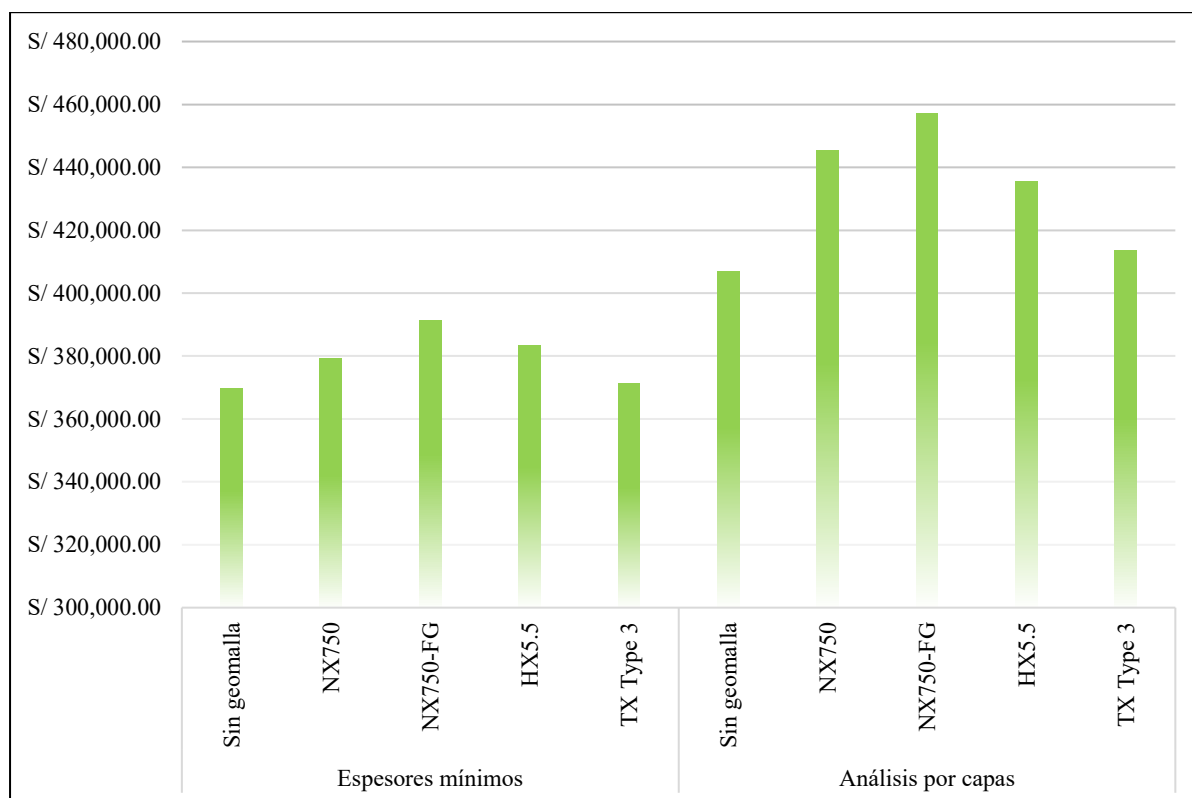


Figura 39. Comparación de precios de los proyectos de pavimentación para la Av. San Martín.

5.3. Discusión de resultados

5.3.1. Respecto a la evaluación técnica del uso de geomallas

A lo largo del desarrollo de la presente investigación fueron explicados desde el marco normativo que describen las características mínimas de las geomallas para su uso en la ejecución de proyectos en sistemas de transporte hasta el cálculo de los espesores de pavimento considerando la inclusión de estos elementos. En esa línea, es evidente que en el mediano plazo cada vez más será necesaria la aplicación de geomallas en la conformación de pavimentos con grandes solicitaciones incluso en entornos urbanos.

Por tal motivo, es que en la presente investigación se buscó la realización de una evaluación técnica respecto al uso de geomallas fabricados por la empresa “Tensor International Corporation” en dos proyectos de pavimentación urbana. Con esa

consigna se exponen en primer lugar los espesores obtenidos por los métodos de cálculo tradicionales, el método de espesores mínimos y el método de análisis por capas en la Figura 15, Figura 16, Figura 21 y Figura 24 para la Av. San Martín, así como en la Figura 18, Figura 19, Figura 22 y Figura 25 para la Av. Prolongación Mariscal Castilla.

Luego, a partir del uso de la aplicación “Tensar+” los resultados del LCR correspondientes a cuatro geomallas (NX750, NX750-FG, HX5.5 y TX Type 3) utilizados para el cálculo en la vía de la Av. San Martín expuesto en la Tabla 22 y el de la Av. Castilla en la Tabla 25. Estos sirvieron para la determinación de los espesores del pavimento mostrados en la Tabla 23 y la Tabla 24 por los métodos de espesores mínimos y análisis por capas de la Av. San Martín, así como en la Tabla 26 y Tabla 27 para la Av. Castilla.

Estos resultados facilitaron la obtención de los valores del Traffic Benefit Ratio (TBR) y el Base Course Reduction (BCR). En el primer caso se aprecia que los valores del TBR para la Av. San Martín (Tabla 28), pueden llegar a ser superiores a 4.00 con la geomalla NX750, lo que indica que esta geomalla aumenta hasta en cuatro veces el tráfico que podría soportar esta vía a lo largo de su vida útil, en esa línea, el menor de esos aumentos corresponde a la geomalla TX Type 3, siendo mayor a 1.50, pudiendo satisfacer las necesidades de vías urbanas de menores requerimientos. Del mismo modo, en la Av. Castilla (Tabla 29) se presentan resultados bastante similares a pesar de tratarse de una vía con un suelo de mayor calidad, pero también con una mayor demanda de tráfico, todo ello comprueba la versatilidad de las geomallas para su uso en escenarios de diferentes solicitudes, especialmente, el aumento significativo en la capacidad de soporte del tránsito de vehículos, algo sumamente positivo.

Para el caso del BCR, se presenta la Tabla 30 y la Tabla 31 para los proyectos de la Av. San Martín y Av. Prolongación Mariscal Castilla respectivamente. Al igual que con los resultados del TBR, se presentan resultados similares en función del tipo de geomalla utilizado, sin embargo, en este caso es posible diferenciar los resultados en función del método de cálculo de espesores utilizado teniendo en esa línea valores de BCR menores con el método de espesores mínimos, esto debido a las grandes reducciones del espesor de la base granular, siendo distinto en el caso de los espesores calculados por el método de análisis por capa, debido a que en este las reducciones son menores debido a que en este método se compensa bastante con una carpeta asfáltica de un espesor razonable. Ante lo expuesto aquí, se puede mencionar que el BCR presentará resultados positivos principalmente al aplicar el método de espesores mínimos en el diseño de pavimentos.

Finalmente, al consultar con los antecedentes de la presente tesis y en general con investigaciones referentes a este tema, no existen registros respecto a comparaciones del TBR, es decir, no analizan el beneficio respecto al aumento en la capacidad de tráfico de la vía. No obstante, en las investigaciones de Orrego (2014), Ames y Bustos (2020) y Álvarez y Bermúdez (2020) sí se encuentran comparaciones referidas a la capacidad de reducción del espesor del pavimento por el uso de geomallas en los mismos, corroborando así los resultados obtenidos en esta tesis.

5.3.2. Respecto a la evaluación económica del uso de geomallas

Dentro del campo de la ingeniería civil no solo se busca la creación de estructuras capaces de satisfacer los requerimientos del tráfico, carga o intemperismo, sino también suma a ello que la estructura que se construya optimice

en la medida de lo posible los materiales y tiempo de trabajo, es decir, también se vela por el aspecto económico inherente a los proyectos de construcción.

Es por ello, que además de la exhaustiva evaluación técnica desarrollada para las diferentes geomallas estudiadas en la presente investigación, también se procuró realizar la evaluación económica para ambos proyectos mostrando los resultados en la Tabla 32. Aquí se evidencia de forma clara una diferencia en función del método usado, aunque también es necesario considerar las características específicas del proyecto.

Al hacer la comparación de presupuestos considerando los resultados del diseño por el método de espesores mínimos se evidencian aumentos de costos, esto debido a que como se explicó en capítulos anteriores, este método busca la obtención del menor costo considerando el mínimo espesor posible de carpeta asfáltica, por lo que las reducciones del espesor de las capas granulares no compensan el costo de las geomallas.

Por otro lado, los presupuestos de los proyectos que consideran pavimentos calculados a través del método de análisis por capas si pueden llegar a ofrecer reducciones grandes en los costos de construcción, especialmente si el pavimento se asienta sobre una subrasante de una calidad regular y su objetivo es atender un gran volumen de tráfico. En adición a esto, cabe indicar que estos precios se podrían reducir aún más en los casos de construcción de vías de grandes longitudes debido a que en estos casos las reducciones en los volúmenes del material granular serían mucho mayores.

Por último, en este aspecto gran cantidad de investigadores mencionan que efectivamente el uso de geomallas en la conformación de pavimentos puede ayudar

a la reducción de los costos de construcción, tal como afirman Orrego (2014), Ames y Bustos (2020) y Álvarez y Bermúdez (2020). En ese sentido, puede decirse que los antecedentes de esta tesis corroboran parcialmente los resultados obtenidos, sin embargo, es necesario hacer hincapié en que el uso de geomallas con el propósito de reducir los costos de un proyecto será una opción viable principalmente en aquellas vías de grandes solicitaciones de tráfico a lo largo del tiempo.



Conclusiones

1. Realizada la comparación de las versiones anteriores de la norma AASHTO M-288 con la vigente que data del 2017 y la evaluación de la misma como refuerzo de bases granulares en los pavimentos flexibles, se concluye que dicha norma no tiene injerencia sobre la aplicación de geomallas en el paquete estructural del pavimento como refuerzo, en tanto, sí tiene aplicación en los sistemas de muros de suelo reforzado, como se puede constatar en la versión vigente de la norma AASHTO M288-17. Sin embargo, es importante señalar que la norma AASHTO M288-17 es la primera versión en la que se menciona específicamente el uso de geomallas, a diferencia de las ediciones anteriores.
2. Evaluadas las características de las geomallas de refuerzo y sus efectos al ser utilizadas en el diseño de pavimentos flexibles urbanos en comparación con los diseños convencionales utilizados en el Perú, se concluye que el refuerzo de la base granular es positivo en especial para vías de grandes solicitaciones tráfico, mayores a los 5 000 000 de ejes equivalentes, diseñadas mediante el método de análisis por capas.
3. A partir de la evaluación técnica desarrollada en la presente investigación, fueron obtenidos valores de Traffic Benefit Ratio (TBR) que oscilaron entre 1.50 y 4.10, significando aumentos en la capacidad de tránsito que pueden soportar las vías. Asimismo, se obtuvieron valores oscilantes de Base Course Reduction (BCR) entre 0.40 y 1.20 teniendo mayor incidencia en la reducción de las capas granulares en diseños por el método de espesores mínimos. Se concluye así, que las geomallas de refuerzo de pavimentos ofrecen mejoras sustanciales en las características y capacidades del pavimento flexible, especialmente al aumentar la capacidad de tráfico de la vía y reducir el espesor de la capa granular de manera significativa.

4. Considerando la evaluación económica llevada a cabo como parte de la realización de la presente investigación. Se concluye que las reducciones en los costos del proyecto ocurren al lograr la disminución del espesor de las capas granulares del pavimento diseñadas mediante el método de análisis por capas, especialmente si estas requieren de soportar grandes valores de ejes equivalentes (mayores a los 5 000 000), siendo aproximadamente un 10 % menor con la inclusión de la geomalla derivada de hojas de copolímeros.
5. Asimismo, visto los resultados del análisis económico se puede concluir que un pavimento de mejores características estructurales puede llegar a ser más barato no solo a lo largo del tiempo al evaluar los costos de operación y mantenimiento, sino también al evaluar los presupuestos de ejecución. Esto, se aprecia de forma clara con los costos del pavimento conformado con la geomalla derivada de láminas polipropileno punzado en la Av. Prolongación Mariscal Castilla, pues a pesar de tratarse de una geomalla de menor precio en relación a las otras geomallas analizadas (ofreciendo también menor capacidad estructural), el hecho de requerir mayores espesores de las capas granulares y la capa asfáltica, termina haciéndola en la opción más costosa de implementar.
6. En la misma línea, el uso de geomallas en el diseño de pavimentos flexibles no solo mejora el rendimiento estructural y económico de las vías, sino que también contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental. La reducción en el espesor de las capas granulares disminuye el consumo de materiales pétreos, lo que a su vez reduce la explotación de canteras y la huella de carbono asociada al transporte y procesamiento de estos materiales. Además, al extender la vida útil del pavimento y reducir la necesidad de mantenimiento frecuente, se minimiza la emisión de CO₂ derivada de intervenciones futuras.

