



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES  
COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO  
FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC  
DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JOEL CALCINA AZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES  
COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO  
FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC  
DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. JOEL CALCINA AZA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

  
: \_\_\_\_\_  
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 219-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 30 de mayo de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 052-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°197-2024 de fecha 20 de mayo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el Bachiller: **JOEL CALCINA AZA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- \* **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- \* **Asesor** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **JOEL CALCINA AZA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : lunes 03 de junio de 2024
- \* **HORA** : 10:30
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

**ARTICULO SEGUNDO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c. Arch. 2024  
Interesado  
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 197-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 20 de mayo de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 084-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 053-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 590-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **11 de julio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **18 de abril de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **JOEL CALCINA AZA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 067-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.- APROBAR**, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)** del Bachiller: **JOEL CALCINA AZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

**ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER**, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTICULO TERCERO.-** La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



cc  
archivo 2024  
interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**  
**DECANO**  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

**Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**  
CIP. 95531



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 590-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de julio 2023

**VISTOS:**

El, **INFORME N° 289-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 082-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 059-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **20 de junio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **JOEL CALCINA AZA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **JOEL CALCINA AZA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc. archivo 2023 interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531



## EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



### Metadatos complementarios

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	
<b>EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	JOEL CALCINA AZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70834071
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-2445-4108">https://orcid.org/0009-0005-2445-4108</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Lugar: Avenida Manco Capac</p> <p>Coordenadas: Latitud: -15° 28' 20.7"S Longitud: -70° 7' 51.2"W</p> <p><a href="https://maps.app.goo.gl/qzgpeeNuSTbBwJ3w8">https://maps.app.goo.gl/qzgpeeNuSTbBwJ3w8</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	junio 2023 – diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04</a>	<p><b>Ingeniería Civil</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>

  
UNIVERSIDAD NACIONAL NESTOR CACERES VELA SUÑEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS  
JULIACA - TARMA  
  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo JOEL CALCINA AZA, identificado con DNI  
Nro. 70834071, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

“EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL”

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 11 de JUNIO del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



## DEDICATORIA

Estoy sumamente agradecido con mis padres, quienes me dieron todo su respaldo a pesar de que no tenía muchos recursos ni formación académica, pero el apoyo y motivación que mostraron me permitió contar con una formación académica.

Joel Calcina



## AGRADECIMIENTO

Primero que nada, agradezco a nuestro Creador por darme vida y salud para seguir contribuyendo con esta investigación.

A continuación, quisiera agradecer a mi asesor por apoyarme con su experiencia profesional y a mis compañeros por apoyarme en mi camino de formación profesional.

Joel Calcina



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INDRODUCCIÓN.....	xvi

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1 EXPOSICIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1 PROBLEMA GENERAL.....	2
1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION.....	2
1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	2
1.2.2 JUSTIFICACIÓN ECONOMICA.....	2
1.2.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3



1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION .....4

    1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL .....4

    1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA .....4

1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE .....4

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....5

    2.1.1 AMBITO INTERNACIONAL.....5

    2.1.1 AMBITO NACIONAL .....6

    2.1.2 AMBITO REGIONAL .....8

2.2 MARCO TEÓRICO.....9

    2.2.1 PAVIMENTO.....9

    2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS .....9

    2.2.3 ESTRUCTURAS QUE COMPONE EN PAVIMENTO FLEXIBLE .....11

    2.2.4 ESTRUCTURA DE LOS PAVIMENTOS .....12

    2.2.5 CARACTERÍSTICAS DE UN PAVIMENTO .....12

    2.2.6 VENTAJAS ENTRE DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO .....13

    2.2.7 TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.....14

    2.2.8 GEOTEXTIL TEJIDO.....14

    2.2.9 GEOMALLAS COEXTRUIDAS .....16

    2.2.10 FUNCIONES DE LA GEOMALLA.....17

    2.2.11 MECANISMOS DE REFUERZO OCACIONADOS POR GEOMALLAS



2.2.12 REFUERZO EN CARRETERAS MEDIANTE GEOMALLAS	
BIAXIALES COEXTRUIDAS .....	19
2.2.13 MECANISMOS GENERADOS POR LAS GEOMALLAS.....	20
2.2.14 TIPOS DE GEOMALLAS .....	21
2.2.15 GEOMALLAS COEXTRUIDAS .....	21
2.2.16 EFICIENCIA DE LAS GEOMALLAS.....	22
2.3 VARIABLES DE DISEÑO METODO AASHTO 93.....	22
2.3.1 TRÁNSITO .....	22
2.4 METODOLOGIA DE DISEÑO POR EL MÉTODO AASTHO 93 .....	25
2.4.1 CONFIABILIDAD .....	25
2.4.2 DESVIACION ESTANDAR. ....	25
2.4.3 MODULO DE RESILENCIA.....	25
2.4.4 DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD.....	25
2.4.5 ANÁLISIS DE DISEÑO POR CAPAS .....	26
2.4.6 COEFICIENTES DE DRENAJE .....	26
2.4.7 NÚMERO ESTRUCTURAL PROPUESTO (SN).....	27
2.5 SISTEMA DE AASHTO 93 REFORZADOS CON GEOMALLAS	
COEXTRUIDAS .....	29
2.5.1 ESTIMACION SN.....	29
2.5.2 ESPESOR DE LA ESTRUCTURA EQUIVALENTE: .....	30
2.5.3 ESTIMACION DE LCR .....	30
2.5.4 CALCULO DE NUEVO ESPESOR DE LA SUBBASE CON	
REFUERZO.....	31



2.5.5 NUEVO NUMERO ESTRUCTURAL DE MATERIALES  
 GRANULARES.....32

2.5.6 CALCULO DE NUEVOS ESPESORES DE BASE Y SUB BASE  
 GRANULAR.....32

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....33

3.2 ENFOQUE DE INVESTIGACION.....33

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....33

3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....34

3.5 POBLACIÓN.....34

3.6 MUESTRA.....35

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ESTUDIO.....35

3.7.1 EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES  
 COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA  
 AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.....35

3.7.2 CRITERIOS PARA DETERMINAR DEFECTOS ESTRUCTURALES Y  
 SUPERFICIALES.....35

3.8 ANÁLISIS GRANULOMETRICO SEGÚN SUCS Y AASHTO.....36

3.8.1 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE BASE GRANULAR SUCS Y  
 AASHTO.....38

3.8.2 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUB BASE GRANULAR SUCS Y  
 AASTHO.....40



3.9 ANÁLISIS DE LOS CBR OBTENIDOS REALIZANDO EL ENSAYO .....43

3.10 REALIZACION DE ESTUDIO DE TRAFICO.....43

    3.10.1 OBTENCIÓN DE IMDs y IMDa.....45

3.11 DETERMINANDO FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA .....47

    3.11.1 DETERMINAMOS EL FD Y FC .....47

    3.11.2 FACTORES DE CRECIMIENTO ACUMULADO (FCA) .....48

    3.11.3 ESTIMACIÓN DEL ESAL .....48

3.12 EL SISTEMA DE DISEÑO POR EL AASTHO 93.....51

    3.12.1 CONFIABILIDAD.....51

    3.12.2 DESVIACION ESTANDAR.....51

    3.12.3 MODULO DE RESILIENCIA .....52

    3.12.4 DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD .....52

    3.12.5 SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT) .....53

    3.12.6 VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI).....54

    3.12.7 ANÁLISIS DE LAS CAPAS.....54

    3.12.8 COEFICIENTES DE DRENAJE.....58

    3.12.9 CALCULO DE ESPESORES:.....59

3.13 EL SISTEMA DE AASHTO 93 CON REFUERZO DE GEOMALLAS P-BX  
2020 .....61

    3.13.1 ESTIMACION SN .....61

    3.13.2 ESPESOR DE LA ESTRUCTURA EQUIVALENTE: .....62

    3.13.3 ESTIMACION DE LCR.....62

    3.13.5 NUEVO NUMERO ESTRUCTURAL DE MATERIALES  
GRANULARES.....63



3.13.6 CALCULO DE NUEVOS ESPESORES DE BASE Y SUB BASE  
 GRANULAR .....63

3.14 EL SISTEMA DE AASHTO CON EL REFUERZO DE GEOMALLAS P-  
 BX 3030 .....64

3.14.1 ESTIMACION SN .....64

3.14.2 ESPESOR DE LA ESTRUCTURA EQUIVALENTE: .....65

3.14.3 ESTIMACION DE LCR.....65

3.14.4 CÁLCULO DE NUEVO ESPESOR DE LA SUBBASE CON  
 REFUERZO.....66

3.14.5 NUEVO NUMERO ESTRUCTURAL DE MATERIALES  
 GRANULARES.....66

3.14.6 CÁLCULO DE NUEVOS ESPESORES DE BASE Y SUB BASE  
 GRANULAR .....66

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1 ANÁLISIS GRANULOMETRICO Y SISTEMA SEGÚN SUCS Y AASHTO 68

4.2 ANÁLISIS DE LOS CBR OPTENIDOS REALIZANDO EL ENSAYO.....68

4.3 ANÁLISIS DE TRAFICO ESAL Y METODO AASTHO 93 .....69

4.4 ANALISIS DE ESTRUCTURA INICIAL Y REFORZADO CON GEOMALLA  
 BIAXIAL GEOMALLA P-BX 2020 .....72

4.5 ANÁLISIS DE ESTRUCTURA INICIAL Y REFORZADO CON GEOMALLA  
 BIAXIAL GEOMALLA P-BX 3030 .....73

4.6 COMPROBACIÓN CON EL SOFTWARE DE GEOSOF PAVCO 4.0.....74

4.7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....76



CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	84



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Operación de los dos tipos de variables .....	4
<b>Tabla 2</b> ventajas entre pavimento flexible y rígido .....	13
<b>Tabla 3</b> Resistencia por tipo de geomallas.....	22
<b>Tabla 4</b> Configuración de Ejes.....	24
<b>Tabla 5</b> (EE) Para Afirmados, Flexibles y Semirrígidos .....	24
<b>Tabla 6</b> Rango de valores recomendados del coeficiente <b>a1, a2, a3</b> .....	26
<b>Tabla 7</b> Condiciones de drenaje .....	26
<b>Tabla 8</b> Factores de drenaje recomendados, mi .....	27
<b>Tabla 9</b> Valores mínimos de espesor en pulgadas de acuerdo al trafico .....	29
<b>Tabla 10</b> Análisis granulométrico realizado en laboratorio de base granular.....	38
<b>Tabla 11</b> Requisitos de granulometría para base granular .....	39
<b>Tabla 12</b> Cuadro de resumen de granulometría de subbase.....	40
<b>Tabla 13</b> Requisitos de granulometría para Subbase.....	41
<b>Tabla 14</b> Se muestra en el cuadro valores obtenidos de ll, IP, IP, mediante ensayo. ....	41
<b>Tabla 15</b> Valores máximos de limite líquido para subbase .....	42
<b>Tabla 16</b> Finalmente se tiene el cuadro de resumen de las 3 capas .....	42
<b>Tabla 17</b> Resumen de los CBR obtenidos realizando ensayo .....	43
<b>Tabla 18</b> Cuadro de aforo vehicular .....	44
<b>Tabla 19</b> Se muestra el cuadro de IMDs y IMDa y la poblacion futura.....	45
<b>Tabla 20</b> Se muestra los factores de carga de acuerdos eje en toneladas .....	47



<b>Tabla 21</b>	Se obtiene el FC y FD de la zona de estudio .....	47
<b>Tabla 22</b>	Datos necesarios para la obtención de ESAL de Diseño .....	48
<b>Tabla 23</b>	Cálculo de Esal de Diseño de la AV .....	49
<b>Tabla 24</b>	Valor recomendado para el nivel de Confiabilidad (10 o 20) años .....	51
<b>Tabla 25</b>	Valor recomendado para pavimentos flexibles .....	52
<b>Tabla 26</b>	Se muestra las categorías de la subrasante .....	52
<b>Tabla 27</b>	Se muestra en la tabla el (Pi) de acuerdo al rango de EE.....	53
<b>Tabla 28</b>	Se muestra los valores de (Pt) según a rango de EE.....	53
<b>Tabla 29</b>	Se muestra la tabla que proporciona para tener el mi .....	58
<b>Tabla 30</b>	Coefficientes de drenaje recomendados, mi .....	59
<b>Tabla 31</b>	Cuadro de resumen para el cálculo de espesores.....	59
<b>Tabla 32</b>	Cuadro completo de los datos del método AASHTO 93 .....	61
<b>Tabla 33</b>	Cuadro completo de los datos del método AASHTO 93 .....	64
<b>Tabla 34</b>	Se da a conocer el cuadro resumido, de la clasificación .....	68
<b>Tabla 35</b>	Resumen de los CBR obtenidos realizando ensayo .....	68
<b>Tabla 36</b>	Cuadro de resumen para determinar por el método AASHTO .....	69
<b>Tabla 37</b>	Cuadro de resumen para calcular número Estructural .....	69
<b>Tabla 38</b>	Cuadro de resumen de coeficientes y espesores .....	71
<b>Tabla 39</b>	Espesor optimizado de subbase D3r .....	72
<b>Tabla 40</b>	Espesor optimizado de subbase con geomalla P-BX 3030 .....	73
<b>Tabla 41</b>	Resumen de los espesores optimizados .....	74



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura: 1</b> Componente de capas de pavimento rígido.....	10
<b>Figura: 2</b> Estructura que compone pavimento Flexible .....	10
<b>Figura: 3</b> Componente de pavimento recibiendo carga.....	12
<b>Figura: 4</b> Geotextil Monofilamento Tejido y Calandro .....	15
<b>Figura: 5</b> Geotextil Multifilamento Tejido y plano.....	15
<b>Figura: 6</b> Geomalla Biaxial Coextruida. ....	16
<b>Figura: 7</b> Geomalla Coextruida Uniaxial. ....	16
<b>Figura: 8</b> Geomalla Coextruida Biaxial. ....	17
<b>Figura: 9</b> Confinamiento en la zona lateral por corte y restricción lateral.....	18
<b>Figura: 10</b> Se muestra las superficies de fallas.....	19
<b>Figura: 11</b> Capacidad portante.....	19
<b>Figura: 12</b> Se muestra el componente de pavimento asfáltico con y sin Geomalla.....	20
<b>Figura: 13</b> Confinamiento en la zona lateral por la geomalla con el material.....	20
<b>Figura: 14</b> Se muestra la estructural inicial .....	29
<b>Figura: 15</b> Se muestra la Estructura Equivalente.....	30
<b>Figura: 16</b> CBR vs los dos tipos de geomalla.....	31
<b>Figura: 17</b> Se muestra la subbase con refuerzo de geomalla.....	31
<b>Figura: 18</b> Se muestra el SNr para calcular ambas capas.....	32
<b>Figura: 19</b> Ubicación de zona de estudio .....	34
<b>Figura: 20</b> Estado de desgaste de la avenida Manco Cápac .....	36



<b>Figura: 21</b>	Clasificación general mediante AASTHO .....	36
<b>Figura: 22</b>	Clasificación mediante SUCS.....	37
<b>Figura: 23</b>	Tenemos la diferencia de entrada y salida.....	46
<b>Figura: 24</b>	Diferencia diaria de los tipos de vehículos .....	46
<b>Figura: 25</b>	Valor de Coeficiente estructural de concreto asfaltico a1 .....	54
<b>Figura: 26</b>	Teniendo el CBR igual a 70.22% obtenemos el base (a2), .....	55
<b>Figura: 27</b>	Conociendo el CBR igual a 41.90 % obtenemos sub base (a3).....	56
<b>Figura: 28</b>	NOMOGRAMA para Calculo de NS AASHTO 93 .....	57
<b>Figura: 29</b>	Esquema general que compone un pavimento flexible .....	61
<b>Figura: 30</b>	CBR vs secciones reforzadas con Geomallas .....	62
<b>Figura: 31</b>	Espesor reducido con geomalla P-BX 2020 .....	64
<b>Figura: 32</b>	CBR vs secciones reforzadas con Geomallas. ....	65
<b>Figura: 33</b>	Esquema de espesor optimizado con geomalla P-BX 3030 .....	67
<b>Figura: 34</b>	NOMOGRAMA para obtener el Numero Estructural .....	70
<b>Figura: 35</b>	Se muestra la comprobación mediante software.....	71
<b>Figura: 36</b>	Esquema general según AASTHO 93.....	72
<b>Figura: 37</b>	Estructura de Pavimento aplicando geomalla P-BX 2020 .....	73
<b>Figura: 38</b>	Estructura de Pavimento aplicando geomalla P-BX 3030 .....	74
<b>Figura: 39</b>	Se introducen los datos calculados anteriormente por AASTHO.....	75
<b>Figura: 40</b>	Introducimos los coeficientes de capa, drenaje y CBR .....	75
<b>Figura: 41</b>	Tenemos el resultado de estructura inicial y reforzada .....	76



## RESUMEN

La aplicación de geomallas biaxiales en el diseño de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del distrito de San Miguel, se tuvo la clasificación del sistema de SUCS y AASTHO de la base granular y la subbase granular y el diseño del pavimento asfáltico se realizó mediante el método de AASTHO 93, empleando geomalla de refuerzo de P-BX 2020 y P-BX 3030 en la subbase de la estructura. La investigación es de naturaleza cuantitativa y focalizada con un enfoque de deducción a una investigación aplicada. Se obtiene como resultado que las especificaciones de base granular y subbase granular cumplen con las condiciones establecidas por EG-2013, y por mediante la clasificación por SUCS de la base se agrupa GW Y GC Y por el sistema AASTHO se agrupa A-2-4. Sin embargo, para la subbase se agrupa SW y por el sistema AASTHO se agrupa A-1-a. El diseño por el sistema AASTHO 93, se realiza el estudio de tráfico proyectado a 15 años con un incremento de 3%, se tuvo un ESAL de 7736854, con un CBR de 7.07% regular, lo cual se determinó una estructura de carpeta rodadura de 18 cm y la base de 15 cm y la subbase de 20 cm, utilizando una geomalla biaxial de P-BX de 2020 que tiene una eficiencia en nodos de 90% tuvo una reducción de 5 cm en la subbase. Sin embargo, con geomalla de P-BX 3030 aumento a una reducción de 6 cm, se concluye que aplicando geomalla biaxial reduce los espesores de la estructura de pavimento asfáltico

**Palabra clave:** Geomalla, pavimento, refuerzo, subbase.



## ABSTRACT

The application of biaxial geogrids in the behavior of the flexible pavement structure on Manco Capac Avenue in the district of San Miguel, the SUCS and AASTHO system classification of the granular base and granular subbase was taken and the design of the asphalt pavement was performed by the AASTHO 93 method, using P-BX 2020 and P-BX 3030 geogrid reinforcement in the subbase of the structure. The research is quantitative in nature and focused with a deduction approach to applied research. It is obtained as a result that the specifications of granular base and granular subbase comply with the conditions established by EG-2013, and by means of the classification by SUCS of the base is grouped GW and GC and by the AASTHO system is grouped A-2-4. However, for the subbase, SW is grouped and by the AASTHO system, A-1-a is grouped. The design by the AASTHO 93 system, the traffic study projected to 15 years with an increase of 3%, had an ESAL of 7736854, with a CBR of 7.07% regular, which determined a structure of 18 cm wearing course and 15 cm base and 20 cm subbase, using a biaxial geogrid of P-BX of 2020 that has an efficiency in nodes of 90% had a reduction of 5 cm in the subbase. However, with P-BX 3030 geogrid increased to a reduction of 6 cm, it is concluded that applying biaxial geogrid reduces the thicknesses of the asphalt pavement structure.