7. La presente investigación confirma que la incorporación de geomallas en el diseño de pavimentos flexibles representa una estrategia innovadora para optimizar la estructura del pavimento. La capacidad de redistribución de cargas y mejora en la estabilidad de las capas inferiores permite diseñar pavimentos más eficientes, con menor uso de materiales sin comprometer su desempeño. Esto abre la posibilidad de seguir explorando nuevas tecnologías en ingeniería vial que contribuyan a la sostenibilidad, reducción de costos y mayor durabilidad de las infraestructuras de transporte.
8. Por último, se concluye que la aplicación del método de análisis por capas en el diseño de pavimentos flexibles con geomallas ha demostrado ser una metodología altamente efectiva para optimizar la estructura del pavimento. A diferencia del método de espesores mínimos, este enfoque permite una mejor distribución de esfuerzos dentro de la estructura del pavimento, lo que reduce el riesgo de deformaciones prematuras y ahuellamiento. Además, al equilibrar los espesores de las distintas capas, se logra una estructura más resistente y duradera, especialmente en vías con altos volúmenes de tráfico. Esto no solo mejora el desempeño del pavimento a largo plazo, sino que también genera ahorros en mantenimiento y rehabilitación, convirtiéndose en una alternativa técnica y económicamente sostenible.

Recomendaciones

1. Es recomendado el uso de geomallas en la realización de proyectos de gran envergadura, dado que las altas solicitaciones de tránsito originan la obtención de grandes espesores de pavimento, algo que puede reducirse al hacer uso de este material.
2. Para el caso del diseño de pavimento, se recomienda la aplicación del método de análisis por capas debido a que procura un aumento en la durabilidad de la estructura al tener una menor probabilidad de ahuellamiento por el aumento de las cargas de tráfico.
3. A pesar de los beneficios técnicos y económicos demostrados en esta investigación, se identificó que la normativa vigente en el Perú aún no contempla especificaciones detalladas sobre el uso de geomallas en pavimentos flexibles. Esto puede generar barreras en la implementación de esta tecnología a gran escala. Se recomienda que futuras actualizaciones normativas incluyan lineamientos específicos para el diseño, instalación y mantenimiento de pavimentos con geomallas, de manera que se incentive su aplicación en proyectos de infraestructura vial.
4. Finalmente, se recomienda que los cálculos de presupuesto consideren diferentes tipos de geomallas debido a que los cambios de espesores logrados por las geomallas de mejores características no siempre compensan el precio del material.

Referencias bibliográficas

1. AASHTO. (2009). Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate base Course of flexible. Obtenido de American Association of State Highway and Transportation: <https://www.mirafi.academy/app/download/11592199593/AASHTO+R+5009.pdf?t=1594854811>.
2. AASHTO (2017). AASHTO M288-17. Geosynthetic Specification for Highway Applications. Washington, USA.
3. Abanto Rios, C. Y., & Tantalean Monsalve, E. (2020). Efecto de la incorporación de caucho reciclado en el comportamiento del concreto para un pavimento rígido
4. Ames Macedo, R. O., & Bustos Abad, K. D. (2020). Diseño comparativo entre pavimento flexible y pavimento con geomalla en el centro poblado de Huanchac, Huaraz, Áncash-2019.
5. Alza, A. (2019). Congreso Nacional de Carreteras. Uso de geosintéticos en pavimentos. Lima, Perú.
6. Alza, A. (2021). Notas sobre Geomallas de refuerzo en pavimentos flexibles. Curso: Diseño con geosintéticos. Pontificia Universidad Católica del Perú.
7. Ahumada, L. (2018). Análisis económico del pavimento flexible con y sin geomallas en la estructura de la subrasante, vía auxiliar izquierda pk 2+000 – 2+300 del Proyecto Línea Amarilla. Lima, Perú.
8. Bacilio Reyes, J. C., & Chavez Bocanegra, K. A. (2022). Análisis del estado de conservación del pavimento flexible mediante la norma del índice de condición de pavimento (PCI) y propuesta de un nuevo diseño del pavimento flexible AASTHO 93, en la calle Puerto Argentino y la calle Los Aguanos de la urbanización La Rinconada, Trujillo 2021.
9. Berg, R. Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate Base/Subbase. AASHTO Committee 4E; 2000.
10. Caballeros, E. Utilización De La Geomalla Como Refuerzo De La Estructura Del Pavimento Flexible. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2006.
11. Calvarano, L.; Leonardi G. y Palamara R. Modelo de elementos de un camino sin pavimentar reforzado con geosintéticos. ScienceDirect; 2017
12. Geomatrix. (2015). Guía de instalación geomallas fortgrid asphalt. Bogotá, Colombia.
13. Hinostroza, H. (2018). Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento. Ayacucho, Perú.
14. Huang, Y. H. (2004). *Pavement analysis and design*. McGraw-Hill.
15. Kadiyali, L. R. (2011). Principles of pavement engineering (4th ed.). Khanna Publishers.
16. Koerner, R. M. (2011). *Designing with geosynthetics* (6th ed.). Xlibris Corporation.
17. Llauce Noriega, A. E. (2019). Aplicación de geomallas de bambú en el diseño de pavimentos flexibles de la avenida Bauzate y Meza en el Distrito De La Victoria.
18. Mahmoud, K. M., & Peshkin, B. D. (2009). Modern pavement management. CRC Press.
19. MTC. Manual de carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. R.D. N " 10-2014-MTC-14; 2014.

20. Orrego, D. (2014). *Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima, Perú.
21. PAVCO. Manual de Diseño con Geosintéticos. Departamento de Ingeniería y Geosistemas; 2021.
22. PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (2021). Bolentín técnica. Uso de materiales geosintéticos en Costa Rica para el refuerzo de sobrecapas asfálticas. Costa Rica.
23. Ramírez Montaña, E., & Torres Monsalve, J. A. (2019). *Evaluación funcional de pavimento rígido en las principales vías del barrio la Esperanza, Buenos Aires y la Colina del municipio de Girardot-Cundinamarca mediante la metodología PCI. 2016* (Doctoral dissertation).
24. Rico Rodríguez, A., Téllez Gutiérrez, R., & Garnica Anguas, P. (1998). Pavimentos flexibles. Problemática, metodologías de diseño y tendencias. *Publicación técnica*, (104).
25. Sicha, G. (2018). *Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Lima, Perú.
26. TENSAR. (2021). *Soluciones predecibles, rentables y de alto rendimiento*. Obtenido de Sitio web oficial. USA: <https://www.tensarcorp.com/applications/roads-pavements-surfaces>.
27. Thom, N. (2020). *Principles of pavement engineering* (3ª ed.). ICE Publishing.
28. Torres Brandan, M. M., & Abad García, W. I. (2020). Evaluación del costo y tiempo de ejecución entre los pavimentos: rígidos, flexibles y semirrígidos en el distrito de Shapaja, provincia y departamento de San Martín.
29. Valenzuela Rodríguez, J. Actualización de coeficientes de daño para el diseño de pavimentos flexibles. Universidad de Sonora; 1993.
30. Vargas, J., Moncayo, M., Córdova y Maza, C. (2017). La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. Obtenido de Ingeniería, vol. 21, núm. 1. México. Universidad Autónoma de Yucatán.
31. Vásquez Agip, J. K. (2020). Comparación entre el diseño de pavimento rígido y flexible reforzados con geomalla biaxial en la pavimentación de la Av. Perú de la ciudad de Chota - Cajamarca.
32. Vivar, G. (1995). Diseño y construcción de pavimentos. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
33. Zelada Rojas, L. A. (2019). Diseño de 1 km. de pavimento, carretera Juliaca-Puno (Km 44+ 000–Km. 45+ 000).
34. Zornberg, J. (2013). *Sistemas de pavimentos reforzados con geosintéticos*. Obtenido de Ingeniería Civil 171. International Geosynthetic Society. Texas, USA.



ANEXOS

Anexo N° 01: matriz de consistencia



Tesis: “Análisis comparativo del uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles respecto al diseño convencional sin refuerzo”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuán viable es el uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles respecto al diseño convencional sin refuerzo?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuál es el resultando de la evaluación técnica de la aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles? b) ¿Cuál es el resultando de la evaluación económica de la aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la viabilidad del uso de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles respecto al diseño convencional sin refuerzo.</p> <p>Objetivos específicos: a) Realizar una evaluación técnica de la aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles. b) Desarrollar una evaluación económica de la aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles.</p>	<p>Hipótesis general: La aplicación de geomallas de refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles es viable en comparación con el diseño convencional sin refuerzo.</p> <p>Hipótesis específica: a) La aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles es viable técnicamente. b) La aplicación de las geomallas de refuerzo y sin refuerzo en el diseño de pavimentos flexibles es viable técnicamente.</p>	<p>Variable independiente (x): Geomallas extruidas.</p> <p>Variable dependiente (y): Características del pavimento flexible</p>	<p>- Geomallas extruidas.</p> <p>- Espesores de la estructura.</p> <p>- Capacidad de carga ante el tráfico.</p> <p>- Costo de proyecto de pavimentación.</p>	<p>- NX750 (de copolímero).</p> <p>- NX750-FG (de copolímero y textil no tejido).</p> <p>- HX5.5 (de polipropileno tejido no continuo)</p> <p>- TX Type 3 (de polipropileno punzonado).</p> <p>- Espesor de subbase.</p> <p>- Espesor de base.</p> <p>- Espesor de carpeta asfáltica.</p> <p>- W_{18} inicial (sin refuerzo).</p> <p>- W_{18} final (reforzado).</p> <p>- Presupuesto inicial (sin refuerzo).</p> <p>- Presupuesto final (reforzado).</p>	<p>Método de investigación: método científico.</p> <p>Tipo de investigación: investigación aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: nivel explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: diseño experimental.</p> <p>Población: La población correspondió a la Av. San Martín en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca; además, de la Av. Prolongación Mariscal Castilla en el distrito Mariano Melgar en la provincia y departamento de Arequipa.</p> <p>Muestra: Seleccionada según el tipo de muestreo no probabilístico se consideró 133.61 m de la Av. San Martín y 403.88 m de la Av. Prolongación Mariscal Castilla.</p>

Anexo N° 02: informes de diseño del software Tensar+





Pavimento flexible Análisis del diseño



Diseño	Av. San Martín	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. San Martín	Ubicación	
Cliente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular (NX750)	275 mm	0.221	2.393
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			5.068

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular	275 mm	0.130	1.407
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			4.083

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
2.816.025	51,7 MPa	85%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor+ v2.9.5.
© 1998-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe:

Usted se compromete a solamente utilizar la herramienta software Tensor+ y sus resultados solamente para evaluar el uso de las gemas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La idoneidad de los resultados del software y las gemas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta software Tensor+ y sus resultados ("Sus Asociados"). El resultado del software Tensor+ es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegura a sí de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria a través de Tensor International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta software Tensor+ y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensor+ pertenecen a Tensor International. Ningún código reproducido en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International. Excepto si Sus Asociados siempre y cuando no se divulgan con el fin de evaluar la idoneidad de las gemas de Tensor International y usted es estrictamente responsable de los datos y precisión de sus Asociados. El resultado del software Tensor+ no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



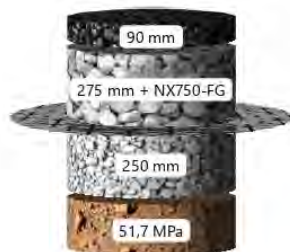
Pavimento flexible Análisis del diseño



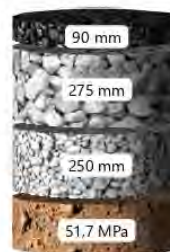
Diseño	Av. San Martín	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. San Martín	Ubicación	
Ciente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados

Estabilizado
11.654.000 ESALs



No estabilizado
2.895.300 ESALs



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular (NX750-FG)	275 mm	0.221	2.393
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			5.068

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular	275 mm	0.130	1.407
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			4.083

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
2.816.025	51,7 MPa	85%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor® (2.9.5)
© 1998-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Usted se compromete a solamente utilizar la herramienta software Tensor®, y sus resultados solamente para evaluar el uso de las geomallas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La idoneidad de los resultados del software y las geomallas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta software Tensor®, y sus resultados ("Sus Asociados"). El resultado del software Tensor® es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria a través de Tensor International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta software Tensor® y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensor® pertenecen a Tensor International. No se puede reproducir en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International excepto a Sus Asociados, siempre que únicamente se siga con el fin de evaluar la sección para uso de las geomallas de Tensor International y usted es totalmente responsable de los actos y omisiones de Sus Asociados. El resultado del software Tensor® no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



Pavimento flexible Análisis del diseño



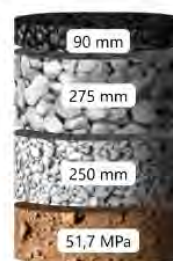
Diseño	Av. San Martín	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. San Martín	Ubicación	
Ciente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados

Estabilizado
9.363.000 ESALs



No estabilizado
2.895.300 ESALs



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular (HX5.5)	275 mm	0.204	2.209
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			4.885

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular	275 mm	0.130	1.407
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			4.083

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
2.816.025	51,7 MPa	85%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor+ (2.9.5)

© 1999-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Usted se compromete a solamente utilizar la herramienta, software Tensor+ y sus resultados solamente para evaluar el uso de las gemas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La idoneidad de los resultados del software y las gemas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta, software Tensor+, y sus resultados ("Sus Activos"). El resultado del software Tensor+ es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria a través de Tensor International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta, software Tensor+, y sus resultados. Los derechos de todos los resultados del software Tensor+ pertenecen a Tensor International. Ningún parte reproducida en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International, excepto a Sus Asociados, siempre que únicamente se discuta que el fin de evaluar la idoneidad de las gemas de Tensor International y usted es totalmente responsable de los datos y omisiones de sus asociados. El resultado del software Tensor+ no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



Pavimento flexible Análisis del diseño

Tensor

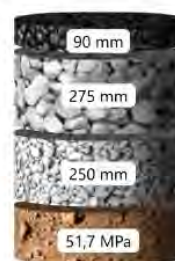
Diseño	Av. San Martín	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. San Martín	Ubicación	
Cliente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados

Estabilizado
5.523.000 ESALs



No estabilizado
2.895.300 ESALs



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular (TX Type 3)	275 mm	0.165	1.786
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			4.462

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	90 mm	0.430	1.524
Base granular	275 mm	0.130	1.407
Sub-base	250 mm	0.117	1.152
Número estructural (SN)			4.083

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
2.816.025	51,7 MPa	85%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor+ (2.9.5)
© 1998-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Usted se compromete a solamente utilizar la herramienta, software Tensor+ y sus resultados solamente para evaluar el uso de las geomallas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso, la idoneidad de los resultados del software y las geomallas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta, software Tensor+ y sus resultados ("Sus Acciones"). El resultado del software Tensor+ es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria a través de Tensor International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta, software Tensor+ y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensor+ pertenecerán a Tensor International. No se puede reproducir en su totalidad ni en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International, excepto si Sus Asociados siempre que únicamente se relacione con el fin de evaluar la idoneidad de las geomallas de Tensor International y usted es totalmente responsable de los datos y omisiones de Sus Asociados. El resultado del software Tensor+ no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



Pavimento flexible Análisis del diseño

Tensor

Diseño	Av. Prolongación Castilla	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. Castilla	Ubicación	
Cliente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados



	Grosor	Coficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular (NX750)	220 mm	0.237	2.053
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			4.621

	Grosor	Coficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular	220 mm	0.130	1.126
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			3.694

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
7.384.669	112 MPa	90%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor® (2.9.5)
© 1998-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Unidad se compromete a solamente utilizar la herramienta/software Tensor®, y sus resultados solamente para evaluar el uso de las geomallas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La validez de los resultados del software y las geomallas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta/software Tensor®, y sus resultados ("Sus Asociados"). El resultado del software Tensor® es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria y frives de Tensor International (y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta/software Tensor®, y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensor® pertenecen a Tensor International. No se puede reproducir en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International, excepto si Sus Asociados, siempre que únicamente se divulgue con el fin de evaluar la sección para uso de las geomallas de Tensor International y usted es totalmente responsable de los actos y omisiones de Sus Asociados. El resultado del software Tensor® no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



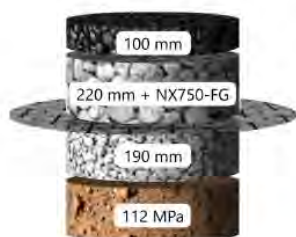
Pavimento flexible Análisis del diseño

Tensar

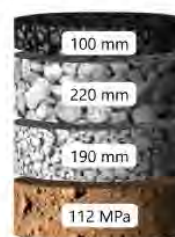
Diseño	Av. Prolongación Castilla	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. Castilla	Ubicación	
Cliente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados

Estabilizado
29.373.300 ESALs



No estabilizado
7.430.100 ESALs



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular (NX750-FG)	220 mm	0.237	2.053
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			4.621

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular	220 mm	0.130	1.126
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			3.694

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
7.384.669	112 MPa	90%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensar® (2.9.5)
© 1998-2023 Tensar International Corporation. All rights reserved. Tensar is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Usted se compromete a solamente utilizar la herramienta/software Tensar®, y sus resultados solamente para evaluar el uso de las geomallas de Tensar y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La validez de los resultados del software y las geomallas de Tensar International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta/software Tensar®, y sus resultados ("Sus Asociados"). El resultado del software Tensar® es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria y frives de Tensar International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta/software Tensar®, y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensar® pertenecen a Tensar International. No se puede reproducir en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensar International, excepto si Sus Asociados, siempre que únicamente se divulgue con el fin de evaluar la sección para uso de las geomallas de Tensar International y usted es totalmente responsable de los actos y omisiones de Sus Asociados. El resultado del software Tensar® no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



Pavimento flexible Análisis del diseño

Tensor

Diseño	Av. Prolongación Castilla	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. Castilla	Ubicación	
Cliente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular (HX5.5)	220 mm	0.219	1.897
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			4.465

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular	220 mm	0.130	1.126
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			3.694

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
7.384.669	112 MPa	90%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor® (2.9.5)
© 1998-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Unidad se compromete a solamente utilizar la herramienta/software Tensor®, y sus resultados solamente para evaluar el uso de las geomallas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La validez de los resultados del software y las geomallas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta/software Tensor®, y sus resultados ("Sus Asociados"). El resultado del software Tensor® es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria y frives de Tensor International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta/software Tensor®, y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensor® pertenecen a Tensor International. No se puede reproducir en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International, excepto si Sus Asociados, siempre que únicamente se divulgue con el fin de evaluar la sección para uso de las geomallas de Tensor International y usted es totalmente responsable de los actos y omisiones de Sus Asociados. El resultado del software Tensor® no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.



Pavimento flexible Análisis del diseño

Tensor

Diseño	Av. Prolongación Castilla	Referencia	
Proyecto	Pavimento flexible Av. Castilla	Ubicación	
Ciente		Diseñador	Luis García
Empresa	Facultad de Ciencias e Ingeniería - PUCP	Fecha	27 de octubre de 2023

Resultados



	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular (TX Type 3)	220 mm	0.177	1.533
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			4.101

	Grosor	Coefficiente	SN
MAC	100 mm	0.430	1.693
Base granular	220 mm	0.130	1.126
Sub-base	190 mm	0.117	0.875
Número estructural (SN)			3.694

Parámetros

Información de la obra (proyecto)

Objetivo de ejes (ESALs)	Módulo resiliente de la subrasante	Confiabilidad	Desviación Estándar	Nivel de Servicio	
				Inicial	Final
7.384.669	112 MPa	90%	0.45	4	2.5

Este informe se preparó utilizando Tensor v. (2.9.5)
© 1998-2023 Tensor International Corporation. All rights reserved. Tensor is a registered trademark.

Limitaciones de este Informe

Unidad se compromete a solamente utilizar la herramienta/software Tensor®, y sus resultados solamente para evaluar el uso de las geomallas de Tensor y estrictamente en acuerdo con los Términos de Uso. La validez de los resultados del software y las geomallas de Tensor International para cualquier proyecto es responsabilidad exclusiva de usted y sus empleados, contratistas y/o terceros que accedan a la herramienta/software Tensor®, y sus resultados ("Sus Asociados"). El resultado del software Tensor® es meramente ilustrativo y no es un diseño detallado. Usted se asegurará de que usted y Sus Asociados hayan recibido toda la capacitación necesaria e invese de Tensor International y/o tengan los conocimientos y la experiencia necesarios para usar de manera correcta y segura la herramienta/software Tensor®, y sus resultados. Los derechos de autor del resultado del software Tensor® pertenecen a Tensor International. No se puede reproducir en su totalidad o en parte sin el permiso previo por escrito de Tensor International, excepto si Sus Asociados, siempre que únicamente se divulgue con el fin de evaluar la sección para uso de las geomallas de Tensor International y usted es totalmente responsable de los actos y omisiones de Sus Asociados. El resultado del software Tensor® no constituye la totalidad ni ninguna parte de un contrato.

Anexo N° 03: hojas técnicas de geomallas Tensar



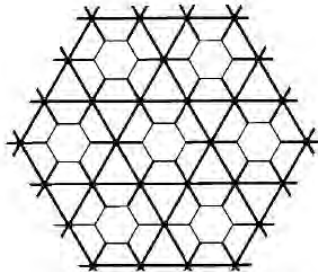


Hoja de Datos del Producto InterAx™ NX750™ Geogrid

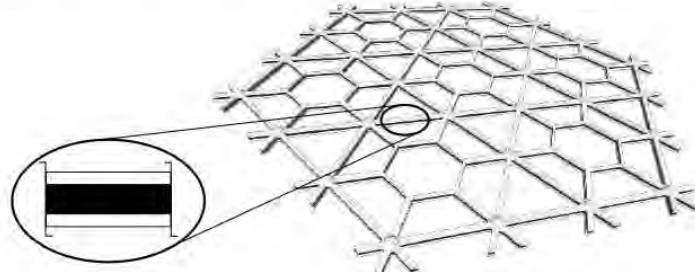
Tensar International Corporation se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto en cualquier momento. Es responsabilidad de quién diseña y de quién compra el asegurarse de que las especificaciones del producto son las vigentes y apropiadas para cada caso.

General

1. La geomalla es manufacturada utilizando una hoja de copolímero, co-extruida la cual es luego perforada y orientada. La estructura resultante consiste en costillas continuas y no-continuas formando aberturas en tres geometrías (hexágono, trapezoide y triángulo) interconectadas y un hexágono suspendido sin obstrucción.



Tensar NX750 Geogrid
Vista en planta



Tensar NX750 Geogrid
Vista en perspectiva

2. Las siguientes propiedades se utilizan para identificar el producto:

Propiedades para identificación ¹	General
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geometría de las aberturas ▪ Estructura ▪ Geometría de las costillas ▪ Longitud de costilla continua paralela⁽²⁾, mm (in) ▪ Razón en la dimensión de costilla⁽³⁾ ▪ Grosor del nodo⁽²⁾, mm (in) ▪ Color 	<p>Hexagonal, Trapezoide y Triangular Integral y Co-extruida Rectangular 80 (3.2) > 1.0 3.5 (0.14) White / Black / White</p>

Dimensiones y entrega

La geomalla debe ser entregada en campo en rollos identificados individualmente como NX750 o XPG5560 o NextGen-A. La geomalla se entregará en rollos de acuerdo con las siguientes dimensiones nominales:

- Ancho de rollo de 3.8 metros (12.5 pies).
- Largo de 60 metros (197 pies).

Notas

1. Excepto cuando se indique en contrario, los valores son mínimos promedio por rollo (MARV) siguiendo la norma ASTM D4759-02.
2. Dimensiones son nominales.
3. Razón de profundidad a grosor en la mitad de la costilla.