**Keyword:** Geogrid, pavement, reinforcement, subbase



## INTRODUCCIÓN

La geomalla biaxial es un material utilizado en la ingeniería civil para reforzar suelos y estructuras geotécnicas, que tiene orientación en ambas direcciones (longitudinal y transversal), lo que le confiere propiedades mecánicas superiores en comparación con las geomallas uniaxiales. Esta orientación bidireccional permite que la geomalla biaxial proporcione resistencia a la tracción tanto en la dirección longitudinal como en la transversal.

Cuando se utiliza en pavimentos flexibles, la geomalla biaxial se coloca típicamente entre las capas de la estructura del pavimento, como una capa intermedia entre la subrasante y la capa de base, y están diseñados para soportar cargas a través de la distribución de esfuerzos en varias capas

Es por ello que se propuso evaluar el uso de geomallas biaxiales como elementos de refuerzo en estructuras de pavimentos flexibles. Por sus propiedades únicas, las geomallas se han convertido en una revolución en la construcción de ingeniería vial, la principal ventaja de su implementación es facilitar la instalación de estructuras de pavimentos flexibles, recordar que sus principales es el refuerzo y la separación, estas geomallas reducen el espesor de las capas, prolongan la vida útil y logran un pavimento más eficiente para proyectos de ingeniería.

El presente trabajo investigación se encuentra organizado por 4 capítulos:

### I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La primera sección contiene una descripción general del proyecto, incluyendo planteamiento del problema, justificación y objetivos, e hipótesis propuestas.



## II. MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta el contexto, el tema de investigación se describe en términos de sus conceptos y requisitos, seguidos los antecedentes y en seguida el marco teórico y conceptual correspondiente al marco teórico de referencia.

## III. MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se presenta lo que se sabe actualmente, permitiendo conocer los logros de la unidad a lo largo de los años, teniendo en cuenta que la unidad debe tener un enfoque cuantitativo, nivel de interpretación y aplicación de técnicas e instrumentos, métodos y herramientas utilizadas, aplicando geomallas como un refuerzo en la subbase

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este segmento corresponde al análisis y discusión de los resultados, extrayéndose las conclusiones de las interrogantes planteadas, durante la ejecución proyecto de investigación, al final se realizan conclusiones y recomendaciones, se concluye la investigación y se hace una comparación con lo propuesto de hipótesis y objetivo



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. EXPOSICIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la provincia de San Román, específicamente en el distrito de San Miguel, existen numerosos caminos que permanecen sin asfaltar. Existen vías que han estado sometidas a diversas condiciones climáticas, como la lluvia, que han provocado problemas estructurales. La calidad del suelo y la baja capacidad de carga también han contribuido a reducir la durabilidad de estas carreteras. Para abordar este problema, se propone una evaluación para investigar la efectividad del uso de geomallas biaxiales como solución de refuerzo en proyectos de construcción de carreteras. Este enfoque alternativo tiene como objetivo mejorar las técnicas de diseño y construcción de vial.

La congestión vehicular en los últimos años a sido aumentando cada vez más y esto se debe a que no tenemos vías de emergencia y mucho menos vías de servicio, por lo que genera muchos problemas en las vías, ya sean vehículos pesados, medianos o livianos. En ese entender se debe haber caminos pavimentados en beneficio del pueblo y también se debe brindar su respectivo mantenimiento y restauración necesaria.

Para evitar las causas de estos problemas relacionados con los factores que impactan la estructura de los pavimentos flexibles, es necesario mejorar las carreteras principales como avenidas mediante la utilización de material de geomalla biaxial. Esto



no sólo ofrecerá una mejor resistencia a la carga y evitará fallas. Si no se mejora el pavimento flexible en las carreteras principales, se producirá más daño, afectando particularmente las vías de comunicación de la población.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### *1.1.1 Problema general*

¿De qué manera contribuye la aplicación de geomallas biaxiales en el diseño de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?

### *1.1.2 Problemas específicos*

1. ¿Cuál es la clasificación mediante el sistema de SUCS Y AASHTO para el diseño de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac?
2. ¿Cómo es el diseño de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?
3. ¿Cómo influye mediante la aplicación de geomallas biaxiales en el espesor de la subbase del pavimento flexible?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

### *1.2.1 Justificación técnica*

Entre otros factores que afectan la estructura del pavimento, es frecuente encontrarse con el paso de los años la mala calidad del suelo y suelos saturados por afloramientos o mantos freáticos superficiales. La posibilidad de comunicarse y desplazarse en el menor tiempo a un lugar determinado la brinda una infraestructura vial en buen estado, lo que la hace muy importante.

### *1.2.2 Justificación económica*

En una ciudad lo más importante es el sector económico en crecimiento, también está relacionado con las vías de comunicación, es por ello que el distrito de San Miguel en la provincia de San Román, que conecta diferentes lugares, se caracteriza básicamente como



la capital económica de la región de Puno. El incremento de la economía y el desarrollo de los sectores sociales de esa zona se ven favorecidos por la importancia esencial de las vías de comunicación.

### ***1.2.3 Justificación social***

La infraestructura vial es básicamente relevante para nuestra sociedad y a través de un buen diseño de estructuras de pavimento flexible se puede contribuir al mejoramiento de los sistemas viales en beneficio de las personas y contribuir con la seguridad de la población que circulan por dicha zona. Las vías son el medio por el cual conectan diversos sectores de nuestra localidad, incluyendo lo que es la agricultura, industria, comercio.

## **1.3 OBJETIVOS**

### ***1.3.1 Objetivo general***

¿Evaluar la aplicación de geomallas biaxiales en el diseño de la estructura de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

1. Realizar el sistema de clasificación mediante SUCS Y AASTHO de base granular y subbase granular del pavimento flexible
2. Determinar el diseño de pavimento flexible con el método AASHTO 93, para el análisis del diseño de la estructura de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel
3. Calcular el espesor de la subbase aplicando geomalla biaxial coextruida P-BX 2020: con resistencia isotrópica de 20 KN/m y P-BX 3030: con resistencia isotrópica de 30 KN/m
4. Evaluar el diseño del espesor de la subbase del pavimento flexible y realizar la comprobación con el software Geosoft Pavco v4

## 1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION

### 1.4.1 Hipótesis general

¿Con la implementación de geomallas biaxiales, como influye la durabilidad en pavimentos flexibles, Avenida Manco Capac en el Distrito de San Miguel?

### 1.4.2 Hipótesis específica

1. Con la implementación de geomallas biaxiales, como contribuye su mejora en el diseño de la estructura de pavimento flexible a diferencia a las alternativas de diseño tradicionales
2. Con la aplicación de geomallas biaxiales coextruida P-BX 2020: con resistencia isotrópica de 20 KN/m como influye en el espesor de subbase en una estructura de pavimento flexible y asimismo el P-BX 3030

## 1.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

**Tabla 1**

*Operación de los dos tipos de variables*

	VARIABLE	INDICADOR	INDICADOR
<b>INDEPENDIENTE</b>	USO DE GEOMALLAS	Diseño AASTHO 93	➤ Espesor de capa asfáltica, base, subbase
		Diseño con Geomallas	✓ Espesor de capa de subbase
<b>DEPENDIENTE</b>	ELEMENTO DE REFUERZO	Estudio de trafico	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Índice medio diario semanal</li> <li>✚ Factor de FD y FC</li> <li>✚ Estimación de ESAL</li> </ul>
		Diseño AASTHO 93	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Clasificación de los suelos</li> <li>❖ CBR</li> <li>• Confiabilidad, Desviación estándar, Modulo de Resiliencia, Diferencia de Serviciabilidad, Coeficiente de Drenaje, Numero Estructural.</li> </ul>



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio, relacionado con el mismo contexto de la variable estudiada, en un marco internacional, nacional y regional fue realizado por:

##### *2.1.1 Ámbito internacional*

(Cardozo Tovar & Pinto Chaves, 2022) El presente trabajo de investigación presentado en Colombia por los dos autores analizó la utilización de un geosintético realizando el estudio en un tramo de vía perteneciente al municipio de garzón del departamento de huila, entonces como su objetivo a sido evaluar el comportamiento empleando geosintetico en pavimento asfaltico.

Al analizar las deformaciones de diseño de una estructura sin refuerzo dieron un valor de 4.4842E-04 m y empleando la geomalla BX50 dio un valor de 4.4709E-04, es evidente que la geomalla proporciona un soporte estructural sustancial al pavimento. El valor obtenido aplicando geomalla es ligeramente menor respecto a la estructura no reforzada, con una diferencia de  $1,33 \times 10^{-6}$ m. Sin embargo, esta reducción de la deformación no es lo suficientemente significativa como para justificar la implementación de una geomalla de refuerzo.

(Bermudez Manrique & Cruz Alvarez, 2020) Estos dos autores realización un trabajo de pregrado realizando un análisis comparativo sobre utilización de material de



geomalla como un refuerzo en el componente de pavimento asfáltico, Este estudio tiene como objetivo estudiar los beneficios y comparar con un material llamado geomalla P-BXII, esto se realizará con el fin de esclarecer y demostrar que el material aporta como refuerzo, estabilidad y durabilidad en el componente de pavimento asfáltico y la metodología fue aplicada por el sistema estándar de AASTHO 93. Y como resultados se obtuvieron los espesores estipulados para cada componente, realizándose dos diseños. En el convencional se estableció un espesor de 7,5cm para la capa asfáltica, 20cm para la base y 34,3cm para la subbase. Por otro lado, se adquirieron los espesores de diseño con elemento de refuerzo, estipulando una capa asfáltica de 7.5cm, una base de 15cm y una subbase de 20cm. Por lo tanto, se dedujo la viabilidad que genera el diseño del pavimento flexible con un elemento de refuerzo tipo Geomalla P-BXII

### ***2.1.1 Ámbito nacional***

(Bautista Cosi & Quispe Paripanca, 2022) El tema de investigación es denominado como el Análisis comparativo de los dos tipos tanto de diseño tradicional y con refuerzo de geomallas el lugar donde se realizara el estudio será en el departamento de Moquegua, y como objetivo es evaluar la utilización de un material llamado geomalla biaxial como refuerzo en la subbase específicamente se aplicara dicha material en provincia general de Sánchez y la metodología que fue usada para esta investigación fue aplicada con un orientación cuantitativo.

Logramos obtener resultados respecto a la alineación del diseño del pavimento con la norma AASHTO 93, la cual fue proyectada para un lapso de 15 años, abarcando una ESAL de 2, 105,034. Teniendo el CBR de 18.01% se obtuvo que la carpeta asfáltica de 9 cm, y la base granular de 10 cm y la subbase de 20 cm. Se formularon dos diseños distintos, incorporando geomallas con diferentes resistencias. El primer diseño utilizó una geomalla biaxial clasificada como Tipo A, con una resistencia de 20KN. El segundo



diseño incorporó una geomalla clasificada como Tipo B, exhibiendo una resistencia de 30KN. Ambos diseños se ejecutaron meticulosamente utilizando el método Geosoft Pavco V 3.0, lo que nos permitió determinar los espesores óptimos para las capas de base y subbase reforzadas junto con la geomalla. Comparando los dos tipos de materiales el tipo A básicamente disminuyó en 5 cm en subbase y el tipo B en 6 cm en la subbase y el costo se reduce en 3.4% a 2 %

(Zevallos Huaranga & Lino Villegas, 2018) Se da a conocer el tema de investigación denominado como el Análisis sobre la utilización de un material geosintético como refuerzo este estudio fue realizado en la localidad de monzón y huagay perteneciente a la región de Huánuco, y como el objetivo se tuvo que estudiar el uso del material llamado geosintético para mejorar el comportamiento estructural y para esta investigación la metodología está orientada a una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo y de diseño no experimental. Básicamente nos da el resultado realizando un análisis que la capa asfáltica se mantiene, pero la base aumentó en 50 % y la subbase se omitió porque se contaba una categoría bueno y la geomalla que se empleó ha sido de tipo A 20 KN/M.

(Miranda Ramos, 2019) Este tema de investigación presentado con el tema denominado Diseño de la capa de base empleando refuerzo con un material llamado geomalla biaxial para su optimización, fue realizada en la provincia de Pataz región Libertad, y como objetivo se planteó el uso del material para su refuerzo en la interfaz de la base y subbase. La metodología que usó el autor es de diagnóstico del estado de la vía, con un enfoque cuantitativo y un tipo de estudio experimental. La geomalla LBO 202 generó una disminución del 4% en la base y del 43% en la subbase, mientras que la geomalla biaxial LBO 302 disminuyó la base en un 8% y la subbase en un 50%. La



comparación realizada entre los dos diseños obtuvo estos resultados, mostrando que los costos de la estructura de pavimento flexible se reducen en un 2,31%

### ***2.1.2 Ámbito regional***

(Belizario Barreda, 2022) Este trabajo de investigación denominado con el tema Mejora en la capacidad portante del suelo empleando el geosintético, esto fue realizado la investigación en la provincia de San Román y plantearon como objetivo determinar si mejora la capacidad portante, y la metodología que uso el autor es una investigación explicativa no experimental, centrado a un nivel aplicativo. Conociendo los resultados mediante la clasificación de SUCS se tuvo material de arcilla inorgánica de poca plasticidad, arcillas limosas y gravas arenosas por lo cual se agrupa a CL, por el sistema de AASTHO se agrupa a A-6(9) con una capacidad portante baja con el CBR < 8.20%, por lo que se mejoró empleando material de geotextil y significativamente se consigue la mejora de capacidad portante y disminuye la aparición de grietas y ahuellamientos

(Condori Ticona, 2021) El autor presenta el tema de investigación llamado influencia de la aplicación como refuerzo con geomalla en la subrasante, fue realizada en la Urbanización taparachi perteneciente a la provincia de San Román, y como objetivo se tuvo de este trabajo de investigación fue analizar la influencia de la aplicación del refuerzo con geomalla biaxial, esto se verá la deflexión en la subrasante y la metodología que uso el autor fue una investigación explicativo con un aspecto cuantitativo y un diseño experimental. La perspectiva teórica se estableció mediante el examen documentos académicos. Para investigar el impacto de la geomalla en la deflexión máxima de una subrasante compuesta de suelo natural y material de relleno de 0,30 cm, se crearon dos secciones de 10 metros de largo y 4 metros de ancho. La primera sección sirvió como grupo de control sin la presencia de geomalla, mientras que la segunda sección sirvió como grupo experimental con la inclusión de una geomalla. En resumen, el CBR que se



tuvo es de 4.1 % categorizando como pobre, el material de relleno que se empleo es de cantera taparachi lo cual cuenta con un CBR 29% con densidad máxima de 95%, la subrasante con el refuerzo de geomalla bajo su deflexión en un 8%, mientras el máximo es de 1% sin geomalla

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### ***2.2.1 Pavimento***

Los pavimentos se construyen con múltiples capas de materiales colocados sobre el terreno natural, hasta la subrasante. El propósito detrás de la construcción de estas capas es evitar que la subrasante se sobrecargue y, en última instancia, permitir la transferencia eficiente de las cargas de los neumáticos.

### ***2.2.2 Clasificación de los pavimentos***

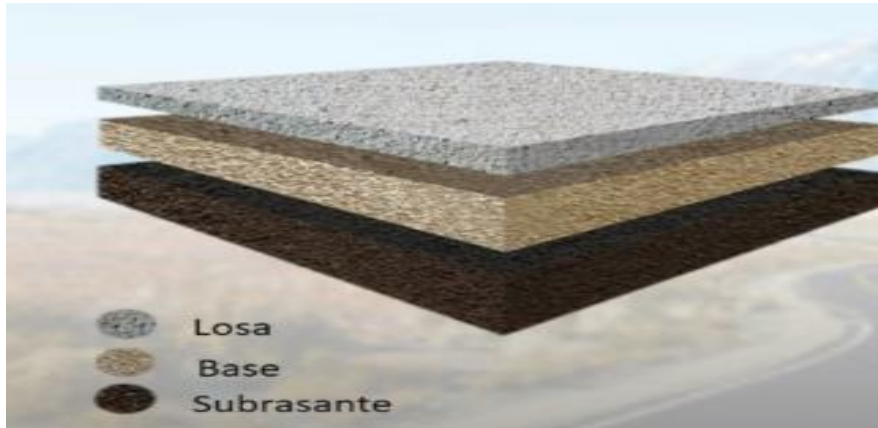
A los usuarios se les ha brindado la mejor experiencia con las diferentes versiones de pavimentos que tenemos en la actualidad. En cualquier caso, para reducir gastos o adaptarse al entorno, los tipos de pavimentos que mencionamos a continuación son 2 de los más importantes y conocidos.