Tensar International Corporation
2500 Northwinds Pkwy., Ste. 500
Atlanta, Georgia 30009
Phone: 800-TENSAR-1
www.tensarcorp.com

La presente especificación reemplaza cualquier especificación previa para el antes descrito producto y no es válida para productos enviados antes del 1ro de febrero de 2012. Los nombres Tensar y InterAx son marcas registradas propiedad de Tensar International Corporation y/o de sus filiales en los Estados Unidos y en muchos otros países. Patentes y solicitudes de patente también están vigentes en Estados Unidos y otros países. La determinación final de la idoneidad de la información contenida en este documento y de la descripción del producto para un uso o aplicación específica y su método de utilización son responsabilidades únicas del usuario. Tensar International Corporation rechaza cualquier interpretación de garantía expresa, implícita o estatutaria, incluyendo y no limitado a cualquier garantía de comerciabilidad o idoneidad para un uso particular en relación con este u otros productos, tecnologías o servicios de la empresa. La información suministrada en este documento es de carácter informativo y no constituye un contrato de compraventa.



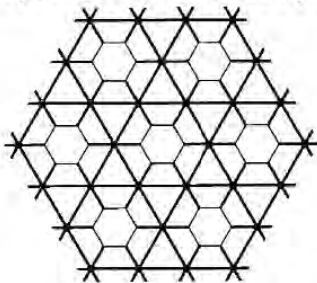
Hoja para Identificación del Producto InterAx™ FilterGrid™ NX750-FG™

Tensar International Corporation se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto en cualquier momento. Es responsabilidad de quién diseña y de quién compra el asegurarse de que las especificaciones del producto son las vigentes y apropiadas para cada caso.

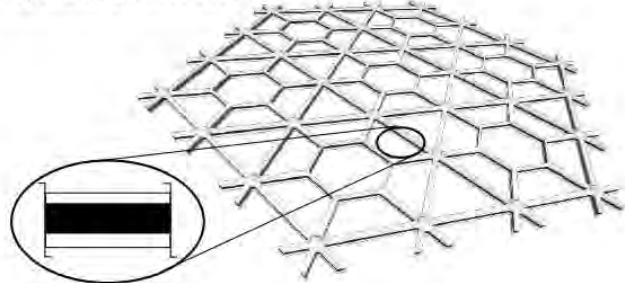
InterAx™ FilterGrid™ es un geocompuesto formado por la geomalla InterAx adherida a un geotextil no tejido. Este producto combina la avanzada tecnología InteAx con la funcionalidad adicional de un geotextil no tejido para condiciones donde se requiera filtración y/o separación adicional.

General

1. La geomalla es manufacturada utilizando una hoja de copolímero, co-extruida la cual es luego perforada y orientada. La estructura resultante consiste en costillas continuas y no-continuas formando aberturas en tres geometrías (hexágono, trapezoide y triangulo) interconectadas y un hexágono suspendido sin obstrucción.



Tensar NX750 Geogrid
Vista en planta



Tensar NX750 Geogrid
Vista en perspectiva

2. Las siguientes propiedades se utilizan para identificar el producto:

Propiedades para identificación¹ - InterAx

- Geometría de las aberturas
- Estructura
- Geometría de las costillas
- Longitud de costilla continua paralela⁽²⁾, mm (in)
- Razón en la dimensión de costilla⁽³⁾
- Grosor del nodo⁽²⁾, mm (in)
- Color

General

Hexagonal, Trapezoide y Triangular
Integral y Co-extruida
Rectangular
80 (3.2)
> 1.0
3.5 (0.14)
White / Black / White

Tensar International Corporation
2500 Northwinds Pkwy., Ste. 500
Atlanta, Georgia 30009
Phone: 800-TENSAR-1
www.tensarcorp.com

La presente especificación reemplaza cualquier especificación previa para el antes descrito producto y no es válida para productos enviados antes del 1ro de febrero de 2012. Los nombres Tensar y InterAx son marcas registradas propiedad de Tensar International Corporation y/o de sus filiales en los Estados Unidos y en muchos otros países. Patentes y solicitudes de patente también están vigentes en Estados Unidos y otros países. La determinación final de la idoneidad de la información contenida en este documento y de la descripción del producto para un uso o aplicación específica y su método de utilización son responsabilidades únicas del usuario. Tensar International Corporation rechaza cualquier interpretación de garantía expresa, implícita o estatutaria, incluyendo y no limitado a cualquier garantía de comerciabilidad o idoneidad para un uso particular en relación con este u otros productos, tecnologías o servicios de la empresa. La información expresada en el presente documento no debe interpretarse ni constituye consejo de ingeniería. (04.21).



3. El geotextil no tejido (peso nominal de 203.4 g/m²) es adherido a la InterAx NX750 mediante un proceso de aplicación de calor en una localidad auditada y con certificación NTPEP. El geotextil tendrá las siguientes características:

Propiedades para identificación - Geotextil	Método de ensayo	Métrico (MARV ²)	Inglés (MARV ²)
▪ Capacidad a la tensión	ASTM D 4632	.711 kN	160 lbs.
▪ Elongación	ASTM D 4632	50%	50 %
▪ Capacidad a desgarre trapezoidal	ASTM D 4533	.276 kN	60 lbs.
▪ Resistencia a perforación CBR	ASTM D 6241	1.823 kN	410 lbs.
▪ Permisividad	ASTM D 4491	1.5 sec ⁻¹	1.5 sec ⁻¹
▪ Flujo de agua	ASTM D 4491	4480 l/min/m ²	110 gpm/ft ²
▪ Tamaño de apertura (AOS)	ASTM D 4751	.212 mm	70 U.S. Std.
▪ Resistencia a rayos UV	ASTM D 4355	70%/500 hrs.	70% / 500 hrs.

Dimensiones y entrega

El geocompuesto debe ser entregado en campo en rollos identificados individualmente. Los rollos son enviados de acuerdo con las siguientes dimensiones nominales: Ancho de rollo de 3.8 metros (12.5 pies) y Largo de 60 metros (197 pies).

Notas

1. Excepto cuando se indique en contrario, los valores son mínimos promedio por rollo (MARV) siguiendo la norma ASTM D4759-02.
2. Dimensiones son nominales.
3. Razón de profundidad a grosor en la mitad de la costilla.

Tensar International Corporation
2500 Northwinds Pkwy., Ste. 500
Atlanta, Georgia 30009
Phone: 800-TENSAR-1
www.tensarcorp.com

La presente especificación reemplaza cualquier especificación previa para el antes descrito producto y no es válida para productos enviados antes del 1ro de febrero de 2012. Los nombres Tensar y InterAx son marcas registradas propiedad de Tensar International Corporation y/o de sus filiales en los Estados Unidos y en muchos otros países. Patentes y solicitudes de patente también están vigentes en Estados Unidos y otros países. La determinación final de la idoneidad de la información contenida en este documento y de la descripción del producto para un uso o aplicación específica y su método de utilización son responsabilidades únicas del usuario. Tensar International Corporation rechaza cualquier interpretación de garantía expresa, implícita o estatutaria, incluyendo y no limitado a cualquier garantía de comerciabilidad o idoneidad para un uso particular en relación con este u otros productos, tecnologías o servicios de la empresa. La información expresada en el presente documento no debe interpretarse ni constituye consejo de ingeniería. (04.21).



Product Data Sheet

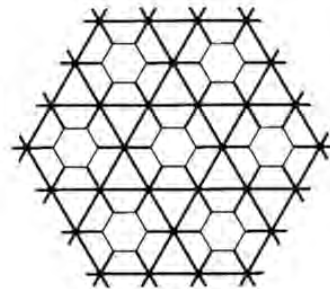
Tensor H-Series™ HX5.5™ Geogrid

Tensor reserves the right to change its product specifications at any time. It is the responsibility of the person specifying the use of this product and of the purchaser to ensure that product specifications relied upon for design or procurement purposes are current and that the product is suitable for its intended use in each instance.

General

1. The geogrid is manufactured from a polypropylene sheet, which is then punched and oriented. The resulting structure consists of continuous and non-continuous ribs forming three aperture geometries (hexagon, trapezoid, and triangle) and an unimpeded suspended hexagon.

2. The following properties are intended for product identification:



Tensor HX5.5 Geogrid
Plan View

Identification Properties ⁽¹⁾	General
▪ Aperture Shapes	Hexagonal, Trapezoidal, & Triangular
▪ Rib Shape	Rectangular
▪ Continuous Parallel Rib Pitch ⁽²⁾ , mm (in)	80 (3.2)
▪ Rib Aspect Ratio ⁽³⁾	> 1.0
▪ Node Thickness ⁽²⁾ , mm (in)	3.0 (0.12)
▪ Color Identification	Black

Dimensions and Delivery

The geogrid shall be delivered to the jobsite in roll form with each roll individually identified. Rolls are shipped with nominal measurements.

Notes

1. Values shown are minimum average roll values in accordance with ASTM D4759-02, unless indicated otherwise.
2. Nominal dimensions
3. Ratio of the mid-rib depth to the mid-rib width

Tensor, A Division of CMC
 2500 Northwinds Parkway, Suite 500
 Alpharetta, Georgia 30009
 800-TENSAR-1
www.tensorcorp.com

This specification supersedes any and all prior specifications for the product designated above and is not applicable to any product shipped prior to March 1, 2021. Tensor and InterAx are trademarks of Tensor or its affiliates in the US and many other countries. U.S. and foreign patents pending on this product and its method of manufacture and use. Final determination of the suitability of the above-mentioned information or product for the use contemplated, and its manner of use are the sole responsibility of the user. Tensor disclaims any and all express, implied, or statutory warranties, including but not limited to, any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose regarding this product or the Company's other products, technologies, or services. The information contained herein does not constitute engineering advice. (01.23)



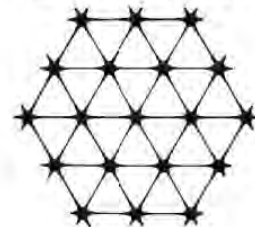
Product Specification - TriAx® Type 3 Geogrid

Tensor reserves the right to change its product specifications at any time. It is the responsibility of the person specifying the use of this product and of the purchaser to ensure that product specifications relied upon for design or procurement purposes are current and that the product is suitable for its intended use in each instance.

General

1. The geogrid is manufactured from a punched polypropylene sheet, which is then oriented in three substantially equilateral directions so that the resulting ribs shall have a high degree of molecular orientation, which continues at least in part through the mass of the integral node.
2. The properties contributing to the performance of a mechanically stabilized layer include the following:

Tensor TriAx® Geogrid



Index Properties ¹	Longitudinal/ Transverse	Diagonal	General
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rib pitch⁽²⁾, mm (in) ▪ Rib shape ▪ Aperture shape ▪ Ratio of the mid-rib depth to the mid-rib width⁽⁶⁾ 	40 (1.60)	40 (1.60)	Rectangular Triangular >1.0

Structural Integrity

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Junction efficiency⁽³⁾, % ▪ Isotropic Stiffness Ratio⁽⁴⁾ 			93 0.6
---	--	--	-----------

Durability

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistance to chemical degradation⁽⁵⁾ ▪ Resistance to ultra-violet light and weathering⁽⁷⁾ 			100% 70%
---	--	--	-------------

Dimensions and Delivery

The TX geogrid shall be delivered to the jobsite in roll form with each roll individually identified. Rolls are shipped with nominal measurements.

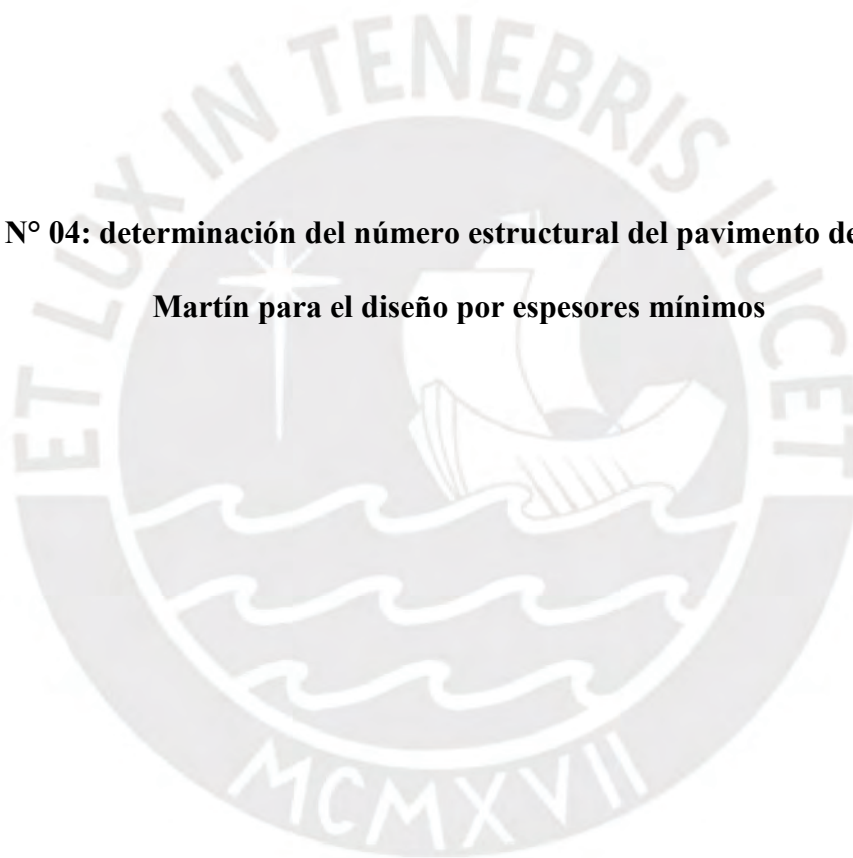
Notes

1. Unless indicated otherwise, values shown are minimum average roll values determined in accordance with ASTM D4759-02. Brief descriptions of test procedures are given in the following notes.
2. Nominal dimensions.
3. Load transfer capability determined in accordance with ASTM D6637-10 and ASTM D7737-11 and expressed as a percentage of ultimate tensile strength.
4. The ratio between the minimum and maximum observed values of radial stiffness at 0.5% strain, measured on rib and midway between rib directions.
5. Radial stiffness is determined from tensile stiffness measured in any in-plane axis from testing in accordance with ASTM D6637-10.
6. Resistance to loss of load capacity or structural integrity when subjected to chemically aggressive environments in accordance with EPA 9090 immersion testing.
7. Resistance to loss of load capacity or structural integrity when subjected to 500 hours of ultraviolet light and aggressive weathering in accordance with ASTM D4355-05.
8. Ratio of the mid-rib depth to the mid-rib width.

Tensor, a division of CMC
 2500 Northwinds Pkwy.
 Atlanta, Georgia 30009
 Phone: 800-TENSAR-1
www.tensorcorp.com

This specification supersedes any and all prior specifications for the product designated above and is not applicable to any product shipped prior to January 31, 2014. Tensor and TriAx are trademarks of Tensor or its affiliates in the US and many other countries. TriAx® geogrid and the use thereof are protected by U.S. Patent No. 7,001,112. Patents or patent applications also exist in other countries. Final determination of the suitability of the above-mentioned information or product for the use contemplated, and its manner of use are the sole responsibility of the user. Tensor disclaims any and all express, implied or statutory warranties, including but not limited to, any warranty of merchantability or fitness for a particular purpose regarding this product or the Company's other products, technologies or services. The information contained herein does not constitute engineering advice. (04.23)

**Anexo N° 04: determinación del número estructural del pavimento de la Av. San
Martín para el diseño por espesores mínimos**



Sin refuerzo:

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r = -1.037$ So = 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial = 4 PSI final = 2.5	Módulo resiliente de la subrasante Mr = 7498 psi
Información adicional para pavimentos rígidos:	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coefficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coefficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN W18 = 2816025 <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 4.07
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Geomallas NX750 y NX750-FG:

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r = -1.037$ So = 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial = 4 PSI final = 2.5	Módulo resiliente de la subrasante Mr = 7498 psi
Información adicional para pavimentos rígidos:	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coefficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coefficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN W18 = 11654000 <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 5.07
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

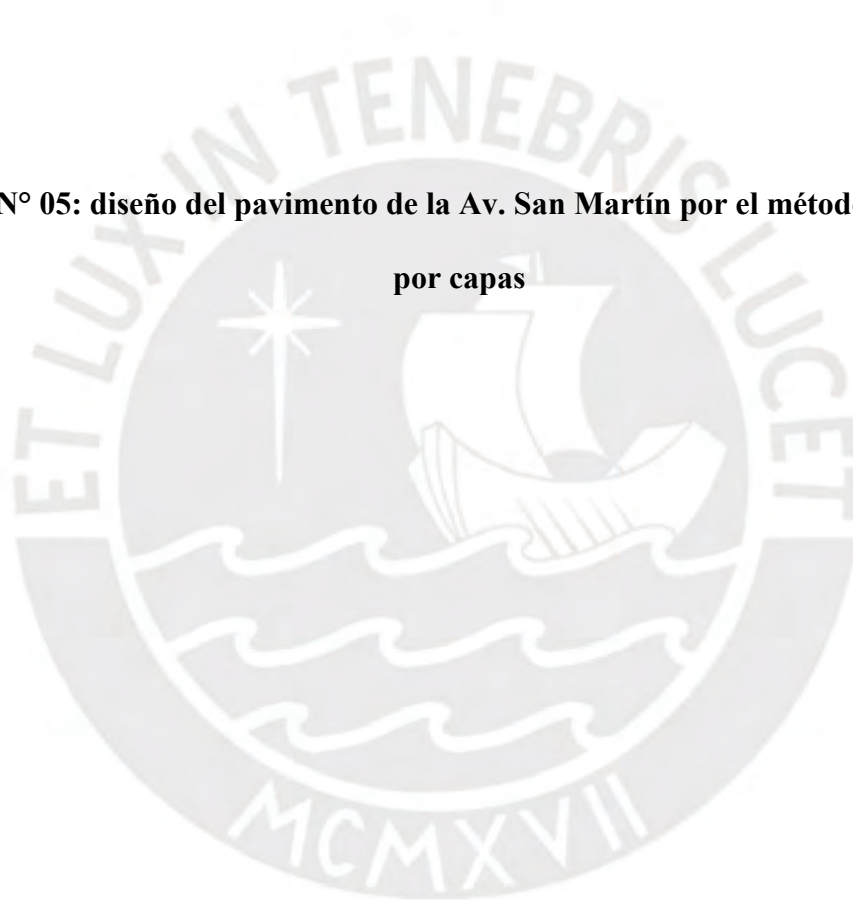
Geomalla HX5.5:

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r = -1.037$ So 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4 PSI final 2.5	Módulo resiliente de la subrasante Mr 7498 psi
Información adicional para pavimentos rígidos:	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coeficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 4.91
W18 = 9363000	
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Geomalla TX Type 3:

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r = -1.037$ So 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4 PSI final 2.5	Módulo resiliente de la subrasante Mr 7498 psi
Información adicional para pavimentos rígidos:	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coeficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 4.53
W18 = 5523000	
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

**Anexo N° 05: diseño del pavimento de la Av. San Martín por el método de análisis
por capas**



Sin refuerzo:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT

1. Loading
Total Design ESALs (W_{18}):

2. Reliability
Reliability Level in percent (R): ▼
Combined Standard Error (S_0):

3. Servicability
Initial Servicability Index (p_i):
Terminal Servicability Index (p_t):

4. Layer Parameters
Number of Base Layers: ▼

	a	m	M_R	Min. Depth
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="3"/>
Base 1	<input type="text" value="0.13"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="42214"/>	<input type="text" value="6"/>
Base 2	<input type="text" value="0.117"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="27088"/>	<input type="text" value="6"/>
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="7498"/>	<input type="text" value="N/A"/>

OUTPUT

1. Calculation Parameters
Standard Normal Deviate (z_R):
 Δ PSI:
Design Structural Number (SN):

2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)
Surface:
Base 1:
Base 2:
Total SN based on layer depths:

[See Solution Details](#)

Comments

💡

Geomallas NX750 y NX750-FG:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT

1. Loading
Total Design ESALs (W_{18}):

2. Reliability
Reliability Level in percent (R): ▼
Combined Standard Error (S_0):

3. Servicability
Initial Servicability Index (p_i):
Terminal Servicability Index (p_t):

4. Layer Parameters
Number of Base Layers: ▼

	a	m	M_R	Min. Depth
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="3"/>
Base 1	<input type="text" value="0.221"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="42214"/>	<input type="text" value="6"/>
Base 2	<input type="text" value="0.117"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="27088"/>	<input type="text" value="6"/>
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="7498"/>	<input type="text" value="N/A"/>

OUTPUT

1. Calculation Parameters
Standard Normal Deviate (z_R):
 Δ PSI:
Design Structural Number (SN):

2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)
Surface:
Base 1:
Base 2:
Total SN based on layer depths:

[See Solution Details](#)

Comments

💡

Geomalla HX5.5:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT

1. Loading
Total Design ESALs (W_{18}):

2. Reliability
Reliability Level in percent (R): ▼
Combined Standard Error (S_0):

3. Servicability
Initial Servicability Index (p_i):
Terminal Servicability Index (p_t):

4. Layer Parameters
Number of Base Layers: ▼

	a	m	M_R	Min. Depth
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="3"/>
Base 1	<input type="text" value="0.204"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="42214"/>	<input type="text" value="6"/>
Base 2	<input type="text" value="0.117"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="27088"/>	<input type="text" value="6"/>
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="7498"/>	<input type="text" value="N/A"/>

OUTPUT

1. Calculation Parameters
Standard Normal Deviate (z_R):
 Δ PSI:
Design Structural Number (SN):

2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)
Surface:
Base 1:
Base 2:
Total SN based on layer depths:

[See Solution Details](#)

Comments

Geomalla TX Type 3:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT

1. Loading
Total Design ESALs (W_{18}):

2. Reliability
Reliability Level in percent (R): ▼
Combined Standard Error (S_0):

3. Servicability
Initial Servicability Index (p_i):
Terminal Servicability Index (p_t):

4. Layer Parameters
Number of Base Layers: ▼

	a	m	M_R	Min. Depth
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="3"/>
Base 1	<input type="text" value="0.165"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="42214"/>	<input type="text" value="6"/>
Base 2	<input type="text" value="0.117"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="27088"/>	<input type="text" value="6"/>
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="7498"/>	<input type="text" value="N/A"/>

OUTPUT

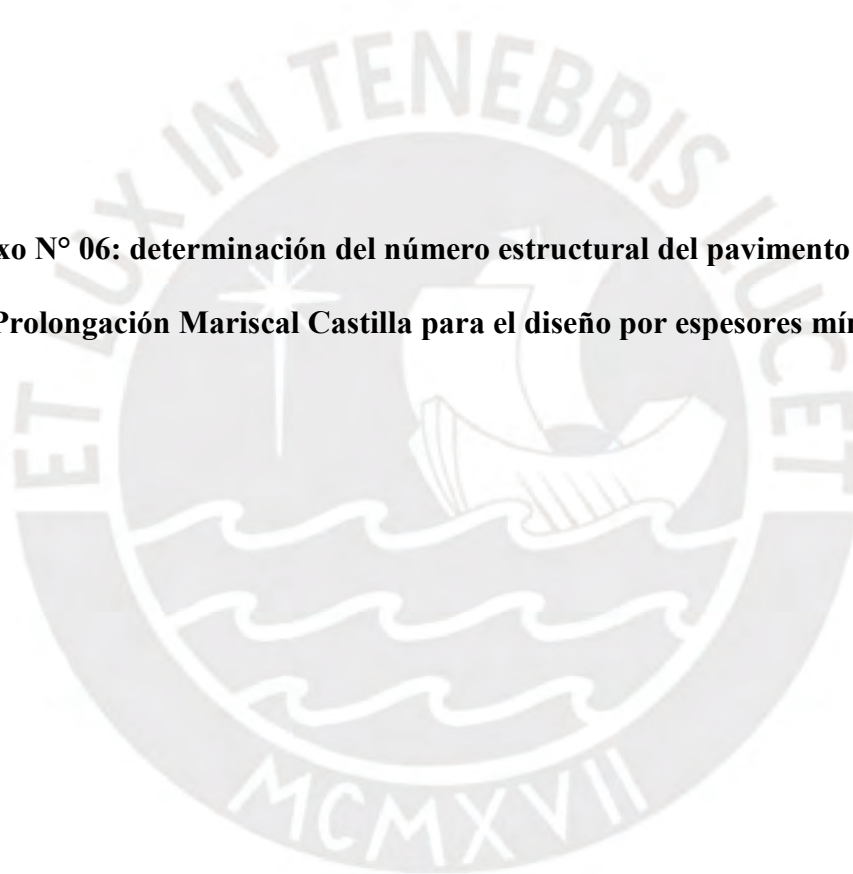
1. Calculation Parameters
Standard Normal Deviate (z_R):
 Δ PSI:
Design Structural Number (SN):

2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)
Surface:
Base 1:
Base 2:
Total SN based on layer depths:

[See Solution Details](#)