#### **2.2.2.1 Pavimento rígido**

Debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, los pavimentos rígidos absorben gran parte de las fuerzas ejercidas, resultando en tensiones muy bajas en las capas, esto también da como resultado una buena distribución de la carga sobre las ruedas. El hormigón hidráulico es un producto elaborado mediante procesos a partir de piedra caliza y arcilla y el costo de apariencia del pavimento de concreto es mayor que el de asfalto, con variaciones típicas que oscilan entre 20 y 40 años. (Chucalta Huamani, 2021)

**Figura: 1**

*Componente de capas de pavimento rígido*



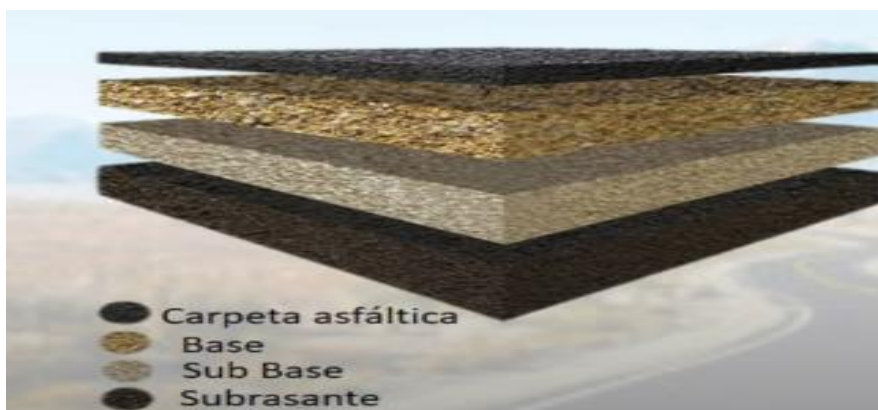
*Nota: concreta S&RX*

### 2.2.2.2 Pavimento flexible

En el caso de flexibles no rígidas ocurre lo contrario porque con menor rigidez transmiten la carga a las capas inferiores, lo que provoca un aumento de tensiones en la subrasante. El asfalto flexible ofrece una utilidad dinámica en su campo principal y su futuro es de 10 y 15 años, pero tiene el inconveniente de que necesita un mantenimiento periódico para cubrir la plataforma y son compuestos por capas (Chucalta Huamani, 2021)

**Figura: 2**

*Estructura que compone pavimento Flexible*



*Nota: concreta S&R*



## **2.2.3 Estructuras que compone en pavimento flexible**

### **2.2.3.1 Subrasante**

La subrasante es una capa compactada hasta una determinada densidad o una capa de material de préstamo de cantera seleccionado. (AASTHO, 1993)

### **2.2.3.2 Subbase:**

En la ingeniería de pavimentos, la subbase es la capa que forma parte de la estructura entre la base y la subrasante, comúnmente son utilizados con materiales granulares incluyen agregados triturados dependiendo de las condiciones específicas del sitio y los requisitos de proyecto, son aspectos cruciales para garantizar la durabilidad. Comúnmente el material que se emplea en la subbase debe ser de mucha mejor calidad que la subrasante. Por motivos económicos, no se suelen utilizar si la subrasante es de buena calidad. (AASTHO, 1993)

### **2.2.3.3 Base**

Es importante tener en cuenta que el diseño y la selección de materiales para la capa de base varían según las especificaciones de sitio y su función principal es el soporte estructural con un CBR superior que la subbase, habitualmente tiene ser empleado de un material seleccionado para su optima compactación. Las especificaciones del material base suelen ser mucho más estrictas que las especificaciones del material subbase en términos de resistencia, gradación y plasticidad. (AASTHO, 1993)

### **2.2.3.4 Capa superficial:**

Es la piel de una estructura flexible está formada por una combinación de agregados minerales y materiales asfálticos que se colocan en la parte superior, generalmente construida sobre una capa de base. Además de su función principal como componente estructural, es necesario tener en cuenta los espesores mínimos de forma que pueda resistir el desgaste provocado por los vehículos, limitar la infiltración de agua a

través del pavimento, ofrecer una superficie no resbaladiza, y asegurar una superficie uniforme y nivelada. (AASHTO, 1993)

#### ***2.2.4 Estructura de los pavimentos***

La estructura de los pavimentos dependerá de:

Capacidad de soporte de CBR, Material a emplearse, Tipo de pavimento, Intensidad y tipo de tránsito, Cargas de diseño, Condiciones Topográficas, Condiciones climáticas y agentes externos

#### **Figura: 3**

*Componente de pavimento recibiendo carga*



*Nota:* concreta S&R

#### ***2.2.5 Características de un pavimento***

##### **2.2.5.1 Resistencia estructural**

Como principal función tiene que soportar cargas rodantes y transferir a los esfuerzos al terreno, de tal manera que no cree deformaciones perjudiciales y proporcione una superficie lisa y resistente

##### **2.2.5.2 Deformabilidad**

Cuando se aplica la carga, se observan depresiones o grietas visibles a lo largo del camino por donde los vehículos ruedan sobre los pavimentos, lo que indica deformabilidad.

### 2.2.5.3 Durabilidad

La durabilidad en pavimentos es el resultado de un enfoque integral que abarca desde el diseño hasta la construcción y el mantenimiento, habitualmente consiste en la calidad que contribuye a la vida útil y el rendimiento de la infraestructura vial y regularmente debe de tener una vida útil considerable

### 2.2.5.4 Costo

El costo de construir un pavimento puede variar significativamente según diversos factores, como la ubicación geográfica, el tipo y volumen de tráfico, las condiciones del suelo, los estándares de construcción local, mantenimiento y rehabilitación, estos costos se realizan el análisis económico para determinar su costo y beneficio

### 2.2.6 Ventajas entre de pavimento flexible y rígido

**Tabla 2**

*ventajas entre pavimento flexible y rígido*

	<b>FLEXIBLE</b>		<b>RIGIDO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	DEFORMABILIDAD	Son más flexibles y pueden soportar deformaciones sin romperse	DURABILIDAD	Tienen una vida útil más larga y generalmente requieren menos mantenimiento a lo largo del tiempo
	COSTOS INICIALES	Por lo general, son más económicos en términos de costos de construcción inicial	RESISTENCIA	Son mejores para soportar cargas pesadas y tráfico intenso
<b>DESVENTAJAS</b>	MANTENIMIENTO	Suelen requerir más mantenimiento a lo largo del tiempo debido a desgaste y deformaciones	COSTOS INICIALES	Suelen ser más costosos en términos de construcción inicial



## ***2.2.7 Tipos de fallas en los pavimentos flexibles***

### **2.2.7.1 Fisuras y grietas**

- ✓ Piel de cocodrilo
- ✓ Fisuras
- ✓ Fallas de reflexión de junta
- ✓ Fallas longitudinales y transversales
- ✓ Fisuras o deslizamiento

### **2.2.7.2 Deformaciones superficiales**

- ✓ Abultamientos
- ✓ Corrugación
- ✓ Ahuellamiento
- ✓ Desplazamiento
- ✓ Hinchamiento

### **2.2.7.3 Otras fallas**

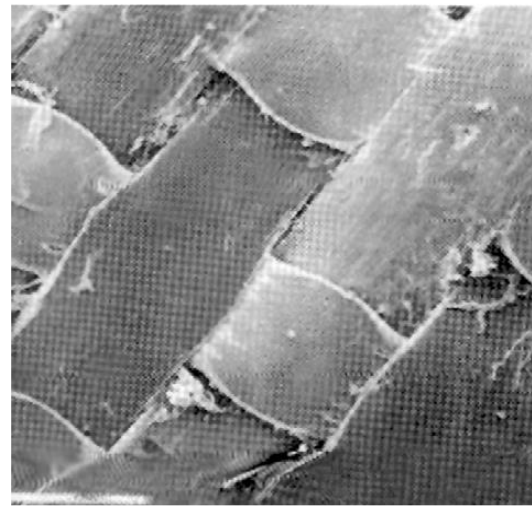
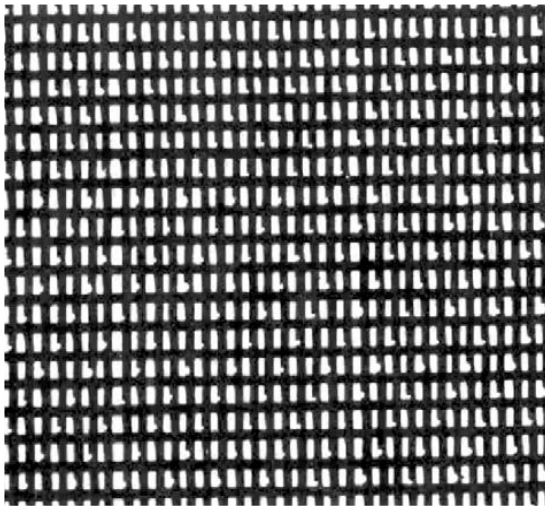
- ✓ Exudación
- ✓ Parches
- ✓ Desnivel carril-berma

## ***2.2.8 Geotextil tejido***

En la construcción generalmente implican el uso de telas tejidas hechas de polipropileno o poliéster. Están diseñados para brindar resistencia y durabilidad en aplicaciones como estabilización de suelos, construcción de carreteras y control de erosión. El proceso de tejido crea una estructura estable que ayuda a distribuir las cargas y refuerza el suelo

**Figura: 4**

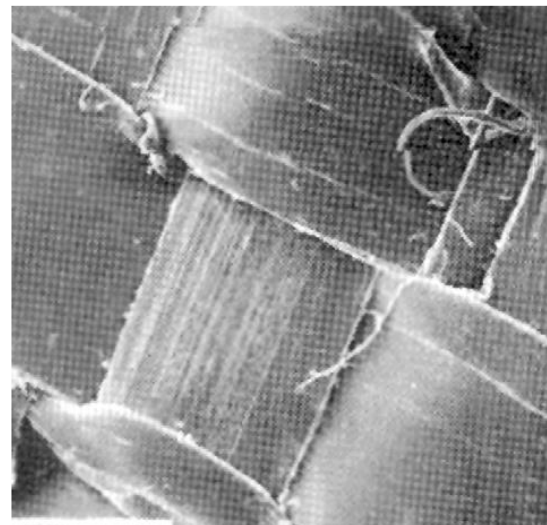
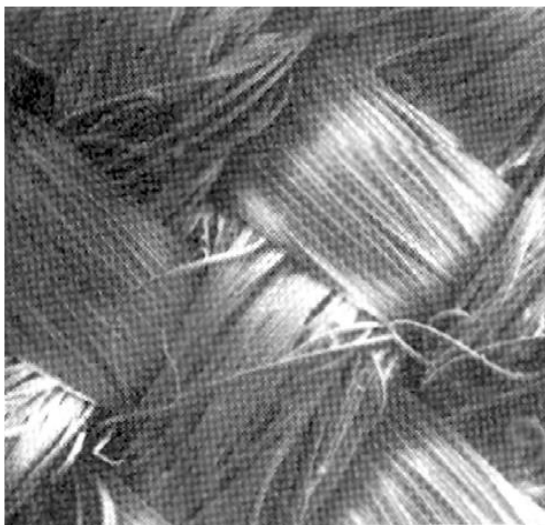
*Geotextil Monofilamento Tejido y Calandro*



*Nota: PAVCO*

**Figura: 5**

*Geotextil Multifilamento Tejido y plano*



*Nota: Recolección de imagen de (PAVCO)*

### **2.2.8.1 Ventajas y Beneficios de los Geotextiles Tejidos:**

- ✓ Tiene mucha resistencia a la tensión.
- ✓ Tiene una resistencia muy favorable a la química y biológica.
- ✓ Tiene una capacidad hidráulica superior, esto hace que elimina excesiva presión hidrostática

### 2.2.9 Geomallas coextruidas

Son Estructura bidimensionales realizadas de polímero, que brindan estabilidad y refuerzo a diversas estructuras. Estas geomallas coextruida generalmente constan de múltiples capas con diferentes propiedades, ofreciendo una combinación de resistencia, durabilidad y capacidades de filtración.

**Figura: 6**

*Geomalla Biaxial Coextruida.*



*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)

#### 2.2.9.1 Geomallas coextruidas uniaxiales

Se utilizan comúnmente para mejorar la estabilidad del suelo, especialmente en escenarios donde las cargas o fuerzas actúan predominantemente en una dirección. Ya sea que se trate de construcción de carreteras, muros de contención o estabilización de pendientes, estas geomallas uniaxiales desempeñan un papel crucial en la fortificación de la estructura, tiene una resistencia alta a la tensión y longitudinal.

**Figura: 7**

*Geomalla Coextruida Uniaxial.*



*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)

### 2.2.9.2 Geomallas coextruidas biaxiales

Son más recomendado en temas de construcción, reforzando no solo en una, sino en dos direcciones. Imagínelos químicamente son inertes y particularmente son uniformes y semejantes, por lo cual son capaces de manejar fuerzas y tensiones multidireccionales. Ya sea que se trate de pavimentos de carreteras, terraplenes u otros proyectos de ingeniería civil, las geomallas biaxiales brillan al brindar soporte igual en los ejes X e Y. Son como la columna vertebral de la estabilidad y garantizan que su construcción se mantenga firme frente a diversas presiones.

#### **Figura: 8**

*Geomalla Coextruida Biaxial.*



*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)

### 2.2.10 Funciones de la geomalla

En resumen, las geomallas son como material recomendado en construcción y la ingeniería civil, trabajando detrás de escena para fortalecer y estabilizar estructuras de manera efectiva. Algunas aplicaciones de geomallas son:

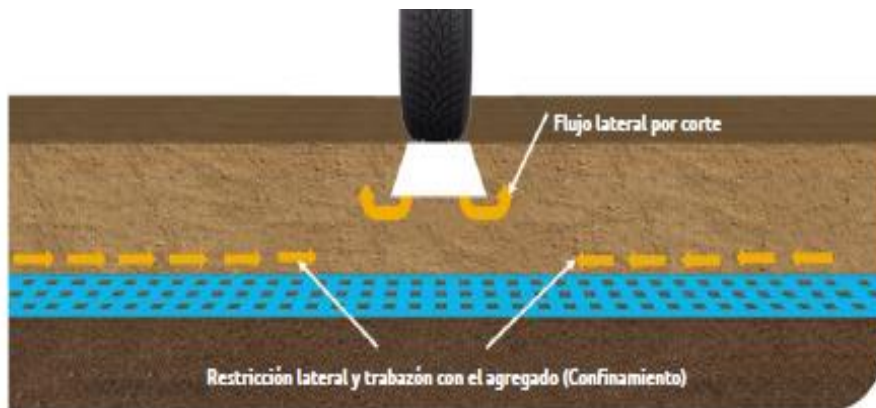
- Refuerzo del suelo
- Prevención y erosión
- Estabilización de taludes.
- Refuerzo de Pavimentos
- Separación de Capas de suelo

### 2.2.11 Mecanismos de refuerzo ocasionados por geomallas

- a. **Confinamiento en la zona lateral de la base o subbase:** El logro se produce mediante la interacción de la geomalla y el agregado, lo que implica fricción y entrelazamiento. Esto sucede porque las propiedades de los materiales granulares dependen del estado tensional. Cuando existe un confinamiento mayor en la zona lateral, esto hace que aumenta el módulo de capa granular sobre Geomalla

**Figura: 9**

*Confinamiento en la zona lateral por corte y restricción lateral*



*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)

- b. **Mejoramiento de la capacidad portante:** El logro radica en el acto de mover el punto de falla desde la subrasante débil a una capa con una resistencia significativamente mayor. Este proceso es particularmente efectivo en caminos sin pavimento o cuando se ejerce una tensión inmensa sobre la subrasante.

**Figura: 10**

Se muestra las superficies de fallas.

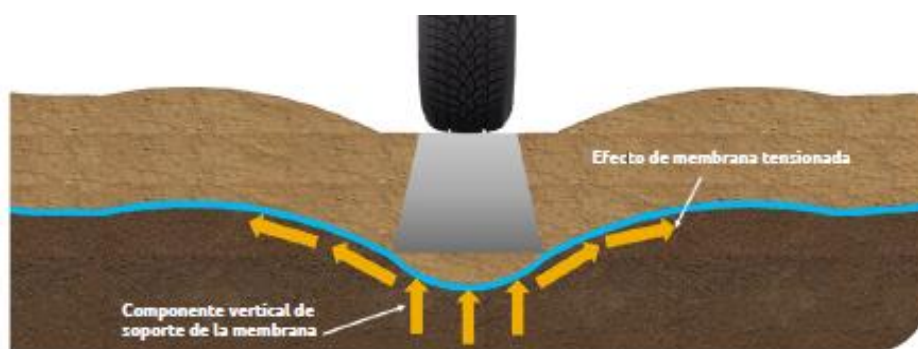


Nota: Recolección de imagen de (PAVCO)

- c. **Membrana tensionada:** Surge de la propiedad de que cuando un material alargado y flexible adopta una forma curva debido a la carga. La tensión de la superficie cóncava es mayor que la tensión de la superficie convexa, lo que significa que la tensión vertical transmitida por una geomalla a la subrasante es sumamente menor

**Figura: 11**

Capacidad portante.



Nota: Recolección de imagen de (PAVCO)

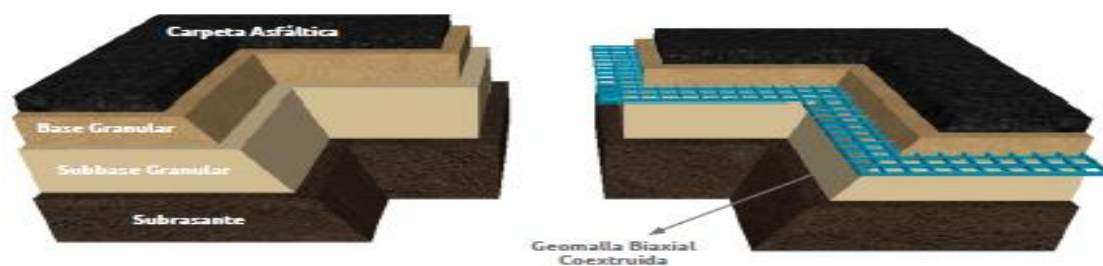
### 2.2.12 Refuerzo en carreteras mediante geomallas biaxiales coextruidas

El pavimento se caracteriza por un sistema multicapa que absorbe y disipa las tensiones derivadas del tráfico. Estas estructuras suelen tener capas más finas más cercanas a la tensión. Tradicionalmente, el pavimento flexible distribuye una carga que alcanza hasta un cierto punto aceptable de la Subrasante. El uso de geomallas biaxiales

coextruida como un elemento de refuerzo en pavimentos asfáltico, es una estrategia inteligente para mejorar la durabilidad y la resistencia

**Figura: 12**

*Se muestra el componente de pavimento asfáltico con y sin Geomalla.*



*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)

### 2.2.13 Mecanismos generados por las geomallas

#### 2.2.13.1 Confinamiento lateral de base o subbase

Los materiales granulares (base o subbase) se mantienen en su lugar por fricción y la geomalla se entrelaza con un material seleccionado. Entonces esto hace que suceda porque la resistencia de los materiales granulares depende de la presión a la que se encuentran; A medida que el confinamiento lateral se hace más fuerte, también lo hace la resistencia de la capa granular sobre la geomalla.

**Figura: 13**

*Confinamiento en la zona lateral por la geomalla con el material.*



*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)



#### **2.2.14 Tipos de geomallas**

Las Geomallas están formadas por costillas (tiras hechas del material Geosintético) unidas en puntos específicos conocidos como nodos que, en su mayoría de sus casos, producen de una forma rectangular. Como resultado, se forma una componente abierta esto hace que permite que el suelo se mueva a través del diseño. Las Geomallas suelen estar fabricadas en polipropileno, polietileno de alta densidad o poliéster. Adicionalmente, existen tres tipos según su proceso de elaboración: coextruidas, tejidas y soldadas. (PAVCO)

#### **2.2.15 Geomallas coextruidas**

La fabricación de las estructuras bidimensionales de polipropileno conocidas como "Geomallas Coextruidas" consiste en perforar los laminados del material, lo que da como resultado arreglos de gran estabilidad en su conformación. Debido al propio proceso de producción, la unión resultante es de tipo molecular, dando lugar a elementos monolíticos que finalmente dan como resultado una eficiencia de transmisión superior al 90% entre nodos y costillas. Además, las Geomallas Coextruidas exhiben una alta rigidez a la flexural y torsión.

- **Geomallas tejidas**

El poliéster multifilamento utilizado para hacer las Geomallas Tejidas puede o no ser reclamado por algún tipo de contaminante. Se conforme entrelazando los filamentos en arreglos perpendiculares en telares; estas Geomallas pueden alcanzar alta resistencia a la tensión, las conexiones entre nodo y costilla puede permitir el movimiento relativo entre estas, ascenderlo el mecanismo de confinamiento y la eficiencia en los nodos, la cual puede estar alrededor del 20%, disminuyendo así su capacidad efectiva.

### 2.2.16 Eficiencia de las geomallas

**Tabla 3**

*Resistencia por tipo de geomallas*

Tipo	Coextruida	Tejida	Soldada
Eficiencia en nodos	90%	20%	10%

*Nota:* Recolección de imagen de (PAVCO)

## 2.3 VARIABLES DE DISEÑO METODO AASHTO 93

### 2.3.1 Tránsito

El método utilizado para determinar el espesor se basa en el cálculo de las cargas equivalentes que se acumulan a lo largo del diseño. Es importante analizar minuciosamente el tráfico, siempre estar pendientes de los factores como las características de los vehículos, el volumen medio de tráfico anual, el impacto de los camiones y el tráfico acumulado en función del número de ejes. (MTC, 2014)

#### 2.3.1.1 Factor direccional y factor carril

Se expresa como una relación, esto pertenece al FD, a los vehículos pesados circulando por una dirección o por un sentido de tráfico, habitualmente pertenece casi a la mitad de tránsito, que circula en ambas direcciones, pero puede ser mayor en una dirección que otra, esto se ve con el aforo vehicular. Se expresa como una relación el FC, habitualmente suele ser en el carril que recibe mayor cantidad de EE, por lo que la mayor parte de tráfico pasa por ese carril

#### 2.3.1.2 Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

El crecimiento del tráfico de vehículos suele estar relacionada con el crecimiento anual de la población; El crecimiento del tráfico de vehículos de carga está relacionada con el crecimiento económico anual esto está relacionado con el (PBI). Habitualmente el crecimiento del tráfico oscila entre el 2% y el 6%. (MTC, 2014)

$$T_n = t_o * (1 + r)^{(n-1)}$$



En la que:

$T_n$  = Se estima el tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$t_0$  = Se estima el tránsito actual en veh/día

n = Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)

r = Se estima el crecimiento del tránsito

### 2.3.1.3 Factores de crecimiento acumulado (FCA)

$$\text{Factor de Crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r = Se estima el crecimiento anual %

n = Se estima el lapso de tiempo en años

### 2.3.1.4 Número de ejes equivalentes

Para diseñar adecuadamente el pavimento, es fundamental tener en cuenta las necesidades del tráfico de autobuses y camiones y entre otros de gran volumen. Los efectos del tráfico en las carreteras se evalúan utilizando unidades específicas designadas por AASHTO, como (EE) empleada con fines de análisis. Según AASHTO, EE se define como el desgaste causado por un vehículo por su tipo de eje que transporta un peso de 8,2 toneladas y ejerce una presión de neumáticos de 80 lb/pulg<sup>2</sup> sobre la superficie de la carretera. El tipo de eje determina el factor equivalente, conocido como (EE), que mide el daño a la estructura del pavimento causado por diversas cargas en vehículos pesados. (MTC, 2014)

**Tabla 4**

*Configuración de Ejes*

<b>Configuración de Ejes</b>			
Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Simple)	1RS	02	
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Doble)	1RD	04	
<b>EJE TANDEM</b> (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
<b>EJE TANDEM</b> (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
<b>EJE TRIDEM</b> (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
<b>EJE TRIDEM</b> (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

**Nota:**

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Nota: MTC, 2014

Para calcular EE, se aplican coeficientes simples de los valores estándares de AASHTO 93 a diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (autobuses y camiones) y para tipos de superficies de carreteras.

**Tabla 5**

*(EE) Para Afirmados, Flexibles y Semirrígidos*

TIPO DE EJE	(EE <sub>8.2 ton</sub> )
EJE SIMPLE DE RUEDAS SIMPLE (EES1)	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$
EJE SIMPLE DE RUEDAS DOBLES (EES2)	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$
EJE TANDEM (1 eje ruedas dobles+ 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
EJE TANDEM (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
EJE TRIDEM (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$
EJES TRIDEM (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$

P= peso real por eje en toneladas

Nota: Realización en base de los valores estándares de la Guía AASHTO

### 2.3.1.5 Estimación del esal

Luego de determinar la cantidad de los vehiculos que circulan por el carril, se realizará el cálculo y durante el cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$ESAL DE DISEÑO = \sum ESALpd * Fd * FC$$

## 2.4 METODOLOGIA DE DISEÑO POR EL MÉTODO AASTHO 93

En resumen, el sistema estándar de AASHTO 93 se base en calcular el SN del pavimento para resistir la carga requerido y proporciona un enfoque integral para el diseño de pavimentos, siempre tener en cuenta factores de tráfico, suelo, materiales y consideraciones ambientales para garantizar la durabilidad y seguridad de las carreteras.

### 2.4.1 Confiabilidad

La confiabilidad en pavimentos se refiere a la capacidad de una estructura de pavimento para funcionar de manera efectiva y resistir las cargas y condiciones ambientales a lo largo de su vida útil sin experimentar fallas significativas.

### 2.4.2 Desviación estándar.

En general se recomienda el valor de 0.45 por condiciones locales, la desviación estándar se utiliza como un aspecto de medida de variabilidad o dispersión de los datos y puede ser muy útil en tener en cuenta sobre el diseño

### 2.4.3 Módulo de resiliencia

El módulo resiliente se obtiene realizando ensayos realizados. En seguida es necesario realizar el cálculo de CBR que se emplea la siguiente fórmula.

Para materiales de subrasante con  $CBR \leq 10\%$ .  $MR = 2555 * CBR^{0.64}$

### 2.4.4 Diferencia de serviciabilidad

Es la diferencia de Serviciabilidad inicial y final, se refiere a las variaciones en el rendimiento o nivel de servicio, se aplica para diferentes tipos de pavimentos

### 2.4.5 Análisis de diseño por capas

El análisis de diseño por capas en ingeniería de pavimentos implica evaluar y diseñar cada capa del pavimento de manera individual el a1, a2, a3 para garantizar la integridad estructural y funcional del conjunto.

**Tabla 6**

*Rango de valores recomendados del coeficiente a1, a2, a3*

	<b>Materiales</b>		<b>CBR</b>	<b>Rango a1 [1/pul]</b>
<b>a1</b>	Asfalto	Capa de rodadura	> 100	0.40- 0.44
		Base asfáltica	> 100	0.30- 0.40
<b>a2</b>	Base granular	Dureza alta	60 - 80	0.13 - 0.14
		Dureza media	40 - 70	0.12 - 0.13
<b>a3</b>	Subbase granular		10 - 30	0.06 - 0.12

*Nota:* Recolección de la tabla de (PAVCO)

### 2.4.6 Coeficientes de drenaje

El coeficiente de drenaje en pavimentos refleja a la capacidad del sistema de pavimentación para permitir el drenaje eficiente del agua de la superficie y de las capas inferiores, los factores que cambian están indicados por **mi**.

**Tabla 7**

*Condiciones de drenaje*

<b>Drenaje</b>	<b>T50 calculado</b>	<b>T50 recomendado</b>
Excelente	2-4 Horas	2 horas
Bueno	0.5-1 Días	1 Dia
Regular	3-6 Días	7 días

*Nota:* Coeficiente de drenaje según Guía AASHTO 93

Es el tiempo que está expuesto la estructura del pavimento en el agua, es depende de los factores climáticos donde se ubica el proyecto. El coeficiente de drenaje M2 (base)-M3 (subbase) se obtiene de la Tabla 7.

**Tabla 8***Factores de drenaje recomendados, mi*

Capacidad de drenaje	% de tiempo que pasa el pavimento que está expuesto a humedad			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1.20
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1.00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0.80

*Nota:* Coeficiente de drenaje mí, según Guía AASHTO 93

El sistema estándar de AASHTO 1993 maneja el (SN) para cuantificar la resistencia de cada capa requerida de un pavimento lo cual se requiere el volumen de tráfico esperado y pérdida serviciabilidad, módulo resiliente, desviación estándar, confiabilidad, variación de índice de serviciabilidad. Se emplea las ecuaciones de diseño empírico manejadas por AASHTO 93 para encontrar el número de estructura requerido para el diseño.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.361 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.321 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

SN: Es el Numero Estructural del componente de capas

W18: Es el número de ejes equivalentes de 80 kN

ZR: Es el nivel de confiabilidad

So: Se refiere a desviación estándar

ΔPSI: ES la Diferencia del índice de serviciabilidad.

MR: Es el módulo resiliente de la subrasante medido en psi

#### **2.4.7 Número estructural propuesto (SN)**

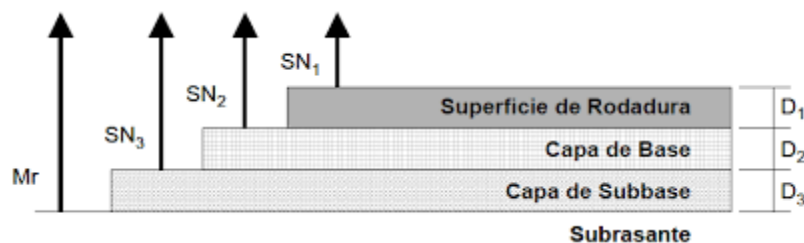
El Número Estructural es una medida utilizada en ingeniería de pavimentos para cuantificar la capacidad estructural de un pavimento y su habilidad para soportar las

cargas del tráfico. Se utiliza para evaluar el espesor estructural efectivo de un pavimento y se expresa en términos de equivalente en pulgadas de concreto. Un Número Estructural más alto generalmente indica una mayor capacidad para soportar cargas, lo que contribuye a una vida útil más larga y un mejor rendimiento del pavimento.

### Estructura del Diseño convencional.

Se tiene en cuenta seguir usando dos tipos de estructuras de pavimento flexible, una convencional y otra con un material de refuerzo llamado geomalla biaxial que aparentemente pasará por el método AASTHO-93. es una ecuación que puede dar una indicación o espesor de un pavimento

$$SN = a_1 * D1 + a_2 * D2 * m_2 + a_3 * D3 * m_3$$



Luego de tener los siguientes datos: la capa base de SN1, la capa de subbase de SN2 y la subrasante de SN, comenzamos a calcular la altura de la estructura del pavimento.

$$D1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D2 = \frac{SN_2 - SN_{1ad}}{a_2 * m_2}$$

$$D3 = \frac{SN_3 - (SN_{1ad} - SN_{2ad})}{a_3 * m_3}$$

Sin embargo, al calcular D1 de la capa rodadura, es necesario verificar los espesores mínimos, permitiéndolo dependiendo de la intensidad del tráfico, esto es para tener menor costo de mano de obra y así obtener el D1 optimizado. De manera similar, D2 se examina en la tabla 9

**Tabla 9**

*Valores mínimos de espesor en pulgadas de acuerdo al tráfico*

Tráfico (ESAL)	Espesor Mínimo (pulgadas)	
	Concreto Asfáltico	Base Granular
Menos de 50,000	1.0	4.0
50,000 - 150,000	2.0	4.0
150,000 - 500,000	2.5	4.0
500,000 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,000 - 7'000,000	3.5	6.0
Más de 7'000,000	4.0	6.0

*Nota:* Espesores mínimos por capa según Guía AASHTO 93

## 2.5 SISTEMA DE AASHTO 93 REFORZADOS CON GEOMALLAS

### COEXTRUIDAS

Estas Geomallas están fabricadas en polipropileno y son reforzadas en las dos direcciones. Es por ello, a la hora de determinar la estructura del pavimento es sumamente importante tener en cuenta el número estructural de la subrasante (SN3), reemplazándose la base por una subbase granular. Este reemplazo da como resultado un nuevo espesor denominado D3, que se puede calcular mediante la siguiente ecuación.

#### 2.5.1 Estimación SN

Se calculó el nuevo número estructural, teniendo los valores realizados por la metodología de AASTHO 93

#### Figura: 14

*Se muestra la estructura inicial*



*Nota:* Teniendo la estructura inicial se buscará la sustitución de la base granular

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

### 2.5.2 Espesor de la estructura equivalente:

Cálculo de una equivalente: la base granular se sustituye por un espesor de subbase granular equivalente único ( $D'3$ )

#### Figura: 15

Se muestra la Estructura Equivalente



Nota: Se reemplaza la base granular por la subbase granular y se tiene nuevo espesor de sustitución  $D_3$

$$SN = a_1 * D_1 + a_3 * D'_3 * m_3$$

$$D'_3 = \frac{SN - a_1 * D_1}{a_3 * m_3}$$

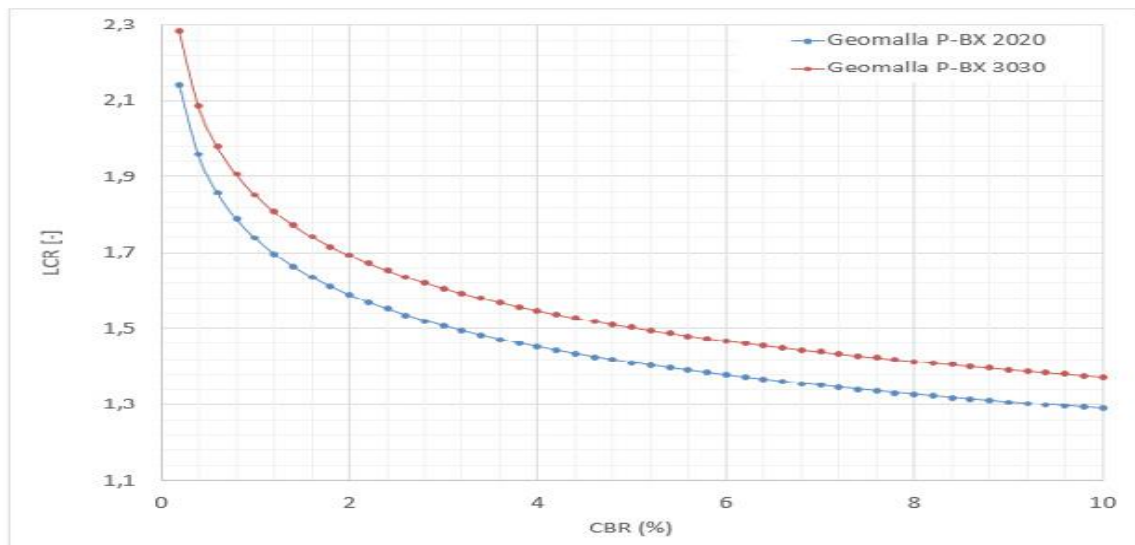
### 2.5.3 Estimación de LCR

En seguida se tendrá que obtener el LCR de los 2 tipos de geomallas:

- Geomalla biaxial P-BX 2020
- Geomalla biaxial P-BX 3030
- CBR

**Figura: 16**

*CBR vs los dos tipos de geomalla.*



*Nota:* Recolección de grafica de (PAVCO)

✓Coextruida P-BX 2020: con resistencia isotrópica de 20 KN/m e idénticas propiedades mecánicas en los 2 sentidos principales de trabajo).

✓Coextruida P-BX 3030: con resistencia isotrópica de 30 KN/m e idénticas propiedades mecánicas en los 2 sentidos principales de trabajo

#### **2.5.4 Cálculo de nuevo espesor de la subbase con refuerzo**

El LCR se incluye en la ecuación de SN para estructuras reforzadas Se obtiene un nuevo espesor de capa para la condición reforzada

**Figura: 17**

*Se muestra la subbase con refuerzo de geomalla*



*Nota:* Se tiene nuevo espesor de  $D_{3r}$  y  $SN_r$  reforzado con geomalla

$$SN_r = a_1 * D_1 + a_3 * LCR * D_{3r} * m_3$$

$$D_{3r} = \frac{SN - a_1 * D_1}{LCR * a_3 * m_3}$$

### 2.5.5 Nuevo número estructural de materiales granulares

Se puede determinar un SN para los materiales granulares reforzados

$$SN_{gr} = a_3 * LCR * D_{3r} * m_3$$

### 2.5.6 Cálculo de nuevos espesores de base y sub base granular

Los espesores nuevos de la capa deben calcularse en función del número estructural reforzado del paso anterior

**Figura: 18**

Se muestra el  $SN_{GR}$  para calcular ambas capas



Nota: Se establece el espesor de la base y subbase con refuerzo

$$SN_{gr} = a_2 * D_{2r} * m_2 + a_3 * LCR * D_{3r} * m_3$$

$$D_{3r} = \frac{SN - a_2 * D_{2r} * m_2}{a_3 * LCR * m_3}$$

$$D_{2r} = \frac{SN - a_3 * LCR * D_{3r} * m_3}{a_2 * m_2}$$



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Es de sumamente importante los hechos que se tienen que consideran sobre el uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimento en la avenida Manco Capac. Se considera los siguientes objetivos; determinar con la metodología AASTHO y evaluar el refuerzo con geomallas en la subbase realizar el sistema de clasificación mediante SUCS y AASTHO, y finalmente concluir con la optimización de espesores de las capas.

#### **3.2 ENFOQUE DE INVESTIGACION**

Es un estudio que utiliza un enfoque cuantitativo de la investigación se lleva a cabo mediante la recopilación y el procesamiento de datos, empleando un enfoque deductivo.

#### **3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es explicativo, que tiene como objetivo descubrir métodos o estrategias que puedan ayudar a lograr resolver problemas que tiene la estructura de un pavimento. En ese entender se trata de evaluar la efectividad del uso de Geomallas Biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles en la Av. Manco Capac en el Distrito de San Miguel.

### 3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para esta investigación es de tipo Aplicada, se tomó la decisión de emplear un enfoque transversal explicativo no experimental para el diseño del estudio. Este diseño particularmente le permite reconocer y comprender las razones, factores y variables que contribuyen a la ocurrencia de eventos desfavorables en un entorno determinado.