Comments

**Anexo N° 06: determinación del número estructural del pavimento de la Av.
Prolongación Mariscal Castilla para el diseño por espesores mínimos**



Sin refuerzo:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 90 % $Z_r = -1.282$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 16246.71 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 7384869**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 3.70

Calcular Salir

Geomallas NX750 y NX750-FG:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 90 % $Z_r = -1.282$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4 PSI final 2.5

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 16246.71 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 29169442.6**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 4.62

Calcular Salir

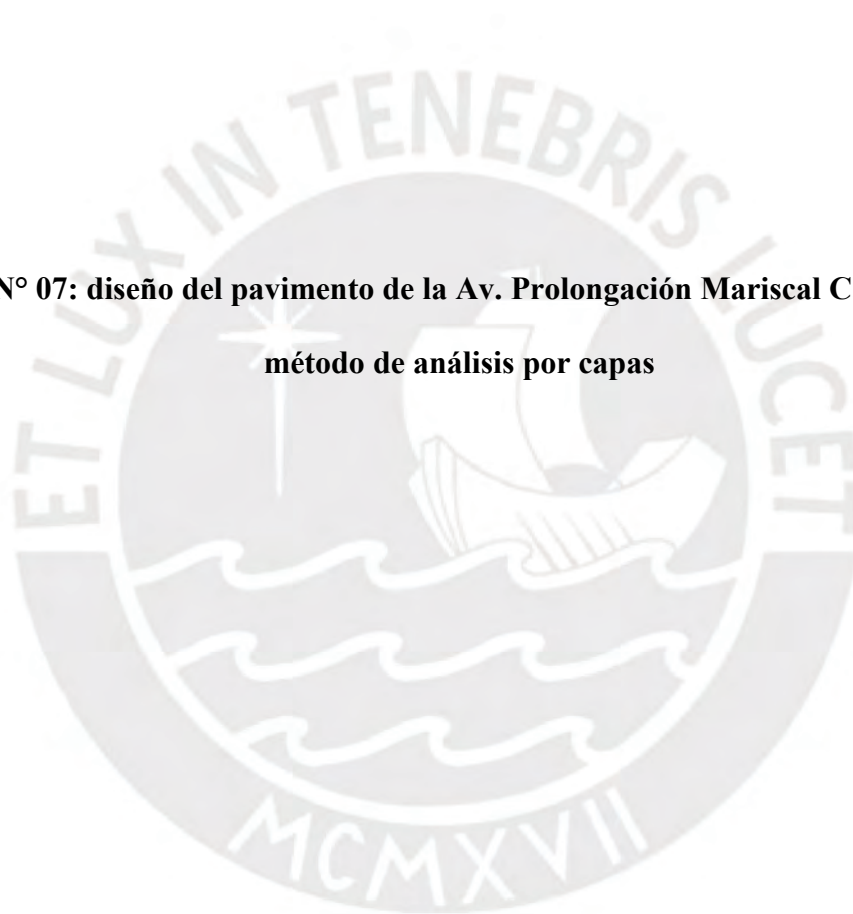
Geomalla HX5.5:

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 90 % $Z_r = -1.282$ $S_o = 0.45$
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text" value="4"/> PSI final <input type="text" value="2.5"/>	Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text" value="16246.71"/> psi
Información adicional para pavimentos rígidos:	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) <input type="text"/>	Coefficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) <input type="text"/>	Coefficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>
Tipo de Análisis: <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = <input type="text" value="4.47"/>
W18 = <input type="text" value="23409400.7"/>	
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Geomalla TX Type 3:

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 90 % $Z_r = -1.282$ $S_o = 0.45$
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text" value="4"/> PSI final <input type="text" value="2.5"/>	Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text" value="16246.71"/> psi
Información adicional para pavimentos rígidos:	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) <input type="text"/>	Coefficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) <input type="text"/>	Coefficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>
Tipo de Análisis: <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = <input type="text" value="4.10"/>
W18 = <input type="text" value="13809331"/>	
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Anexo N° 07: diseño del pavimento de la Av. Prolongación Mariscal Castilla por el método de análisis por capas



Sin refuerzo:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT

1. Loading
Total Design ESALs (W_{18}):

2. Reliability
Reliability Level in percent (R):
Combined Standard Error (S_e):

3. Servicability
Initial Servicability Index (p_i):
Terminal Servicability Index (p_t):

4. Layer Parameters
Number of Base Layers:

	a	m	M_k	Min. Depth
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="3"/>
Base 1	<input type="text" value="0.13"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="27927"/>	<input type="text" value="6"/>
Base 2	<input type="text" value="0.117"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="16256"/>	<input type="text" value="6"/>
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="16247"/>	<input type="text" value="N/A"/>

OUTPUT

1. Calculation Parameters
Standard Normal Deviate (z_R):
 Δ PSI:
Design Structural Number (SN):

2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)
Surface:
Base 1:
Base 2:
Total SN based on layer depths:

[See Solution Details](#)

Comments

Geomallas NX750 y NX750-FG:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT

1. Loading
Total Design ESALs (W_{18}):

2. Reliability
Reliability Level in percent (R):
Combined Standard Error (S_e):

3. Servicability
Initial Servicability Index (p_i):
Terminal Servicability Index (p_t):

4. Layer Parameters
Number of Base Layers:

	a	m	M_k	Min. Depth
Surface	<input type="text" value="0.44"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="3"/>
Base 1	<input type="text" value="0.272"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="104300"/>	<input type="text" value="6"/>
Base 2	<input type="text" value="0.117"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="16256"/>	<input type="text" value="6"/>
Subgrade	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="N/A"/>	<input type="text" value="16247"/>	<input type="text" value="N/A"/>

OUTPUT

1. Calculation Parameters
Standard Normal Deviate (z_R):
 Δ PSI:
Design Structural Number (SN):

2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)
Surface:
Base 1:
Base 2:
Total SN based on layer depths:

[See Solution Details](#)

Comments

Geomalla HX5.5:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT	OUTPUT																									
<p>1. Loading</p> <p>Total Design ESALs (W_{18}): <input style="width: 100px;" type="text" value="7384669"/></p> <p>2. Reliability</p> <p>Reliability Level in percent (R): <input style="width: 50px;" type="text" value="90"/></p> <p>Combined Standard Error (S_0): <input style="width: 50px;" type="text" value="0.45"/></p> <p>3. Servicability</p> <p>Initial Servicability Index (p_i): <input style="width: 50px;" type="text" value="4"/></p> <p>Terminal Servicability Index (p_t): <input style="width: 50px;" type="text" value="2.5"/></p> <p>4. Layer Parameters</p> <p>Number of Base Layers: <input style="width: 50px;" type="text" value="2"/></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">a</th> <th style="text-align: center;">m</th> <th style="text-align: center;">M_R</th> <th style="text-align: center;">Min. Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Surface</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="0.44"/></td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Base 1</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="0.282"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="1"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 100px;" type="text" value="113698"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="6"/></td> </tr> <tr> <td>Base 2</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="0.117"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="1"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 100px;" type="text" value="16256"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="6"/></td> </tr> <tr> <td>Subgrade</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 100px;" type="text" value="16247"/></td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> </tbody> </table>		a	m	M_R	Min. Depth	Surface	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.44"/>	1.0	N/A	<input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>	Base 1	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.282"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="113698"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>	Base 2	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.117"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="16256"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>	Subgrade	N/A	N/A	<input style="width: 100px;" type="text" value="16247"/>	N/A	<p>1. Calculation Parameters</p> <p>Standard Normal Deviate (z_R): <input style="width: 100px;" type="text" value="-1.282"/></p> <p>ΔPSI: <input style="width: 50px;" type="text" value="1.5"/></p> <p>Design Structural Number (SN): <input style="width: 100px;" type="text" value="3.795"/></p> <p>2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)</p> <p>Surface: <input style="width: 50px;" type="text" value="4"/></p> <p>Base 1: <input style="width: 50px;" type="text" value="7.3"/></p> <p>Base 2: <input style="width: 50px;" type="text" value="6"/></p> <p>Total SN based on layer depths: <input style="width: 100px;" type="text" value="4.577"/></p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">See Solution Details</p> <p>Comments</p>
	a	m	M_R	Min. Depth																						
Surface	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.44"/>	1.0	N/A	<input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>																						
Base 1	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.282"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="113698"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>																						
Base 2	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.117"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="16256"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>																						
Subgrade	N/A	N/A	<input style="width: 100px;" type="text" value="16247"/>	N/A																						
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 20px; display: inline-block; background-color: #ccc;">Calculate</div>																										

Geomalla TX Type 3:

Equation Solver
Variable Descriptions and Typical Values
Precautions

Type in data in the grey boxes and click the calculate button to see the output. To make additional calculations, change the desired input data and click the calculate button again. Click on the text descriptions of the input or output variables for more information.

INPUT	OUTPUT																									
<p>1. Loading</p> <p>Total Design ESALs (W_{18}): <input style="width: 100px;" type="text" value="7384669"/></p> <p>2. Reliability</p> <p>Reliability Level in percent (R): <input style="width: 50px;" type="text" value="90"/></p> <p>Combined Standard Error (S_0): <input style="width: 50px;" type="text" value="0.45"/></p> <p>3. Servicability</p> <p>Initial Servicability Index (p_i): <input style="width: 50px;" type="text" value="4"/></p> <p>Terminal Servicability Index (p_t): <input style="width: 50px;" type="text" value="2.5"/></p> <p>4. Layer Parameters</p> <p>Number of Base Layers: <input style="width: 50px;" type="text" value="2"/></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">a</th> <th style="text-align: center;">m</th> <th style="text-align: center;">M_R</th> <th style="text-align: center;">Min. Depth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Surface</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="0.44"/></td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Base 1</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="0.203"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="1"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 100px;" type="text" value="54713.6"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="6"/></td> </tr> <tr> <td>Base 2</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="0.117"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="1"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 100px;" type="text" value="16256"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 50px;" type="text" value="6"/></td> </tr> <tr> <td>Subgrade</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 100px;" type="text" value="16247"/></td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> </tbody> </table>		a	m	M_R	Min. Depth	Surface	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.44"/>	1.0	N/A	<input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>	Base 1	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.203"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="54713.6"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>	Base 2	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.117"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="16256"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>	Subgrade	N/A	N/A	<input style="width: 100px;" type="text" value="16247"/>	N/A	<p>1. Calculation Parameters</p> <p>Standard Normal Deviate (z_R): <input style="width: 100px;" type="text" value="-1.282"/></p> <p>ΔPSI: <input style="width: 50px;" type="text" value="1.5"/></p> <p>Design Structural Number (SN): <input style="width: 100px;" type="text" value="3.795"/></p> <p>2. Layer Depths (to the nearest 1/2 inch)</p> <p>Surface: <input style="width: 50px;" type="text" value="5.5"/></p> <p>Base 1: <input style="width: 50px;" type="text" value="7"/></p> <p>Base 2: <input style="width: 50px;" type="text" value="6"/></p> <p>Total SN based on layer depths: <input style="width: 100px;" type="text" value="4.543"/></p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">See Solution Details</p> <p>Comments</p>
	a	m	M_R	Min. Depth																						
Surface	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.44"/>	1.0	N/A	<input style="width: 50px;" type="text" value="3"/>																						
Base 1	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.203"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="54713.6"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>																						
Base 2	<input style="width: 50px;" type="text" value="0.117"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="16256"/>	<input style="width: 50px;" type="text" value="6"/>																						
Subgrade	N/A	N/A	<input style="width: 100px;" type="text" value="16247"/>	N/A																						
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 20px; display: inline-block; background-color: #ccc;">Calculate</div>																										

Anexo N° 08: presupuestos



PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				24,185.63
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	1,192.87	4.63	5,522.99
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				104,730.44
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	442.52	116.29	51,460.65
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	577.20	92.29	53,269.79
4	CAPA DE RODADURA				119,802.48
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	173.16	691.86	119,802.48
5	TRANSPORTE				12,267.44
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,431.44	8.57	12,267.44
COSTO DIRECTO					261,045.74
GASTOS GENERALES 10 %					26,104.57
UTILIDAD 10 %					26,104.57
SUB TOTAL					313,254.88
IGV 18 %					56,385.88
TOTAL PRESUPUESTO					369,640.76