### 3.5 POBLACIÓN

Determinamos la población de estudio de dicho tema como Evaluar el Uso de Geomallas Biaxiales Como Elemento de Refuerzo en Pavimentos Flexibles en la Av. Manco Capac del Distrito de San Miguel. La población y muestra se evaluará en la zona:

REGION: Puno

PROVINCIA: San Román

DISTRITO: San Miguel

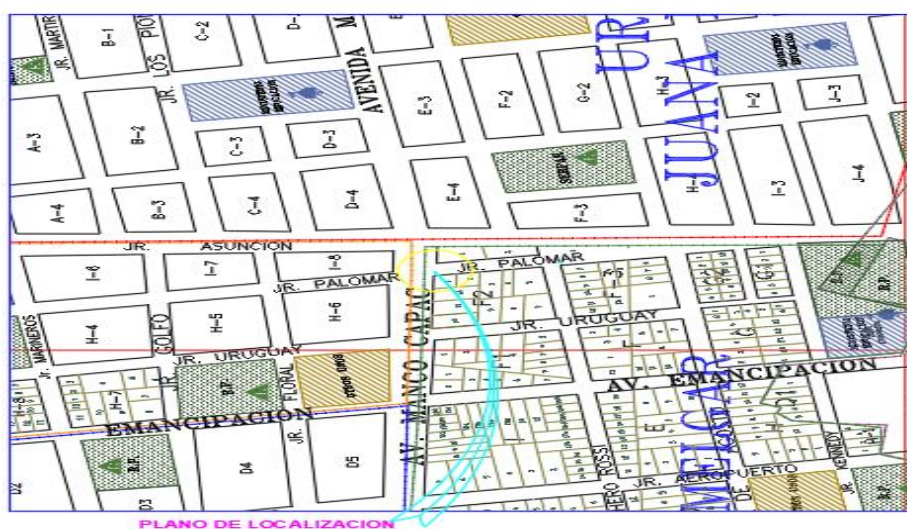
LUGAR: AV. Manco Capac

LATITUD:  $-15^{\circ} 28' 20.7''S$

LONGITUD:  $-70^{\circ} 7' 51.2''W$

#### Figura: 19

*Ubicación de zona de estudio*



*Nota:* Ubicación de la Avenida Manco Capac

### 3.6 MUESTRA

Dicha investigación se realizó específicamente en la avenida Manco Capac con coordenadas, Latitud:  $-15^{\circ} 28' 20.7''S$  y Longitud:  $-70^{\circ} 7' 51.2''W$ , donde se obtuvo el estudio de tráfico y la exploración de la calicata para posteriormente efectuar los ensayos de laboratorio, tales como el sistema de clasificación de los suelos mediante los métodos de SUCS Y AASTHO, además la obtención del CBR de la subrasante, de la subbase y base, para optimizar los espesores aplicando el material de geomalla biaxial

### 3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ESTUDIO

#### *3.7.1 Evaluación sobre el uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimento flexible en la avenida manco capac del distrito de san miguel*

Se efectuará la evaluación en varios componentes:

- ✓ Sistema de clasificación de suelos mediante los métodos de SUCS y AASTHO
- ✓ Evaluación y la determinación por el método AASTHO 93
- ✓ Calcular espesores optimizados mediante geomallas biaxiales en las capas de base y sub base

#### *3.7.2 Criterios para determinar defectos estructurales y superficiales.*

Recopilación de daños estructurales y superficiales en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel. Dado que la carretera tiene daños importantes como se muestra en la figura siguiente, la calidad de la carretera se puede evaluar en función de su estado de desgaste, su velocidad durante un período de tiempo aproximado

**Figura: 20**

*Estado de desgaste de la avenida Manco Capac*



*Nota:* Se muestra la imagen, producto de la investigación

### 3.8 ANÁLISIS GRANULOMETRICO SEGÚN SUCS Y AASHTO

**Figura: 21**

*Clasificación general mediante AASTHO*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm) Nº 40 (0,425mm) Nº 200 (0,075mm)	50 máx	-	-	-				-				
	30 máx	50 máx	51 mín	-				-				
	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx				36 min				
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40												
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)	
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo				

*Nota:* Recolección de la tabla elaborado por Jordi Gonzales

**Figura: 22**

Clasificación mediante SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
		Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)		
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
		Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200		
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
	Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
		Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200		
	Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	

Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:

<5% -> GW, GP, SW, SP.  
>12% -> GM, GC, SM, SC.

5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.

$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$   
 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$  entre 1 y 3

No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.

Límites de Atterberg debajo de la línea A o  $IP < 4$ .

Encima de línea A con  $IP$  entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.

Límites de Atterberg sobre la línea A con  $IP > 7$ .

$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$   
 $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$  entre 1 y 3

Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.

Los límites de Atterberg situados en la zona rayada con  $IP$  entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.

**Abaco de Casagrande**

*Nota:* Recolección de la tabla elaborado por Jordi Gonzales

### 3.8.1 Sistema de clasificación de base granular SUCS Y AASHTO

**Tabla 10***Análisis granulométrico realizado en laboratorio de base granular*

Tamices astm	Abertura mm	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Especif.
3"	76.200		-	-	100.00	
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	
2"	50.600	687.00	7.63	7.63	92.37	<b>100%</b>
1 1/2"	38.100	540.00	6.00	13.63	86.37	
1"	25.400	725.00	8.06	21.69	78.31	
3/4"	19.050	472.00	5.24	26.93	73.07	
1/2"	12.700	1082.00	12.02	38.96	61.04	
3/8"	9.525	813.00	9.03	47.99	52.01	<b>30 - 65%</b>
1/4"	6.350	-	-	-	-	
N°4	4.760	1788.00	19.87	67.86	32.14	<b>25 - 55%</b>
N°8	2.380	-	-	-	-	
N°10	2.000	1244.28	13.83	81.68	18.32	<b>15-40%</b>
N°16	1.190	-	-	-	-	
N°20	0.840	595.26	6.61	88.29	11.71	
N°30	0.590	-	-	-	-	
N°40	0.420	310.44	3.45	91.74	8.26	<b>8 - 20%</b>
N°50	0.300	85.62	0.95	92.70	7.30	
N°60	0.250	-	-	-	-	
N°80	0.180	-	-	-	-	
N°100	0.149	84.10	0.93	93.63	6.37	
N°200	0.074	43.11	0.48	94.11	5.89	<b>2 - 8%</b>
<b>base</b>		<b>530.19</b>	<b>5.89</b>	<b>100.00</b>	-	
<b>total</b>		<b>9000</b>				
<b>% de perdida</b>		<b>5.89</b>				

Teniendo nuestro cuadro de análisis granulométrico, realizando en el laboratorio; se conoce que es un suelo de grano grueso con gravas, limpias y finos; porque es retenida por el tamiz N°4 más de la mitad, entonces su símbolo de grupo le pertenece según SUCS:

- GW: Gravas, bien graduadas, mezclas arena – grava, pocos finos o sin finos
- GC: Gravas arcillosas, mezclas arena, grava, arcilla



Continuando clasificando, por el método AASTHO, determinamos que, para la base, se tiene material granular con un LL de 28.09% lo cual el máximo es de 40%, y IP se tiene 7.69% por lo tanto el máximo es de 10%, podemos concluir material granular con grava y pertenece al grupo de A-2-4

**Tabla 11**

*Requisitos de granulometría para base granular*

TAMIZ	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N° 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N° 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N° 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N° 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

*Nota:* Obtención de la tabla de EG-2013

De acuerdo a nuestro dato el % que pasa malla n° 200 es igual 5.89, lo cual el rango es de 2 a 8 %, esto quiere decir que esta al rango.

### 3.8.2 Sistema de clasificación de subbase granular SUCS Y AASTHO

**Tabla 12***Cuadro de resumen de granulometría de subbase*

Tamices astm	Abertura mm	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Especif.
3"	76.200		-	-	100.00	
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	
2"	50.600	-	0.00	0.00	100.00	<b>100%</b>
1 1/2"	38.100	163.00	2.33	2.33	97.67	
1"	25.400	500.00	7.14	9.47	90.53	
3/4"	19.050	425.00	6.07	15.54	84.46	
1/2"	12.700	606.00	8.66	24.20	75.80	
3/8"	9.525	377.00	5.39	29.59	70.41	<b>30 - 65%</b>
1/4"	6.350	-	-	-	-	
N°4	4.760	973.00	13.90	43.49	56.51	<b>25 - 55%</b>
N°8	2.380	-	-	-	-	
N°10	2.000	1120.00	16.00	59.49	40.51	<b>15-40%</b>
N°16	1.190	-	-	-	-	
N°20	0.840	1140.00	16.29	75.77	24.23	
N°30	0.590	-	-	-	-	
N°40	0.420	729.00	10.41	86.19	13.81	<b>8 - 20%</b>
N°50	0.300	252.00	3.60	89.79	10.21	
N°60	0.250	-	-	-	-	
N°80	0.180	-	-	-	-	
N°100	0.149	328.00	4.69	94.47	5.53	
N°200	0.074	187.00	2.67	97.14	2.86	<b>2 - 8%</b>
<b>base</b>		<b>200.00</b>	<b>2.86</b>	<b>100.00</b>	-	
<b>total</b>		<b>7000</b>				
<b>% de perdida</b>		<b>2.86</b>				

Haciendo por el sistema de SUCS, se determina que es un suelo granular grueso con arena limpia y pasa por el tamiz N° 4 más de la mitad de fracción gruesa, por lo tanto, pertenece al grupo de:

- **SW:** arena bien graduada, arena con grava, con finos

Continuando clasificando, por el sistema AASTHO, determinamos que, para la subbase, se tiene material granular, porcentaje que pasa tamiz N° 10 es de 4.51 % lo cual por el sistema AASTHO es de 50 % máximo, y por el tamiz N°40 tenemos de 13.81%, lo cual el máximo es de 30 % y finalmente por el tamiz N°200 obtenemos un valor de

2.8%, por lo tanto el máximo es de 15% y el Índice de plasticidad tenemos de 3.41% entonces el máximo es de 6%, concluimos que cumple todo los tamices según al rango que proporciona sistema AASTHO y pertenece al grupo de A-1-a

**Tabla 13**

*Requisitos de granulometría para Subbase*

TAMIZ	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N° 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N° 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N° 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N° 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

*Nota:* Obtención de la tabla de EG-2013

De acuerdo a nuestra altitud de zona de estudio supera a los 3000 msnm, entonces nos fijamos en la gradación (A) y el % que pasa la malla 200 tiene un rango de 2-8 %, entonces concluyamos que nuestro valor es de 2.89 %, quiere estamos a rango de lo establecido por la ASTM D1241

**Tabla 14**

*Se muestra en el cuadro valores obtenidos de ll, IP, IP, mediante ensayo.*

Calicata	Progresiva	Descripción	Cont. de humedad %	Limite liquido %	Limite plástico %	Índice plástico %
		Base	6.19	28.09	20.41	7.699
C1	0+880	Sub base	11.36	19.12	15.71	3.41
		Subrasante	13.77	39.91	16.74	23.17

**Tabla 15***Valores máximos de límite líquido para subbase*

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASTHO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	>= 3000 msnm
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % máx.	40 % máx.
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25 % máx.	25 % máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6 % máx.	4 % máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25 % máx.	35 % máx.
Sales Solubles	MTC E 219			1 % máx.	1 % máx.
Partículas Chatas y Alargadas		D 4791		20 % máx.	20 % máx.

*Nota:* Obtención de la tabla de EG-2013

Verificando en la tabla 15, se determina que el límite líquido máximo para subbase es de 25%, lo cual realizando el ensayo tenemos de 19.12%, significa que estamos cumpliendo con lo que establece EG-2013

Continuando verificando, el Índice de Plasticidad que nos proporciona el EG-2013, debe de ser máximo de 6 %, por lo tanto, realizando el ensayo en laboratorio tenemos un valor de 03.41%, sin embargo, y para la base con requerimientos con agregado fino es de 2 % como mínimo, esto se da como concluido que si cumple con lo establecido

**Tabla 16***Finalmente se tiene el cuadro de resumen de las 3 capas*

Descripción	Cont. de humedad %	Limite liquido %	Limite plástico %	Índice plasticidad %	% que pasa malla n°200	Clasificación según:	
						SUCS	AASHTO
Base	6.19	28.09	20.41	7.699	5.89	GW-GC	A-2-4
Sub base	11.36	19.12	15.71	3.41	2.86	SW	A-1-a
Subrasante	13.77	39.91	16.74	23.17	88.2	CL	A-6

### 3.9 ANÁLISIS DE LOS CBR OBTENIDOS REALIZANDO EL ENSAYO

**Tabla 17**

*Resumen de los CBR obtenidos realizando ensayo*

Descripción de capa	Densidad máxima seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de humedad optimo %	CBR100%
Base	2.17	7.64	70.22
Sub base	2.07	8.13	41.9
Subrasante	1.66	15.41	7.07

Tendremos para el base granular, el CBR mínimo que proporciona será de 100% según ejes equivalente ( $\geq 10^6$ ), lo cual nuestro ESAL es de 7736854, y por lo tanto no cumple nuestro CBR establecido que es de 70.22%

Sin embargo, para subbase tenemos el CBR, que a mayor de 3000 msnm que se encuentra la zona de estudio, mínimo debe de contar con 40%, también se concluye que si cumple con 41.90% con lo establecido EG-2013. El CBR de la subrasante de 7.07 % se clasifica en subrasante Regular según MTC-2014

### 3.10 REALIZACION DE ESTUDIO DE TRAFICO

Un estudio de tráfico vehicular es clave para el diseño eficiente para infraestructuras viales y tiene como propósito cuantificar, clasificar y comprender la cantidad de vehículos que circulan en la Avenida Manco Cápac, el aforo vehicular se realizó desde 19 al 25 de noviembre del 2023.

**Tabla 18**

*Cuadro de aforo vehicular*

Día	Auto	Camionetas		Micro	Ómnibus			Camión			Semitraylers						Traylers				TOTAL, VEH. POR DIA	
		Pick Up	Rural		B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
Domingo 19/11/2023	ENTRADA	120	160	279	32	5	1	3	89	133	41	5	1	14	3	13	23	2	1	0	0	
	SALIDA	72	145	276	31	2	0	0	78	123	25	2	0	8	2	11	22	0	0	2	3	
	Total	192	305	555	63	7	1	3	167	256	66	7	1	22	5	24	45	2	1	2	3	1727
Lunes 20/11/2023	ENTRADA	139	156	290	33	7	5	7	126	112	31	3	3	21	7	15	45	6	1	14	8	
	SALIDA	116	131	289	33	2	0	3	121	76	27	2	6	4	3	7	23	2	0	13	2	
	Total	255	287	579	66	9	5	10	247	188	58	5	9	25	10	22	68	8	1	27	10	1889
Martes 21/11/2023	ENTRADA	89	121	250	25	0	0	0	78	45	12	0	0	5	4	8	23	6	0	8	2	
	SALIDA	81	112	249	23	3	5	0	98	34	9	1	3	8	0	5	12	1	0	11	4	
	Total	170	233	499	48	3	5	0	176	79	21	1	3	13	4	13	35	7	0	19	6	1335
Miércoles 22/11/2023	ENTRADA	107	134	278	27	5	4	0	45	33	11	0	2	9	12	9	28	8	0	7	0	
	SALIDA	98	98	277	26	1	6	6	67	44	4	0	4	4	7	6	14	4	1	9	3	
	Total	205	232	555	53	6	10	6	112	77	15	0	6	13	19	15	42	12	1	16	3	1398
Jueves 23/11/2023	ENTRADA	145	189	286	33	9	11	7	134	119	22	4	9	7	15	19	33	14	0	11	21	
	SALIDA	137	178	289	31	6	6	3	88	78	14	2	11	1	11	21	31	11	2	4	14	
	Total	282	367	575	64	15	17	10	222	197	36	6	20	8	26	40	64	25	2	15	35	2026
Viernes 24/11/2023	ENTRADA	98	121	260	23	0	5	0	79	44	32	0	8	5	9	12	17	9	0	2	4	
	SALIDA	104	98	258	22	2	0	0	67	23	12	3	12	2	3	6	4	3	0	0	0	
	Total	202	219	518	45	2	5	0	146	67	44	3	20	7	12	18	21	12	0	2	4	1347
Sábado 25/11/2023	ENTRADA	115	145	160	17	0	10	5	90	36	24	2	7	3	12	12	14	0	0	0	1	
	SALIDA	121	131	145	16	1	2	0	112	41	13	0	2	2	8	5	8	3	1	0	0	
	Total	236	276	305	33	1	12	5	202	77	37	2	9	5	20	17	22	3	1	0	1	1264
	TOTAL, VEHC.	1542	1919	3586	372	43	55	34	1272	941	277	24	68	93	96	149	297	69	6	81	62	

### 3.10.1 Obtención de IMDs y IMDa

Para calcular (IMDa), tomaremos el factor de corrección tanto de pesados y livianos, los datos se tomarán del peaje más cercano al área de estudio.

✓ Vehículos livianos: 0.997

✓ Vehículos pesados: 1.007

**Tabla 19**

*Se muestra el cuadro de IMDs y IMDa y la población futura*

TIPO DE VEHICULO	IMDs			IMDa			POBL. FUT.	%	
	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	2023		
VEHICULOS LIGEROS	Autos	116.1	104.1	220	115.88	103.91	220	215	14
	Pick Up	146.6	127.6	274	146.24	127.28	274	267	17
	Rural	257.6	254.7	512	256.99	254.14	511	499	33
	Micros	27.1	26.0	53	27.08	25.94	53	52	3
OMNIBUS	B2	3.7	2.4	6	3.7	2.4	6	6	0
	B3	5.1	2.7	8	5.2	2.7	8	8	1
	B4	3.1	1.7	5	3.2	1.7	5	5	0
CAMIÓN	C2	91.6	90.1	182	92.2	90.8	183	178	12
	C3	74.6	59.9	134	75.1	60.3	135	131	9
	C4	24.7	14.9	40	24.9	15.0	40	39	3
SEMITRAYLERS	T2S1	2.0	1.4	3	2.0	1.4	3	3	0
	T2S2	4.3	5.4	10	4.3	5.5	10	10	1
	T2S3	9.1	4.1	13	9.2	4.2	13	13	1
	T3S1	8.9	4.9	14	8.9	4.9	14	14	1
	T3S2	12.6	8.7	21	12.7	8.8	21	20	1
TRAYLERS	T3S3	26.1	16.3	42	26.3	16.4	43	42	3
	C2R2	6.4	3.4	10	6.5	3.5	10	10	1
	C2R3	0.3	0.6	1	0.3	0.6	1	1	0
	C3R2	6.0	5.6	12	6.0	5.6	12	12	1
	C3R3	5.1	3.7	9	5.2	3.7	9	9	1

La población futura se calcula mediante la fórmula de tasa de crecimiento y presentamos la siguiente gráfica:

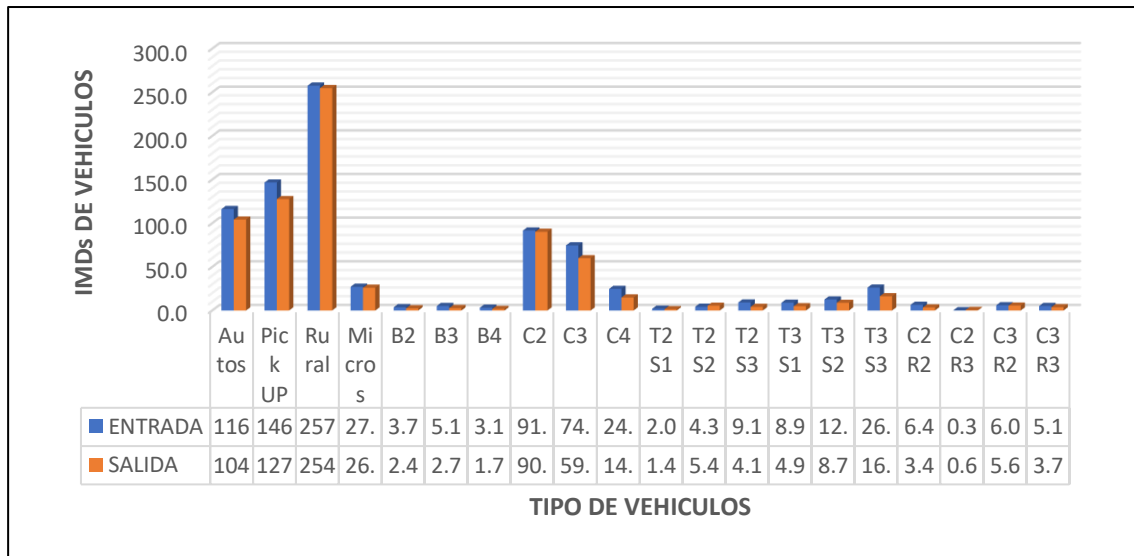
$$T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)}$$

Vehículos livianos 2.50%

Vehículos pesados 3.00%

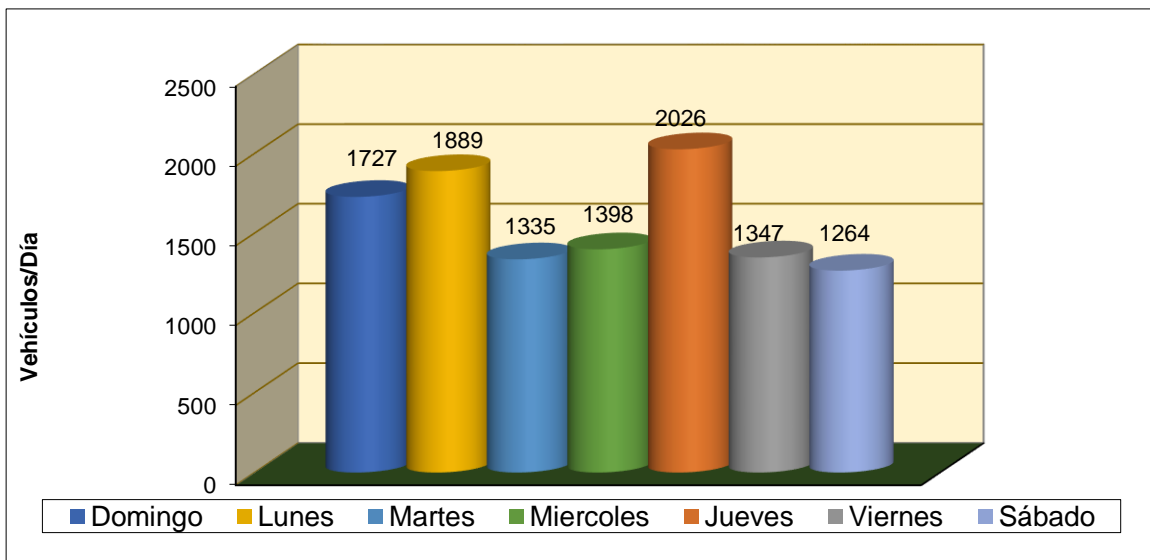
**Figura: 23**

Tenemos la diferencia de entrada y salida



**Figura: 24**

Diferencia diaria de los tipos de vehículos



### 3.11 DETERMINANDO FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA

**Tabla 20**

*Se muestra los factores de carga de acuerdos eje en toneladas*

Tipo de eje	Eje equivalente
EJE SIMPLE DE RUEDAS SIMPLE (EES1)	$E_{ES1} = [P/6.6]^{4.0}$
EJE SIMPLE DE RUEDAS DOBLES (EES2)	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$
EJE TANDEM (1 eje ruedas dobles+ 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
EJE TANDEM (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
EJE TRIDEM (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$
EJES TRIDEM (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$

P= peso real por eje en toneladas

Nota: Este cuadro es establecido por MC. S. geotecnia y pavimentos del MTC-2014

#### 3.11.1 Determinamos el FD y FC

El lugar donde se realizó el estudio es en la avenida manco Cápac del distrito de san miguel cuenta con 2 calzadas con separador central, 2 sentidos, 1 carril por sentido, por lo tanto, el: FC: 1.00 FD:0.50

**Tabla 21**

*Se obtiene el FC y FD de la zona de estudio*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carril	(Fd)	(Fc)	Fd x Fc
1calzada	1sentido	1	1.00	1.00	1.00
(para IMDa total de la calzada)	1sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central	2 sentidos	2	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25
(para IMDa total de las dos calzadas)					

Nota: Elaboración en base a datos de la Guía AASHTO'93

### 3.11.2 Factores de crecimiento acumulado (FCA)

Para seguir realizando los cálculos necesitamos conocer tasa de crecimiento (r%) y tiempo en años, por lo tanto, tendremos.

- Consideraremos un crecimiento de Vehículos pesados (r%): 3%
- Consideraremos un tiempo en años de (n): 15 años

$$\text{Factor de Crecimiento} = \frac{(1 + 3)^{15} - 1}{3} = 18.60$$

### 3.11.3 Estimación del ESAL

La precisión de la estimación de ESAL es crucial para garantizar un buen diseño de pavimento que se busca la durabilidad frente a las cargas de tráfico, en ese entender se empleara la siguiente fórmula para el ESAL de diseño ya teniendo la cantidad de vehículos

$$ESAL \text{ DE DISEÑO} = \sum ESALpd * Fd * FC$$

**Tabla 22**

*Datos necesarios para la obtención de ESAL de Diseño*

<b>Numero de calzada:</b>	2	<b>Periodo de diseño:</b>	15 años
<b>Año de aforo:</b>	2023	<b>Fd:</b>	0.5
<b>Año proyecto</b>	2023	<b>Fc:</b>	1
<b>Tasa de crecimiento %</b>	3	<b>Fd*Fc</b>	0.5

**Tabla 23**

*Cálculo de Esal de Diseño de la AV.*

	TIPO DE VEHICULO	TIPO EJE	N° LLANTAS EJE	CARGA Tn	IMDA	TASA DE CRECIMIENTO	AÑO PROYECTADO	TRANSITO ACUMULADO	"EE" P. FLEXIBLE	"EE" ESALpd. FLEXIBLE	
					2023	r%	2023	15	Tabla		
VEHICULOS LIGEROS		Autos	SIMPLE	2	1	215	3.00	215	1459550.00	0.000527	769.21
			SIMPLE	2	1					0.000527	769.21
		Pick Up	SIMPLE	2	1	267	3.00	267	1812557.00	0.000527	955.25
			SIMPLE	2	1					0.000527	955.25
		Rural	SIMPLE	2	1	499	3.00	499	3387513.00	0.000527	1785.28
			SIMPLE	2	1					0.000527	1785.28
	Micros	SIMPLE	2	1	52	3.00	52	353007.00	0.000527	186.04	
		SIMPLE	2	1					0.000527	186.04	
OMNIBUS		B2	SIMPLE	2	7	6	3.00	6	40732.00	1.265367	51540.92
			SIMPLE	4	11					3.238287	131901.90
		B3	SIMPLE	2	7	8	3.00	8	54309.00	1.265367	68720.80
			TANDEM	6	16					1.365945	74183.08
		B4	TANDEM	4	14	5	3.00	5	33943.00	2.196447	74554.01
			TANDEM	6	16					1.365945	46364.26
CAMIÓN		C2	SIMPLE	2	7	178	3.00	178	1208371.00	1.265367	1529032.48
			SIMPLE	4	11					3.238287	3913052.05
		C3	SIMPLE	2	7	131	3.00	131	889307.00	1.265367	1125299.51
			TANDEM	8	18					2.019213	1795700.66
		C4	SIMPLE	2	7	39	3.00	39	264756.00	1.265367	335013.44
			TRIDEM	10	23					1.508184	399300.66



SEMITRAYLERS		T2S1	SIMPLE	2	7				1.265367	25770.46	
			SIMPLE	4	11	3	3.00	3	20366.00	3.238287	65950.95
			SIMPLE	4	11					3.238287	65950.95
		T2S2	SIMPLE	2	7				1.265367	85900.69	
			SIMPLE	4	11	10	3.00	10	67886.00	3.238287	219834.35
			TANDEM	8	18					2.019213	137076.32
		T2S3	SIMPLE	2	7				1.265367	111671.15	
			SIMPLE	4	11	13	3.00	13	88252.00	3.238287	285785.30
			TRIDEM	12	25					1.706026	150560.23
		T3S1	SIMPLE	2	7				1.265367	120260.46	
			TANDEM	8	18	14	3.00	14	95040.00	2.019213	191906.05
			SIMPLE	4	11					3.238287	307766.79
	T3S2	SIMPLE	2	7				1.265367	171801.37		
		TANDEM	8	18	20	3.00	20	135772.00	2.019213	274152.65	
		TANDEM	8	18					2.019213	274152.65	
	T3S3	SIMPLE	2	7				1.265367	360782.63		
		TANDEM	8	18	42	3.00	42	285121.00	2.019213	575720.16	
		TRIDEM	12	25					1.706026	486423.91	
TRAYLERS		C2R2	SIMPLE	2	7				1.265367	85900.69	
			SIMPLE	4	11	10	3.00	10	67886.00	3.238287	219834.35
			SIMPLE	4	11					3.238287	219834.35
		C2R3	SIMPLE	2	7				1.265367	8590.57	
			SIMPLE	4	11	1	3.00	1	6789.00	3.238287	21984.73
			SIMPLE	4	11					3.238287	21984.73
		C3R2	SIMPLE	2	7				1.265367	103080.57	
			TANDEM	8	18	12	3.00	12	81463.00	2.019213	164491.19
			SIMPLE	4	11					3.238287	263800.57
		C3R3	SIMPLE	2	7				1.265367	77310.11	
			TANDEM	8	18	9	3.00	9	61097.00	0.078787	4813.62
			SIMPLE	4	11					3.238287	197849.62
		TANDEM	8	18					2.019213	123367.88	
									<b>ESAL PERIODO DISEÑO</b>	<b>15473708.73</b>	
									<b>ESAL DE DISEÑO</b>	<b>7736854</b>	

Nota: Se da a conocer el Esal de Diseño de 7736854 de la av. manco capac

$$ESAL DE DISEÑO = \sum ESALpd * Fd * FC$$

$$ESAL DE DISEÑO = 15473708 * 0.50 * 1.00 = 7736854 \text{ veh.}$$

### 3.12 EL SISTEMA DE DISEÑO POR EL AASTHO 93

Para seguir continuando realizando los cálculos se va emplear el método de AASTHO 93

#### 3.12.1 Confiabilidad

Conociendo el Esal de Diseño con un valor de 7736854 veh. Podemos determinar el nivel de confiabilidad para seguir continuando con el diseño con método AASTHO93

**Tabla 24**

*Valor recomendado para el nivel de Confiabilidad (10 o 20) años*

Tipo de caminos	Tipo de tráfico pesado	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad ®
Caminos de bajo volumen de transito	TP0	75 000	150 000	65%
	TP1	150 001	300 000	70%
	TP2	300 001	500 000	75%
	TP3	500 001	750 000	80%
	TP4	750 001	1 000 000	80%
Resto de caminos	TP5	1 000 001	1 500 000	85%
	TP6	1 500 001	3 000 000	85%
	TP7	3 000 001	5 000 000	85%
	TP8	5 000 001	7 500 000	90%
	TP9	7 500 001	10 000 000	90%
	TP10	10 000 001	12 500 000	90%
	TP11	12 500 001	15 000 000	90%
	TP12	15 000 001	20 000 000	95%

*Nota:* Elaboración en base a datos de la Guía AASHTO'93

#### 3.12.2 Desviación estándar

La estimación del tráfico en la avenida Manco Cápac, tiene una variación por lo tanto optamos por el valor de 0.45

**Tabla 25***Valor recomendado para pavimentos flexibles*

Condición de diseño	Desviación Estándar	
	pav. flexible	pav. rígido
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.35	0.25
variación total en la predicción del comportamiento de pavimento y estimaciones de tráfico	0.45	0.35

Nota: Elaboración en base a datos de la Guía AASHTO'93

### 3.12.3 Módulo de resiliencia

El módulo de resiliencia se determina mediante los ensayos de laboratorio se utilizará la siguiente fórmula. Para materiales de subrasante con  $CBR \leq 10\%$ .

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

Mediante el ensayo de laboratorio se determina que el CBR es de 7.07%

**Tabla 26**

Se muestra las categorías de la subrasante

Tráfico (ESAL)	Espesor Mínimo (pulgadas)	
	Concreto Asfáltico	Base Granular
Menos de 50,000	1.0	4.0
50,000 - 150,000	2.0	4.0
150,000 - 500,000	2.5	4.0
500,000 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,000 - 7'000,000	3.5	6.0
Más de 7'000,000	4.0	6.0

Nota: Este cuadro es establecido por MC. geotecnia y pavimentos del MTC-2014

Continuando, reemplazamos en la fórmula de para el CBR:

$$MR = 2555 * 7.07^{0.64} = 8933.452 \text{ psi}$$

### 3.12.4 Diferencia de serviciabilidad

Según nuestro ESAL obtenido tenemos lo siguiente 7736854 veh., verificamos en la tabla 23 para conocer (PI)

**Tabla 27**

Se muestra en la tabla el (Pi) de acuerdo al rango de EE

Tipo de caminos	Tipo de trafico	Rango de tráfico pesado en (ee)		Serviciabilidad inicial (pi)
Camino de bajo volumen de tránsito	TP0	100 000	150 000	3.8
	TP1	150 001	300 000	3.8
	TP2	300 001	500 000	3.8
	TP3	500 001	750 000	3.8
Resto de caminos	TP4	750 001	1 000 000	3.8
	TP5	1 000 001	1 500 000	4.0
	TP6	1 500 001	3 000 000	4.0
	TP7	3 000 001	5 000 000	4.0
	TP8	5 000 001	7 500 000	4.0
	TP9	7 500 001	10 000 000	4.0
	TP10	10 000 001	12 500 000	4.0
	TP11	12 500 001	15 000 000	4.0
	TP12	15 000 001	20 000 000	4.2

Nota: Elaboración en base a datos de la Guía AASHTO'93

### 3.12.5 Serviciabilidad final o terminal (PT)

En seguida continuamos a verificar en la tabla de acuerdo del Esal obtenido el (PT)

**Tabla 28**

Se muestra los valores de (Pt) según a rango de EE

Tipo de caminos	Tipo de trafico	Rango de tráfico pesado expresado en ee		Serviciabilidad (pt)
camino de bajo volumen de tránsito	TP0	100 000	150 000	2.00
	TP1	150 001	300 000	2.00
	TP2	300 001	500 000	2.00
	TP3	500 001	750 000	2.00
resto de caminos	TP4	750 001	1 000 000	2.00
	TP5	1 000 001	1 500 000	2.50
	TP6	1 500 001	3 000 000	2.50
	TP7	3 000 001	5 000 000	2.50
	TP8	5 000 001	7 500 000	2.50
	TP9	7 500 001	10 000 000	2.50
	TP10	10 000 001	12 500 000	2.50
	TP11	12 500 001	15 000 000	2.50
	TP12	15 000 001	20 000 000	3.00

Nota: Elaboración en base a datos de la Guía AASHTO'93

**3.12.6 Variación de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

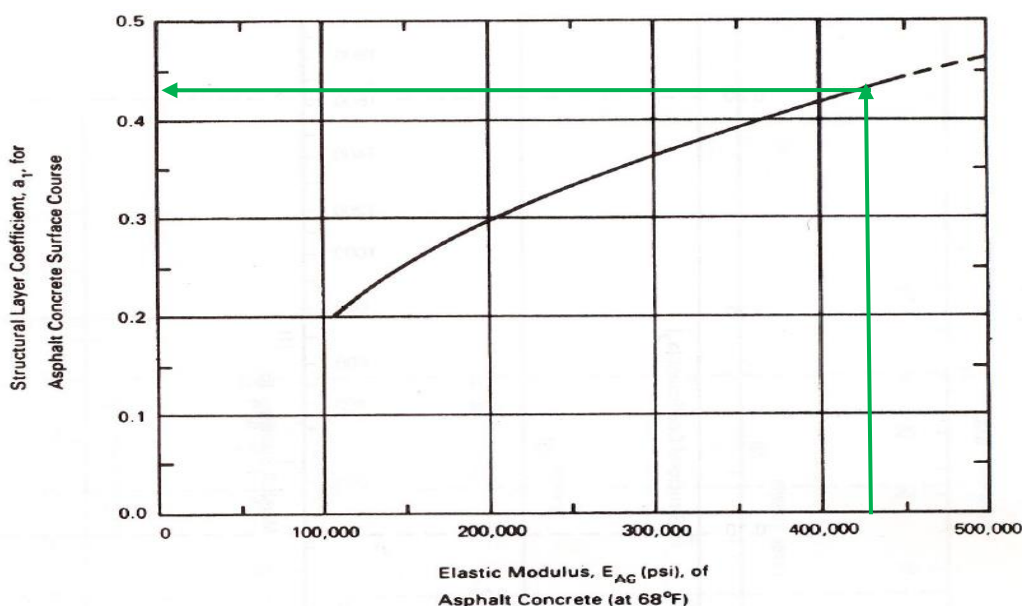
Nos indica la diferencia entre el (PI) y (PT), como respuesta nos da ( $\Delta PSI$ ), de acuerdo a rango de tráfico

**3.12.7 Análisis de las capas**

El análisis de diseño por capas es fundamental, para determinar el espesor, ajusta los espesores según los resultados

**Figura: 25**

Valor de Coeficiente estructural de concreto asfáltico  $a_1$



**FIGURE 16-13** Chart for estimating structural layer coefficient of dense-graded asphalt concrete based on the elastic (resilient) modulus. (Courtesy American Association of State Highway and Transportation Officials.)

Nota: Obtención de la figura de la Guía AASHTO'93  
Se muestra los valores de diferentes  $Mr(C^\circ)$ , lo cual lo interpolamos para tener mayor precisión en obtener el  $a_1$ .

$Mr (C^\circ)$	$a_1$
500000.00	0.463
400000.00	0.417
300000.00	0.363
200000.00	0.296
100000.00	0.186

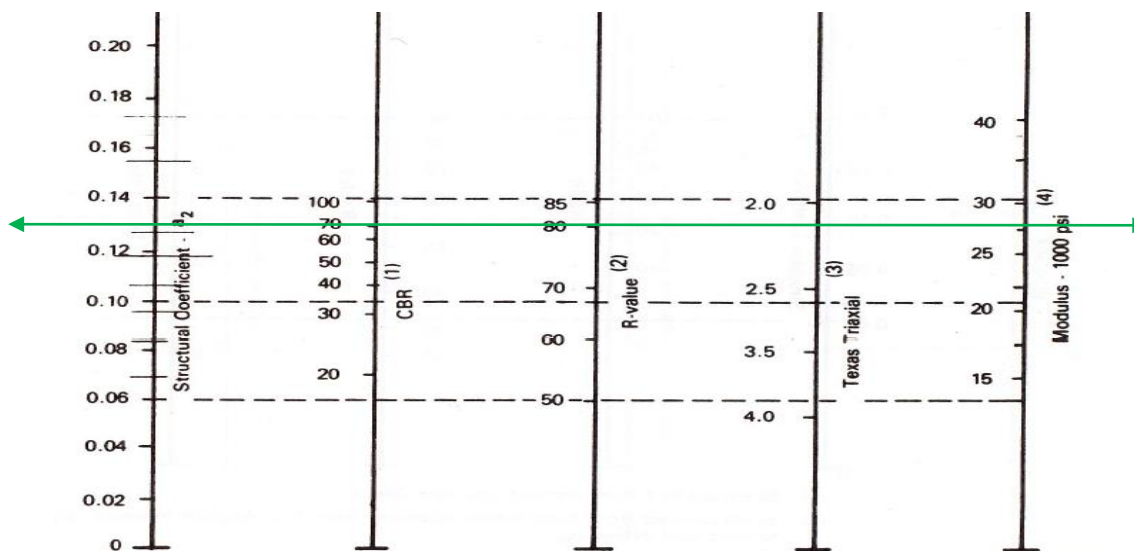
  

$Mr C^\circ (PSI)$	$a_1$
430000.00	0.431

Coeficiente de Capa para C° Asfáltico, según Módulo Elástico que asumimos un valor de 430000 psi del MC S. Geotecnia y pavimentos 2014.