SON: TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CUARENTA CON 76/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				22,671.25
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	865.79	4.63	4,008.61
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				116,371.60
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	288.60	116.29	33,561.29
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	404.04	92.29	37,288.85
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750	M2	1,923.98	23.66	45,521.46
4	CAPA DE RODADURA				119,802.48
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	173.16	691.86	119,802.48
5	TRANSPORTE				8,903.80
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,038.95	8.57	8,903.80
				COSTO DIRECTO	267,808.88
				GASTOS GENERALES 10 %	26,780.89
				UTILIDAD 10 %	26,780.89
				SUB TOTAL	321,370.66
				IGV 18 %	57,846.72
				TOTAL PRESUPUESTO	379,217.38

SON: TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS DIECISIETE CON 38/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750-FG - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				22,671.25
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	865.79	4.63	4,008.61
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				120,604.37
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	288.60	116.29	33,561.29
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	404.04	92.29	37,288.85
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG	M2	1,923.98	25.86	49,754.23
4	CAPA DE RODADURA				119,802.48
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	173.16	691.86	119,802.48
5	TRANSPORTE				8,903.80
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,038.95	8.57	8,903.80
COSTO DIRECTO					272,041.65
GASTOS GENERALES 10 %					27,204.17
UTILIDAD 10 %					27,204.17
SUB TOTAL					326,449.99
IGV 18 %					58,761.00
TOTAL PRESUPUESTO					385,210.99

SON: TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS DIEZ CON 99/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX5.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				23,027.57
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	942.75	4.63	4,364.93
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				118,087.10
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	346.32	116.29	40,273.55
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	423.28	92.29	39,064.51
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX5.5	M2	1,923.98	20.14	38,749.04
4	CAPA DE RODADURA				119,802.48
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	173.16	691.86	119,802.48
5	TRANSPORTE				9,695.24
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,131.30	8.57	9,695.24
COSTO DIRECTO					270,672.14
GASTOS GENERALES 10 %					27,067.21
UTILIDAD 10 %					27,067.21
SUB TOTAL					324,806.56
IGV 18 %					58,465.18
TOTAL PRESUPUESTO					383,271.74

SON: TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS SETENTA Y UNO CON 74/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				23,472.98
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	1,038.95	4.63	4,810.34
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				120,904.86
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	384.80	116.29	44,748.39
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	481.00	92.29	44,391.49
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3	M2	1,923.98	16.51	31,764.98
4	CAPA DE RODADURA				119,802.48
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	173.16	691.86	119,802.48
5	TRANSPORTE				10,684.56
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,246.74	8.57	10,684.56
COSTO DIRECTO					274,924.63
GASTOS GENERALES 10 %					27,492.46
UTILIDAD 10 %					27,492.46
SUB TOTAL					329,909.55
IGV 18 %					59,383.72
TOTAL PRESUPUESTO					389,293.27

SON: TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES CON 27/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				23,472.98
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	1,038.95	4.63	4,810.34
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				80,190.20
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	307.84	116.29	35,798.71
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	481.00	92.29	44,391.49
4	CAPA DE RODADURA				173,048.02
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	250.12	691.86	173,048.02
5	TRANSPORTE				10,684.56
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,246.74	8.57	10,684.56
COSTO DIRECTO					287,455.51
GASTOS GENERALES 10 %					28,745.55
UTILIDAD 10 %					28,745.55
SUB TOTAL					344,946.61
IGV 18 %					62,090.39
TOTAL PRESUPUESTO					407,037.00

SON: CUATROCIENTOS SIETE MIL TREINTA Y SIETE CON 00/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				22,671.25
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	865.79	4.63	4,008.61
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				109,730.72
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	307.84	116.29	35,798.71
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	307.84	92.29	28,410.55
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750	M2	1,923.98	23.66	45,521.46
4	CAPA DE RODADURA				173,048.02
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	250.12	691.86	173,048.02
5	TRANSPORTE				8,903.80
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,038.95	8.57	8,903.80
COSTO DIRECTO					314,413.54
GASTOS GENERALES 10 %					31,441.35
UTILIDAD 10 %					31,441.35
SUB TOTAL					377,296.24
IGV 18 %					67,913.32
TOTAL PRESUPUESTO					445,209.56

SON: CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS NUEVE CON 56/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				22,671.25
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	865.79	4.63	4,008.61
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				113,963.49
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	307.84	116.29	35,798.71
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	307.84	92.29	28,410.55
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG	M2	1,923.98	25.86	49,754.23
4	CAPA DE RODADURA				173,048.02
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	250.12	691.86	173,048.02
5	TRANSPORTE				8,903.80
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,038.95	8.57	8,903.80
COSTO DIRECTO					318,646.31
GASTOS GENERALES 10 %					31,864.63
UTILIDAD 10 %					31,864.63
SUB TOTAL					382,375.57
IGV 18 %					68,827.60
TOTAL PRESUPUESTO					451,203.17

SON: CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UNO MIL DOSCIENTOS TRES CON 17/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX5.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				22,671.25
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	865.79	4.63	4,008.61
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				102,958.30
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	307.84	116.29	35,798.71
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	307.84	92.29	28,410.55
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX5.5	M2	1,923.98	20.14	38,749.04
4	CAPA DE RODADURA				173,048.02
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	250.12	691.86	173,048.02
5	TRANSPORTE				8,903.80
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,038.95	8.57	8,903.80
COSTO DIRECTO					307,641.12
GASTOS GENERALES 10 %					30,764.11
UTILIDAD 10 %					30,764.11
SUB TOTAL					369,169.34
IGV 18 %					66,450.48
TOTAL PRESUPUESTO					435,619.82

SON: CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE CON 82/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				59.75
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.13	459.59	59.75
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				22,849.41
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	1,923.98	2.26	4,348.20
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	904.27	4.63	4,186.77
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	1,923.98	7.44	14,314.44
3	CAPAS GRANULARES				99,525.56
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	307.84	116.29	35,798.71
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	346.32	92.29	31,961.87
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3	M2	1,923.98	16.51	31,764.98
4	CAPA DE RODADURA				173,048.02
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	250.12	691.86	173,048.02
5	TRANSPORTE				9,299.56
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	1,085.13	8.57	9,299.56
COSTO DIRECTO					304,782.30
GASTOS GENERALES 10 %					30,478.23
UTILIDAD 10 %					30,478.23
SUB TOTAL					365,738.76
IGV 18 %					65,832.98
TOTAL PRESUPUESTO					431,571.74

SON: CUATROCIENTOS TREINTA Y UNO MIL QUINIENTOS SETENTA Y UNO CON 74/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (SIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				72,031.92
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	3,373.21	4.63	15,617.96
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				313,039.70
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	1,861.08	116.29	216,424.99
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	1,046.86	92.29	96,614.71
4	CAPA DE RODADURA				321,901.70
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	465.27	691.86	321,901.70
5	TRANSPORTE				34,690.07
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	4,047.85	8.57	34,690.07
COSTO DIRECTO					741,847.23
GASTOS GENERALES 10 %					74,184.72
UTILIDAD 10 %					74,184.72
SUB TOTAL					890,216.67
IGV 18 %					160,239.00
TOTAL PRESUPUESTO					1,050,455.67

SON: UN MILLON CINCUENTA MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON 67/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,454.24
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,384.51	4.63	11,040.28
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				335,667.31
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	872.38	116.29	101,449.07
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	1,046.86	92.29	96,614.71
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750	M2	5,815.87	23.66	137,603.53
4	CAPA DE RODADURA				321,901.70
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	465.27	691.86	321,901.70
5	TRANSPORTE				24,522.28
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	2,861.41	8.57	24,522.28
COSTO DIRECTO					749,729.37
GASTOS GENERALES 10 %					74,972.94
UTILIDAD 10 %					74,972.94
SUB TOTAL					899,675.25
IGV 18 %					161,941.55
TOTAL PRESUPUESTO					1,061,616.80

SON: UN MILLON SESENTA Y UNO MIL SEISCIENTOS DIECISEIS CON 80/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,454.24
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,384.51	4.63	11,040.28
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				348,462.23
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	872.38	116.29	101,449.07
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	1,046.86	92.29	96,614.71
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG	M2	5,815.87	25.86	150,398.45
4	CAPA DE RODADURA				321,901.70
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	465.27	691.86	321,901.70
5	TRANSPORTE				24,522.28
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	2,861.41	8.57	24,522.28
COSTO DIRECTO					762,524.29
GASTOS GENERALES 10 %					76,252.43
UTILIDAD 10 %					76,252.43
SUB TOTAL					915,029.15
IGV 18 %					164,705.25
TOTAL PRESUPUESTO					1,079,734.40

SON: UN MILLON SETENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO CON 40/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX5.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,454.24
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,384.51	4.63	11,040.28
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				311,223.70
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	930.54	116.29	108,212.50
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	930.54	92.29	85,879.54
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX5.5	M2	5,815.87	20.14	117,131.66
4	CAPA DE RODADURA				362,140.28
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	523.43	691.86	362,140.28
5	TRANSPORTE				24,522.28
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	2,861.41	8.57	24,522.28
				COSTO DIRECTO	765,524.34
				GASTOS GENERALES 10 %	76,552.43
				UTILIDAD 10 %	76,552.43
				SUB TOTAL	918,629.20
				IGV 18 %	165,353.26
				TOTAL PRESUPUESTO	1,083,982.46

SON: UN MILLON OCHENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS CON 46/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,992.76
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,500.82	4.63	11,578.80
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				283,348.66
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	872.38	116.29	101,449.07
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	930.54	92.29	85,879.54
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3	M2	5,815.87	16.51	96,020.05
4	CAPA DE RODADURA				482,849.09
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	697.90	691.86	482,849.09
5	TRANSPORTE				25,718.48
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	3,000.99	8.57	25,718.48
COSTO DIRECTO					860,092.83
GASTOS GENERALES 10 %					86,009.28
UTILIDAD 10 %					86,009.28
SUB TOTAL					1,032,111.39
IGV 18 %					185,780.05
TOTAL PRESUPUESTO					1,217,891.44

SON: UN MILLON DOSCIENTOS DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y UNO CON 44/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (SIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				69,877.72
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,907.94	4.63	13,463.76
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				194,092.04
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	930.54	116.29	108,212.50
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	930.54	92.29	85,879.54
4	CAPA DE RODADURA				724,280.56
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	1,046.86	691.86	724,280.56
5	TRANSPORTE				29,905.19
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	3,489.52	8.57	29,905.19
COSTO DIRECTO					1,018,339.35
GASTOS GENERALES 10 %					101,833.94
UTILIDAD 10 %					101,833.94
SUB TOTAL					1,222,007.23
IGV 18 %					219,961.30
TOTAL PRESUPUESTO					1,441,968.53

SON: UN MILLON CUATROCIENTOS CUARENTA Y UNO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO CON 53/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				68,800.60
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,675.30	4.63	12,386.64
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				345,222.42
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	1,046.86	116.29	121,739.35
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	930.54	92.29	85,879.54
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750	M2	5,815.87	23.66	137,603.53
4	CAPA DE RODADURA				482,849.09
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	697.90	691.86	482,849.09
5	TRANSPORTE				27,512.79
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	3,210.36	8.57	27,512.79
COSTO DIRECTO					924,568.74
GASTOS GENERALES 10 %					92,456.87
UTILIDAD 10 %					92,456.87
SUB TOTAL					1,109,482.48
IGV 18 %					199,706.85
TOTAL PRESUPUESTO					1,309,189.33

SON: UN MILLON TRESCIENTOS NUEVE MIL CIENTO OCHENTA Y NUEVE CON 33/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				68,800.60
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,675.30	4.63	12,386.64
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				358,017.34
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	1,046.86	116.29	121,739.35
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	930.54	92.29	85,879.54
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG	M2	5,815.87	25.86	150,398.45
4	CAPA DE RODADURA				482,849.09
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	697.90	691.86	482,849.09
5	TRANSPORTE				27,512.79
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	3,210.36	8.57	27,512.79
COSTO DIRECTO					937,363.66
GASTOS GENERALES 10 %					93,736.37
UTILIDAD 10 %					93,736.37
SUB TOTAL					1,124,836.40
IGV 18 %					202,470.55
TOTAL PRESUPUESTO					1,327,306.95

SON: UN MILLON TRESCIENTOS VEINTISIETE MIL TRESCIENTOS SEIS CON 95/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX5.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				68,800.60
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,675.30	4.63	12,386.64
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				317,987.12
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	988.70	116.29	114,975.92
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	930.54	92.29	85,879.54
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX5.5	M2	5,815.87	20.14	117,131.66
4	CAPA DE RODADURA				523,087.67
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	756.06	691.86	523,087.67
5	TRANSPORTE				27,512.79
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	3,210.36	8.57	27,512.79
COSTO DIRECTO					937,572.02
GASTOS GENERALES 10 %					93,757.20
UTILIDAD 10 %					93,757.20
SUB TOTAL					1,125,086.42
IGV 18 %					202,515.56
TOTAL PRESUPUESTO					1,327,601.98