**Figura: 26**

Teniendo el CBR igual a 70.22% obtenemos el base ( $a_2$ ),



- (1) Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois.
- (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived by averaging correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

**FIGURE 16-15** Variation in granular base layer coefficient ( $a_2$ ) with various base strength parameters. (Courtesy American Association of State Highway and Transportation Officials.)

Nota: Obtención de la figura de la Guía AASHTO'93

Para calcular el  $a_2$  interpolamos de la tabla, para tener mayor precisión

CBR (Base)	Mr (Base)	$a_2$
100	30000.00	0.138
70	27500.00	0.129
60	26250.00	0.125
50	24170.00	0.116
40	22083.00	0.107
30	19583.00	0.095
20	15000.00	0.070

CBR (b)	$a_2$	Mr
70.22 %	0.129	27518.333

De acuerdo a nuestro CBR de 70.22 % de la base, obtenemos el  $a_2$ : 0.129 y Mr:

27518.333

**Figura: 27**

Conociendo el CBR igual a 41.90 % obtenemos sub base (a3)

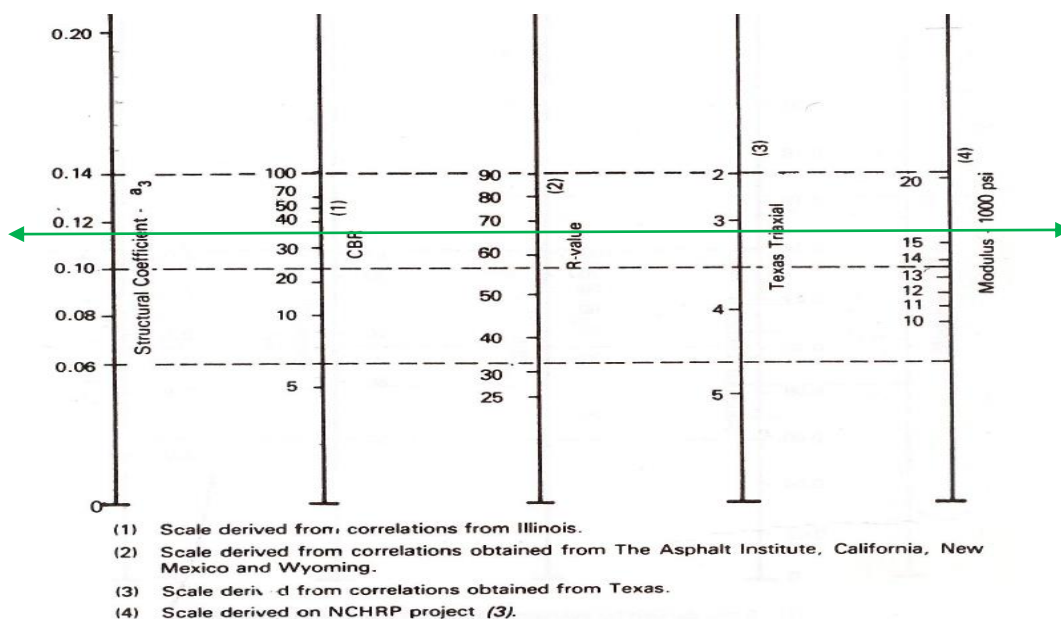


FIGURE 16-16 Variation in granular subbase layer coefficient ( $a_3$ ) with various

Nota: Obtención de la figura de la Guía AASHTO'93

Interpolamos en la tabla los valores de Mr y a3, para tener mayor precisión en obtener los valores

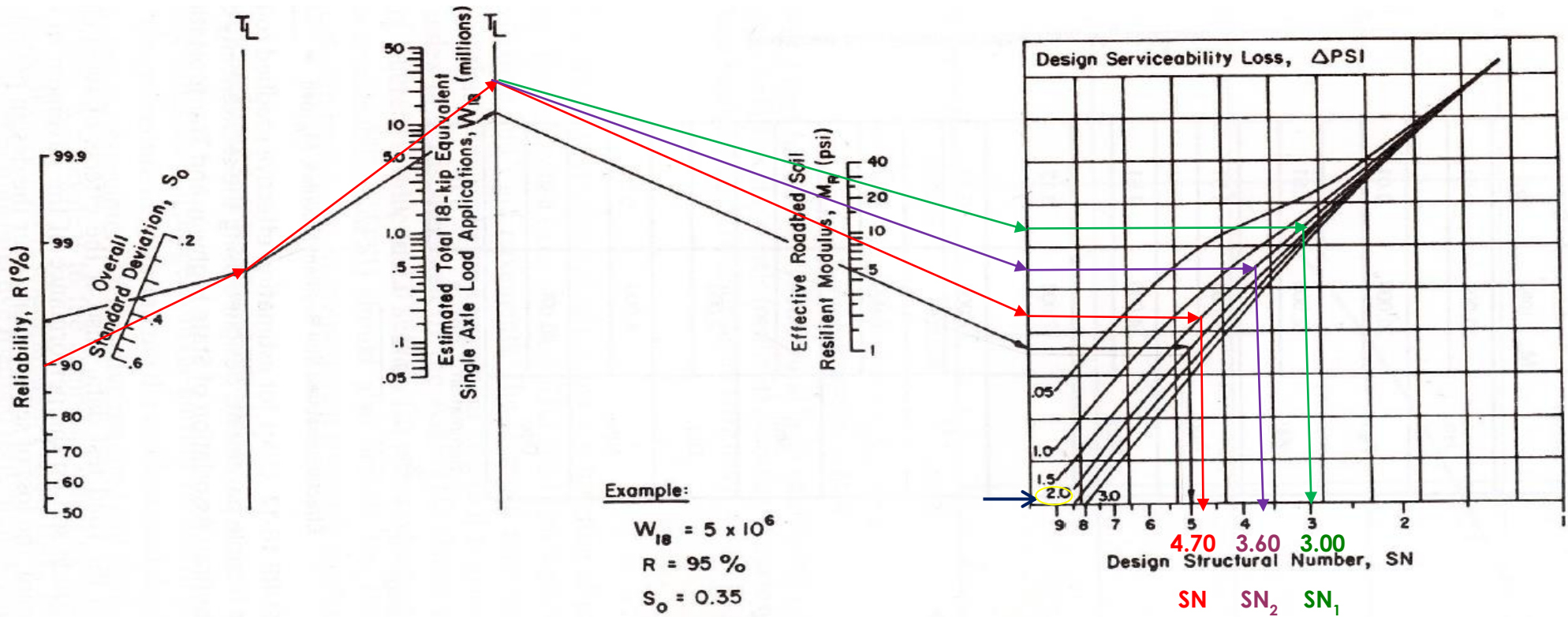
CBR (Sub-Base)	Mr (Sub-Base)	a3
100	20500.00	0.140
70	18750.00	0.130
50	17812.50	0.125
40	16875.00	0.120
30	15000.00	0.109
20	13000.00	0.094
10	10750.00	0.080
5	6000.00	0.050
<b>CBR (sb)</b>	<b>a3</b>	<b>Mr</b>
41.90 %	0.121	17053.125

Tenemos el cuadro de resumen para calcular número estructural

DATOS OBTENIDOS						
R (%)	So	N° ESAL's	Mr. Subrasante	Mr. Sub-Base	Mr. Base	ΔPSI
90 %	0.45	7,736,854	8,933.452	17,053.125	27,518.333	1.50

Figura: 28

NOMOGRAMA para Calculo de NS AASHTO 93



### ▣ Cuadro de resumen realizado por el método AASHTO

DATOS OBTENIDOS								
R (%)	So	N° ESAL's	Mr Subrasante	Mr Sub- Base	Mr Base	ΔPSI	P <sub>O</sub>	P <sub>f</sub>
90 %	0.45	7,736,85 4	8,933.45 2	17,053.12 5	27,518.33 3	1.50	4.00	2.50

RESULTADOS		
SN	SN <sub>2</sub>	SN <sub>1</sub>
4.70	3.60	3.00

#### 3.12.8 Coeficientes de drenaje

Para el lugar de estudio donde se ubica, en la avenida Manco Cápac se optará el T50= a 9 horas de drenaje, de los meses que empieza desde diciembre a marzo según las estadísticas

**Tabla 29**

*Se muestra la tabla que proporciona para tener el mi*

Calidad de drenaje	T50 calculado	T50 recomendado
Excelente	2-4 Horas	2 horas
Bueno	0.5-1 Días	1 Dia
Regular	3-6 Días	7 Días
Malo	18-36 días	1 mes
Muy malo	>36 Días	No drena

*Nota:* Obtención de la tabla de la Guía AASHTO'93

$$T_{50} = \frac{120}{365} * 100 = 33\%$$

Nos da a conocer que el drenaje es realmente bueno, tenemos un 33% de que está expuesto la humedad en la estructura

Tabla 30

*Coefficientes de drenaje recomendados, mi*

Capacidad de drenaje	% de tiempo en el que pasa el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1.20
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1.00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0.80
Malo	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0.60
Muy malo	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0.40

Nota: Obtención de la tabla de la Guía AASHTO'93

### 3.12.9 Cálculo de espesores:

Tenemos el resumen de tabla de los que se realizaron su respectivo calculo.

Tabla 31

*Cuadro de resumen para el cálculo de espesores*

Números Estructurales	
SN <sub>3</sub>	4.70
SN <sub>2</sub>	3.60
SN <sub>1</sub>	3.00
Coeficientes de Capa	
a <sub>3</sub>	0.121
a <sub>2</sub>	0.129
a <sub>1</sub>	0.431
Coeficientes de Drenaje	
m <sub>2</sub>	1.00
m <sub>3</sub>	1.00

En seguida procedemos a calcular D1 y comprobar las condiciones de espesores mínimos

$$D1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D1 = \frac{3.00}{0.431} = 6.96 \text{ consideramos } 7''$$

$$SN1c = a1 * D1$$

$$SN1c = 0.431 * 7 = 3.02$$

Verificamos las condiciones:

$$SN1c \geq SN1$$

$$3.02 \geq 3.00 \quad \text{OK!}$$

Procedemos a calcular D2 y comprobar las condiciones de espesores mínimos

$$D2 = \frac{SN_2 - SN1c}{a_2 * m_2}$$

$$D2 = \frac{3.60 - 3.02}{0.129 * 1.00} = 4.65 \text{ consideramos } 6''$$

$$SN2c = a_2 * D2 * m_2$$

$$SN2c = 0.129 * 6.00 * 1.00 = 0.77$$

$$SNbase = SN1c + SN2c$$

$$SNbase = 3.02 + 0.77 = 3.79$$

Verificamos las condiciones:

$$SN1c + SN2c \geq SN1$$

$$3.79 \geq 3.00 \quad \text{OK!}$$

Finalmente procedemos a realizar el cálculo de D3.

$$D3 = \frac{SN_3 - (SN1c + SN2c)}{a_3 * m_3}$$

$$D3 = \frac{4.70 - (3.02 + 0.77)}{0.121 * 1.00} = 7.5 \text{ consideramos } 8''$$

$$SN3c = a_3 * D3 * m_3$$

$$SN3c = 0.121 * 8.00 * 1.00 = 0.97$$

$$SNsubbase = SN1c + SN2c + SN3c$$

$$SNsubbase = 3.02 + 0.77 + 0.97 = 4.76$$

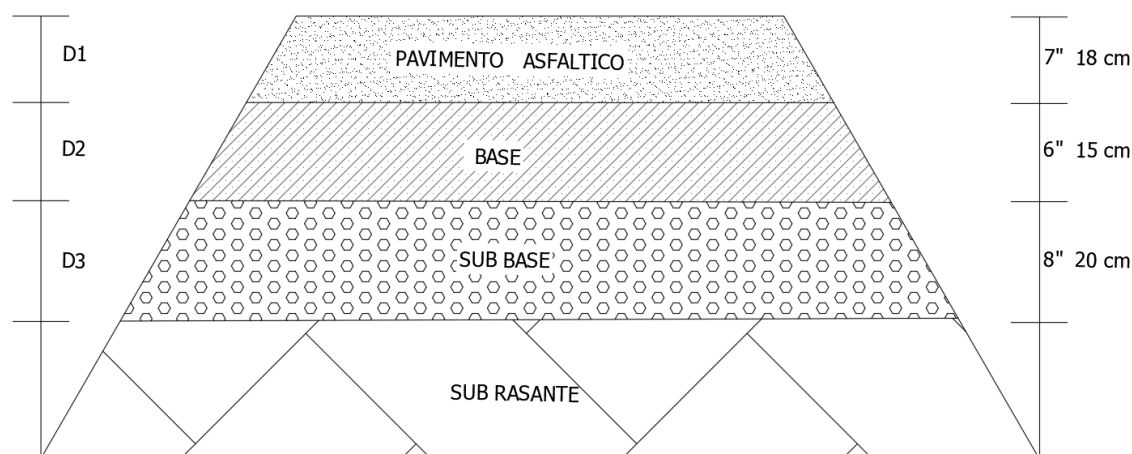
Verificamos las condiciones:

$$SN1c + SN2c + SN3c \geq SN$$

$$4.76 \geq 4.70 \quad \text{OK!}$$

**Figura: 29**

*Esquema general que compone un pavimento flexible*



**3.13 EL SISTEMA DE AASHTO 93 CON REFUERZO DE GEOMALLAS P-BX 2020**

**3.13.1 Estimación SN**

Cálculo del número estructural según metodología de AASHTO para la estructura inicial

**Tabla 32**

*Cuadro completo de los datos del método AASHTO 93*

Números Estructurales	
SN <sub>3</sub>	4.70
SN <sub>2</sub>	3.60
SN <sub>1</sub>	3.00
Coeficientes de Capa	
a <sub>3</sub>	0.121
a <sub>2</sub>	0.129
a <sub>1</sub>	0.431
Coeficientes de Drenaje	
m <sub>2</sub>	1.00
m <sub>3</sub>	1.00
Espesores	
D1	7.00 "
D2	6.00 "
D3	8.00 "

*Nota:* Datos necesarios para seguir calculando con refuerzo de geomallas

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3$$

$$SN = 0.431 * 7.00 + 0.129 * 6.00 * 1.00 + 0.121 * 8.00 * 1.00 = 4.76$$

### 3.13.2 Espesor de la estructura equivalente:

Cálculo de una equivalente: la base granular se sustituye por un espesor de subbase granular equivalente único (D'3)

$$SN = a1 * D1 + a3 * D'3 * m3$$

$$D'3 = \frac{SN - a1 * D1}{a3 * m3}$$

$$D'3 = \frac{4.76 - 0.431 * 7.00}{0.121 * 1.00} = 14.40 \text{ pulg}$$

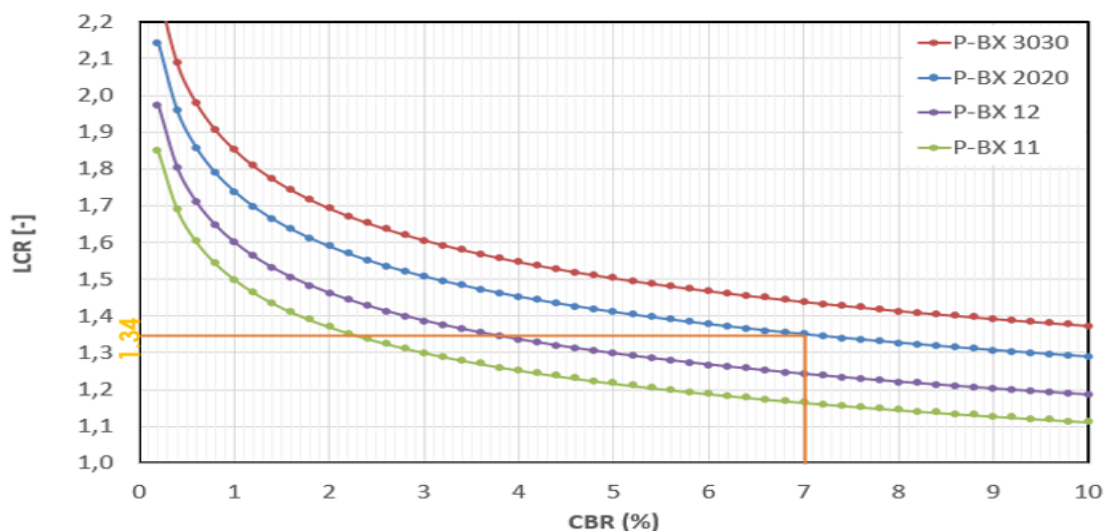
### 3.13.3 Estimación de LCR

Obtendremos el LCR de acuerdo con nuestro CBR para el tipo:

- Geomalla biaxial P-BX 2020
- CBR de 7.07 %

### Figura: 30

CBR vs secciones reforzadas con Geomallas



Nota: Recolección de la gráfica de (Pavco), para la estimación de LCR

- Geomalla biaxial P-BX 2020: LCR= 1.34

### 3.13.4 Cálculo de nuevo espesor de la subbase con refuerzo

- Se realiza el cálculo para Geomalla biaxial P-BX 2020: LCR= 1.34

$$SNr = a1 * D1 + a3 * LCR * D3r * m3$$

$$D3r = \frac{SN - a1 * D1}{LCR * a3 * m3}$$

$$D3r = \frac{4.76 - 0.431 * 7.00}{1.34 * 0.121 * 1.00} = 10.75 \text{ pulg}$$

### 3.13.5 Nuevo número estructural de materiales granulares

- Se puede determinar un SN para los materiales granulares reforzados con geomalla P-BX 2020: LCR= 1.34

$$SNgr = a3 * LCR * D3r * m3$$

$$SNgr = 0.121 * 1.34 * 10.75 * 1.00 = 1.74$$

### 3.13.6 Cálculo de nuevos espesores de base y sub base granular

Los nuevos espesores de capa deben calcularse en función del número estructural reforzado del paso anterior