SON: UN MILLON TRESCIENTOS VEINTISIETE MIL SEISCIENTOS UNO CON 98/100 SOLES

PRESUPUESTO

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACION: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				183.84
1.1	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	KM	0.40	459.59	183.84
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				69,877.72
2.1	LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA	M2	5,815.87	2.26	13,143.87
2.2	EXCAVACION DE SUBRASANTE	M3	2,907.94	4.63	13,463.76
2.3	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5,815.87	7.44	43,270.09
3	CAPAS GRANULARES				314,374.11
3.1	CONFORMACION DE BASE GRANULAR	M3	1,046.86	116.29	121,739.35
3.2	CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR	M3	1,046.86	92.29	96,614.71
3.3	INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3	M2	5,815.87	16.51	96,020.05
4	CAPA DE RODADURA				563,326.25
4.1	CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	814.22	691.86	563,326.25
5	TRANSPORTE				29,905.19
5.1	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL	M3	3,489.52	8.57	29,905.19
COSTO DIRECTO					977,667.11
GASTOS GENERALES 10 %					97,766.71
UTILIDAD 10 %					97,766.71
SUB TOTAL					1,173,200.53
IGV 18 %					211,176.10
TOTAL PRESUPUESTO					1,384,376.63

SON: UN MILLON TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS CON 63/100 SOLES

Anexo N° 09: análisis de costos unitarios



ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TORNILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA (CALIENTE)	M3		1,0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1,0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1,0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas:	691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.57 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HM	0.47	0.0112	18.35	0.18	
					Mano de obra:	0.18
VOLQUETE 8X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 1 YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
					Equipos:	8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (SIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA (CALIENTE)	M3		1,0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1,0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1,0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas:	691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.57 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HM	0.47	0.0112	16.35	0.18	
					Mano de obra:	0.18
VOLQUETE 8X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 1 YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
					Equipos:	8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX3.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX3.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX3.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX3.5

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 20.14 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.33	0.33	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA HX3.5	M2		1.1000	15.80	15.48	
						Materiales: 15.48
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	15.96	15.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.33	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	233.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX3.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX3.5 - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (HX3.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX3.5

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 20.14 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.33	0.33	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA HX3.5	M2		1.1000	15.80	15.48	
						Materiales: 15.48
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	15.96	15.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.33	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	233.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (RX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (IX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M3/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 23.66 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
FEDON	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA NX750	M2		1.1000	20.00	22.00	
						Materiales: 22.00
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750 - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TORNILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	104.44	3.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (IX750 - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 23.66 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.33	0.33	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA NX750	M2		1.1000	20.00	22.00	
						Materiales: 22.00
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.33	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	233.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (IX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TORNILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (IX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M3/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 28.06 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	20.75	0.20	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.30	0.30	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA NX750-FG	M2		1.1000	24.00	26.40	
						Materiales: 26.40
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.30	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.70	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	233.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750-FG - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TORNILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (IX750-FG - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0360	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (NX750-FG - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 28.06 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	20.75	0.20	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.30	0.30	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	19.81	0.40	
					Mano de obra: 1.58	
GEOMALLA NX750-FG	M2		1.1000	24.00	26.40	
					Materiales: 26.40	
HERRAMIENTAS MANUALES	TOMO		5.0000	1.58	0.08	
					Equipos: 0.08	

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas: 691.86	

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.30	0.18	
					Mano de obra: 0.18	
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.70	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	233.77	2.64	
					Equipos: 8.39	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 9.91 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	20.75	0.20	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.30	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	19.81	0.40	
					Mano de obra: 1.58	
GEOMALLA TX TYPE 3	M2		1.1000	7.50	8.25	
					Materiales: 8.25	
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
					Equipos: 0.08	

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas: 691.86	

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.57 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
					Mano de obra: 0.18	
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
					Equipos: 8.39	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DÍA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		6.7400	3.17	21.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TORNILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.50	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 500.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	*SMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	389.79	3.72	
Equipos: 4.60						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-133 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. SAN MARTÍN (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. SAN MARTÍN - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 FECHA BASE: 20-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 9.91 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	19.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA TX TYPE 3	M2		1,1000	7.50	8.25	
						Materiales: 8.25
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5,0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1,0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1,0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1,0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	233.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (BIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	104.44	3.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 394.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (BIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (BIN GEOMALLA - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA (CALIENTE)	M3		1,0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1,0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1,0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas:	691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.57 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HM	0.47	0.0112	16.35	0.18	
					Mano de obra:	0.18
VOLQUETE 8X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 1 YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
					Equipos:	8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (SIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.57	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.79	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	104.44	313.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.66	
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (BIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3080	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.00	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (SIN GEOMALLA - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA (CALIENTE)	M3		1,0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1,0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1,0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas:	691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.57 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HM	0.47	0.0112	16.35	0.18	
					Mano de obra:	0.18
VOLQUETE 8X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 1 YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
					Equipos:	8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX3.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.67	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.79	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	104.44	313.33	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.66	
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.55	1.65	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0029	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.57	1.71	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX3.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX3.5 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX3.5

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 20.14 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	20.75	0.20	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.30	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA HX3.5	M2		1.1000	15.80	15.48	
						Materiales: 15.48
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.95	16.95	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX3.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.67	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.79	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	104.44	313.33	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.66	
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.55	1.65	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0029	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.57	1.71	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX3.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (HX3.5 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA HX3.5

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 20.14 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
PEDON	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA HX3.5	M2		1.1000	15.80	15.48	
						Materiales: 15.48
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.95	16.95	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	104.44	5.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 23.66 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA NX750	M2		1.1000	20.00	22.00	
						Materiales: 22.00
HERRAMIENTAS MANUALES	TSMO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.33	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 KM/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.67	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	104.44	3.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 23.66 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
FEDON	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA NX750	M2		1.1000	20.00	22.00	
						Materiales: 22.00
HERRAMIENTAS MANUALES	TSMO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 13M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.77	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	1.34	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.79	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	104.44	313.32	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.66	
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.55	1.65	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	MAO		3.0000	0.57	1.71	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.21	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 28.06 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	20.75	0.20	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.30	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
					Mano de obra: 1.58	
GEOMALLA NX750-FG	M2		1.1000	24.00	26.40	
					Materiales: 26.40	
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
					Equipos: 0.08	

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
					Sub Partidas: 691.86	

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 330.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
					Mano de obra: 0.18	
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
					Equipos: 8.39	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	HMO		3.0000	104.44	3.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	HMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 334.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0209	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	HMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031			
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (NX750-FG - ESPEORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA NX750-FG

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 28.06 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	20.75	0.20	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.30	
FEDM	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA NX750-FG	M2		1.1000	24.00	26.40	
						Materiales: 26.40
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.96	16.96	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.33	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.67	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.79	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	104.44	313.32	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.66	
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.55	1.65	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 334.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0007	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0009	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.57	1.71	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
					Mano de obra: 0.31	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
					Materiales: 6.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
					Equipos: 1.13	

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
					Materiales: 90.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
					Mano de obra: 13.81	
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
					Materiales: 66.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
					Equipos: 12.33	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ANÁLISIS POR CAPAS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 9.91 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
FEDON	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA TX TYPE 3	M2		1.1000	7.50	8.25	
						Materiales: 8.25
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.95	16.95	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN

Rendimiento: 1.0000 HJ/DIA		Unidad: KM		Costo Unitario: 459.59 x [KM]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PECN	HH	0.50	4.0000	14.72	58.88	
NIVELADOR	HH	0.13	1.0000	19.81	19.81	
TOPOGRAFO	HH	0.13	1.0000	25.75	25.75	
Mano de obra: 104.44						
CLAVOS	KG		8.7400	3.17	27.37	
YESO BOLSA 25 KG	BL3		0.1000	13.42	3.10	
MADERA TOPMILLO	P2		1.0000	3.79	3.20	
PINTURA ESMALTE	GLN		0.1770	30.91	5.47	
Materiales: 38.29						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	104.44	3.22	
NIVEL TOPOGRAFICO	HM	1.00	8.0000	6.90	55.20	
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	HM	2.00	16.0000	16.03	256.48	
Equipos: 316.90						

2.1 LIMPIEZA DE TERRENO CON MAQUINA

Rendimiento: 800.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 2.26 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	1.00	0.0100	25.75	0.26	
PECN	HH	2.00	0.0200	14.72	0.29	
Mano de obra: 0.55						
TRACTOR SOBRE ORUGAS 75-100 HP	HM	1.00	0.0100	166.25	1.68	
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.55	0.03	
Equipos: 1.71						

2.2 EXCAVACION DE SUBRASANTE

Rendimiento: 594.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 4.63 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
DAPATAZ	HH	0.50	0.0067	25.75	0.17	
PECN	HH	2.00	0.0269	14.72	0.40	
Mano de obra: 0.57						
HERRAMIENTAS MANUALES	WMO		3.0000	0.57	0.03	
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP (1-2.75 YD)	HM	0.30	0.0040	327.50	1.31	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 150-240 HP	HM	0.70	0.0094	289.79	2.72	
Equipos: 4.00						

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 19-03-2024 MONEDA: SOLES

2.3 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento: 2,000.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 7.44 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	1.00	0.0031	25.75	0.08	
OFICIAL	HH	1.00	0.0031	16.33	0.05	
PEON	HH	4.00	0.0123	14.72	0.18	
						Mano de obra: 0.31
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.3000	20.00	6.00	
						Materiales: 6.00
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	0.31	0.02	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO (0)-135 HP 10-12	HM	1.00	0.0031	150.83	0.47	
TN	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
MOTONIVELADORA 145-150 HP	HM	1.00	0.0031	205.77	0.64	
						Equipos: 1.13

3.1 CONFORMACION DE BASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 116.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
						Mano de obra: 13.81
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE BASE	M3		1.2000	75.00	90.00	
						Materiales: 90.15
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
						Equipos: 12.33

3.2 CONFORMACION DE SUBBASE GRANULAR

Rendimiento: 20.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 92.29 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO	HH	1.00	0.4000	19.81	7.92	
PEON	HH	1.00	0.4000	14.72	5.89	
						Mano de obra: 13.81
AGUA	M3		0.0300	5.00	0.15	
MATERIAL DE SUBBASE	M3		1.2000	55.00	66.00	
						Materiales: 66.15
HERRAMIENTAS MANUALES	USMO		5.0000	13.81	0.69	
PLANCHA COMPACTADORA 7 HP	HM	1.00	0.4000	29.10	11.64	
						Equipos: 12.33

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA (TX TYPE 3 - ESPESORES MÍNIMOS)
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE: FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA - PUCP
 UBICACIÓN: AV. PROLONGACIÓN MARISCAL CASTILLA - MELGAR MARIANO - AREQUIPA - AREQUIPA
 FECHA BASE: 18-03-2024 MONEDA: SOLES

3.3 INSTALACIÓN DE GEOMALLA TX TYPE 3

Rendimiento: 400,000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 9.91 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0100	25.75	0.26	
OFICIAL	HH	1.00	0.0200	15.35	0.33	
FEDON	HH	3.00	0.0400	14.72	0.59	
OPERARIO	HH	1.00	0.0200	15.81	0.40	
						Mano de obra: 1.58
GEOMALLA TX TYPE 3	M2		1.1000	7.50	8.25	
						Materiales: 8.25
HERRAMIENTAS MANUALES	T/MO		5.0000	1.58	0.08	
						Equipos: 0.08

4.1 CONFORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Rendimiento: 1,0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 691.86 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (CALIENTE)	M3		1.0000	657.00	657.00	
TRANSPORTE A LA OBRA	M3		1.0000	16.95	16.95	
ESPARCIDO Y COMPACTADO	M3		1.0000	17.90	17.90	
						Sub Partidas: 691.86

5.1 TRANSPORTE DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL

Rendimiento: 333.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.37 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	0.47	0.0112	15.35	0.18	
						Mano de obra: 0.18
VOLQUETE 6X4 330HP 15M3	HM	1.00	0.0239	240.70	5.75	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4 0-4 Y YD3	HM	0.47	0.0112	235.77	2.64	
						Equipos: 8.39