- El grosor de la base para P-BX 2020: D2r= 6'' LCR: 1.34

$$SNgr = a2 * D2r * m2 + a3 * LCR * D3r * m3$$

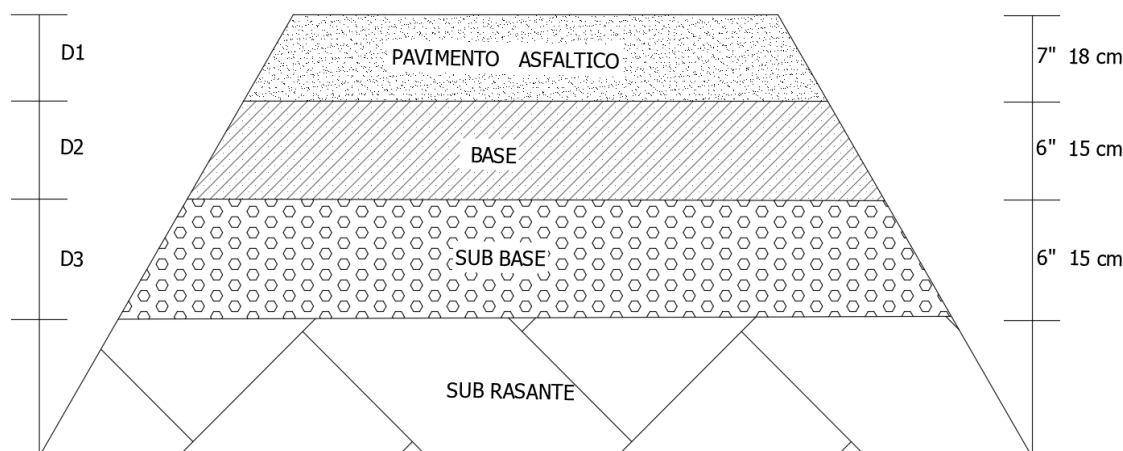
$$1.74 = 0.129 * D2r * 1.00 + 0.121 * 1.34 * D3r * 1.00$$

$$D3r = \frac{SNgr - a2 * D2r * m2}{a3 * LCR * m3}$$

$$D3r = \frac{1.74 - 0.129 * 6.00 * 1.00}{0.121 * 1.34 * 1.00} = 6.00 \text{ pulg} \quad 15.00 \text{ cm}$$

**Figura: 31**

*Espesor reducido con geomalla P-BX 2020*



### 3.14 EL SISTEMA DE AASHTO CON EL REFUERZO DE GEOMALLAS P-BX 3030

#### 3.14.1 Estimación SN

Cálculo del número estructural según metodología de AASHTO para la estructura inicial

**Tabla 33**

*Cuadro completo de los datos del método AASHTO 93*

Números Estructurales	
SN <sub>3</sub>	4.70
SN <sub>2</sub>	3.60
SN <sub>1</sub>	3.00
Coeficientes de Capa	
a <sub>3</sub>	0.121
a <sub>2</sub>	0.129
a <sub>1</sub>	0.431
Coeficientes de Drenaje	
m <sub>2</sub>	1.00
m <sub>3</sub>	1.00
Espesores	
D1	7.00 "
D2	6.00 "
D3	8.00 "

*Nota:* Datos necesarios para seguir calculando con refuerzo de geomallas

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3$$

$$SN = 0.431 * 7.00 + 0.129 * 6.00 * 1.00 + 0.121 * 8.00 * 1.00 = 4.76$$

### 3.14.2 Espesor de la estructura equivalente:

Cálculo de una equivalente: la base granular se sustituye por un espesor de subbase granular equivalente único (D'3)

$$SN = a1 * D1 + a3 * D'3 * m3$$

$$D'3 = \frac{SN - a1 * D1}{a3 * m3}$$

$$D'3 = \frac{4.76 - 0.431 * 7.00}{0.121 * 1.00} = 14.40 \text{ pulg}$$

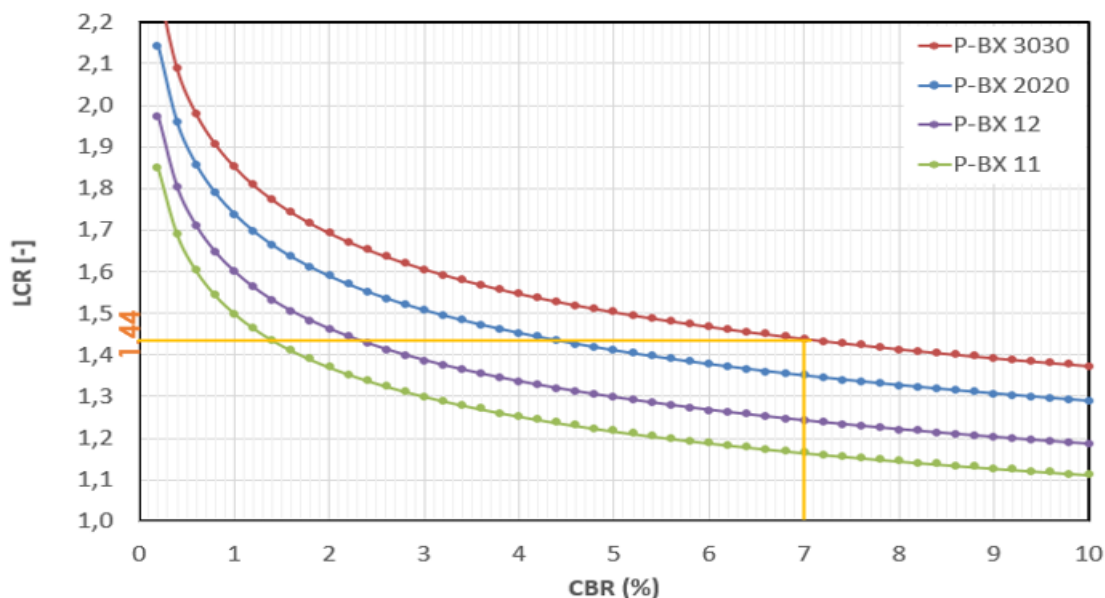
### 3.14.3 Estimación de LCR

Obtendremos el LCR de acuerdo con nuestro CBR para el tipo:

- Geomalla biaxial P-BX 3030
- CBR de 7.07 %

### Figura: 32

CBR vs secciones reforzadas con Geomallas.



Nota: Recolección de la gráfica de (Pavco), para la estimación de LCR

- Geomalla biaxial P-BX 3030: LCR= 1.44

### 3.14.4 Cálculo de nuevo espesor de la subbase con refuerzo

- Se realiza el cálculo para Geomalla biaxial P-BX 3030: LCR= 1.44

$$SNr = a1 * D1 + a3 * LCR * D3r * m3$$

$$D3r = \frac{SN - a1 * D1}{LCR * a3 * m3}$$

$$D3r = \frac{4.76 - 0.431 * 7.00}{1.44 * 0.121 * 1.00} = 10.00 \text{ pulg}$$

### 3.14.5 Nuevo número estructural de materiales granulares

- ✚ Se puede determinar un SN para los materiales granulares reforzados con geomalla P-BX 2030: LCR= 1.44

$$SNgr = a3 * LCR * D3r * m3$$

$$SNgr = 0.121 * 1.44 * 10.00 * 1.00 = 1.74$$

### 3.14.6 Cálculo de nuevos espesores de base y sub base granular

Los nuevos espesores de capa deben calcularse en función del número estructural reforzado del paso anterior

- ✓ El grosor de la base para P-BX 3030: D2r= 6'' LCR:1.44

$$SNgr = a2 * D2r * m2 + a3 * LCR * D3r * m3$$

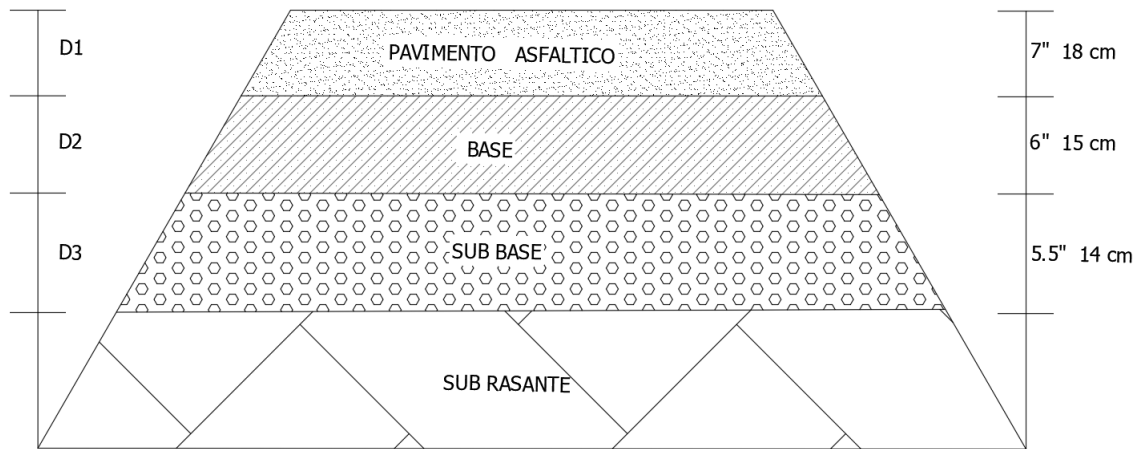
$$1.74 = 0.129 * D2r * 1.00 + 0.121 * 1.44 * D3r * 1.00$$

$$D3r = \frac{SNgr - a2 * D2r * m2}{a3 * LCR * m3}$$

$$D3r = \frac{1.74 - 0.129 * 6.00 * 1.00}{0.121 * 1.44 * 1.00} = 5.54 \text{ pulg} \quad 14.00 \text{ cm}$$

**Figura: 33**

*Esquema de espesor optimizado con geomalla P-BX 3030*





## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 ANÁLISIS GRANULOMETRICO Y SISTEMA SEGÚN SUCS Y

##### AASHTO

**Tabla 34**

*Se da a conocer el cuadro resumido, de la clasificación*

Descripción	Cont. de humedad %	Limite liquido %	Limite plástico %	Índice plástico %	% que pasa n°200	Clasificación según:	
						SUCS	AASHTO
Base	6.19	28.09	20.41	7.699	5.89	GW-GC	A-2-4
Sub base	11.36	19.12	15.71	3.41	2.86	SW	A-1-a
Subrasante	13.77	39.91	16.74	23.17	88.2	CL	A-6

#### 4.2 ANÁLISIS DE LOS CBR OPTENIDOS REALIZANDO EL ENSAYO

**Tabla 35**

*Resumen de los CBR obtenidos realizando ensayo*

Descripción de capa	Densidad máxima seca (gr/cm3)	Contenido de humedad optimo %	CBR100%
Base	2.17	7.64	70.22
Sub base	2.07	8.13	41.9
Subrasante	1.66	15.41	7.07

Finalmente, realizando el ensayo en laboratorio de dicha zona de estudio, se obtuvo los CBR en %, tal como se muestra en tabla 35, además el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima seca, de las capas del pavimento asfáltico.

### 4.3 ANÁLISIS DE TRAFICO ESAL Y METODO AASTHO 93

**Tabla 36**

*Cuadro de resumen para determinar por el método AASTHO*

<b>Esal de Diseño</b>	<b>Esal</b>	7,736,854	Veh
<b>Tasa de Crecimiento</b>	<b>r</b>	3.00	%
<b>Período de Diseño</b>	<b>t</b>	15.00	Años
<b>CBR de Diseño</b>	<b>CBR</b>	7.07	%
<b>CBR Cantera A (Sub-Base)</b>	<b>CBR(A)</b>	41.90	%
<b>CBR Cantera B (Base)</b>	<b>CBR(B)</b>	70.22	%
<b>Módulo Elástico C° Asfáltico</b>	<b>M.E.C. Asf.</b>	430,000.00	PSI
<b>(Cálculo del Mr.)</b>		8933.452	PSI
<b>Zona del Proyecto</b>		AV. MANCO	
		CAPAC	

*Nota:* Coeficiente de Capa para C° Asfáltico, según Módulo Elástico que asumimos un valor de 430000 psi del MC S. Geotecnia y pavimentos 2014.

**Tabla 37**

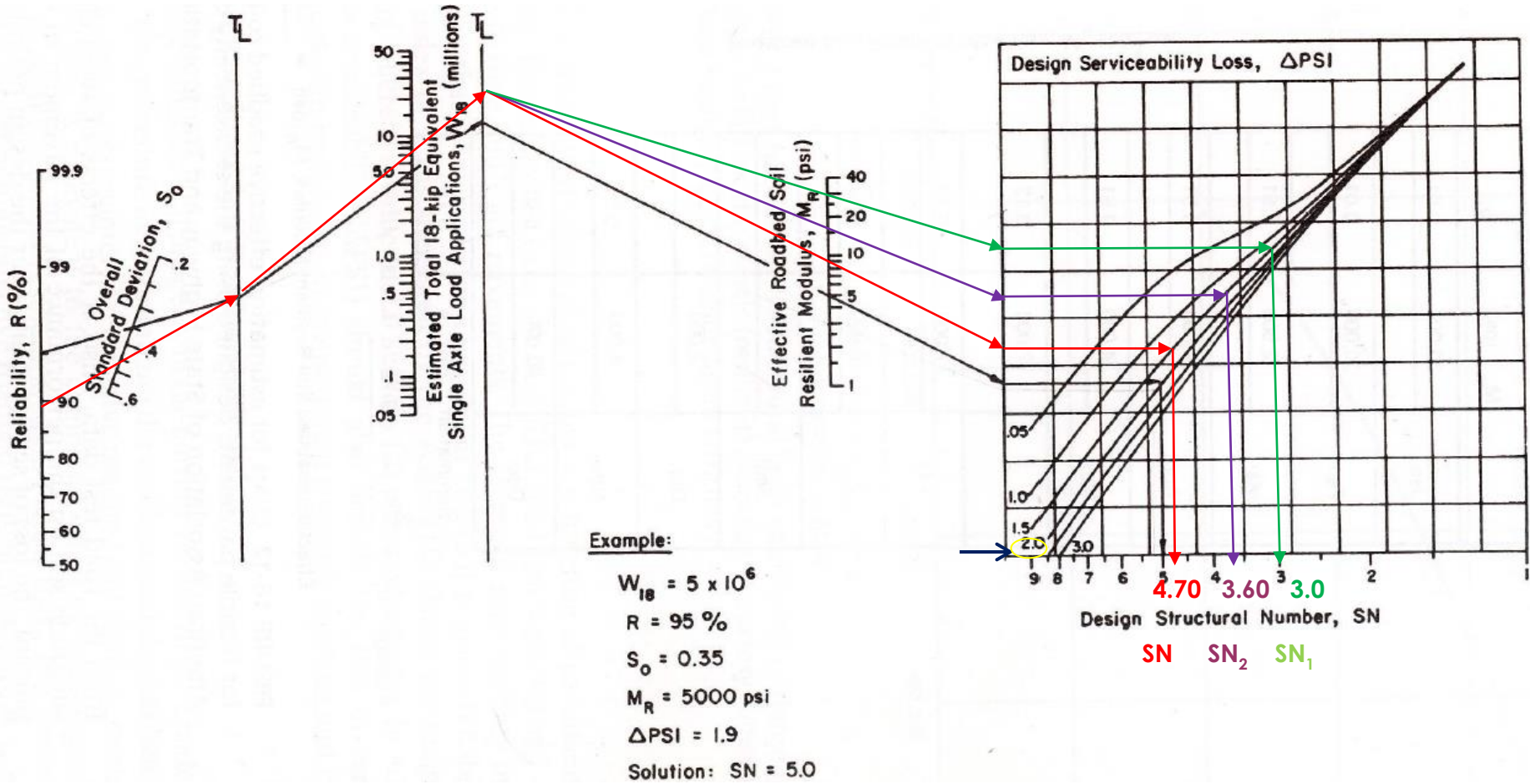
*Cuadro de resumen para calcular número Estructural*

<b>Datos Obtenidos</b>								
<b>R</b> (%)	<b>So</b>	<b>N°</b> <b>ESAL's</b>	<b>Mr</b> Subrasante	<b>Mr</b> Sub-Base	<b>Mr</b> Base	<b>ΔPSI</b>	<b>Po</b>	<b>Pf</b>
90 %	0.45	7,736,854	8,933.452	17,053.125	27,518.333	1.50	4.00	2.50

Para determinar el Numero Estructural de dicha zona de estudio, tenemos los datos necesarios tal como se muestra en la tabla 37 y posteriormente obtener el NS del NOMOGRAMA de AASTHO 93

**Figura: 34**

*NOMOGRAMA para obtener el Numero Estructural*



**Figura: 35**

*Se muestra la comprobación mediante software*

*Nota:* Se utilizo el software de Luis Ricardo para comprobar el cálculo de  $SN_3$ ;  $SN_2$ ;  $SN_1$

**Tabla 38**

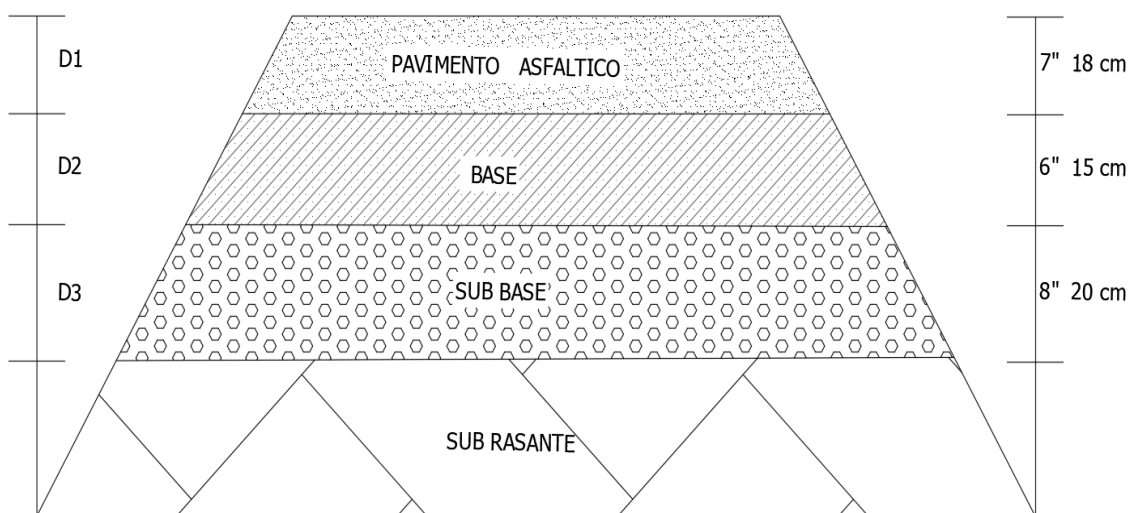
*Cuadro de resumen de coeficientes y espesores*

<b>Números Estructural</b>	
$SN_3$	4.70
$SN_2$	3.60
$SN_1$	3.00
<b>Coefficientes de Capa</b>	
$a_3$	0.121
$a_2$	0.129
$a_1$	0.431
<b>Coefficientes de Drenaje</b>	
$m_2$	1.00
$m_3$	1.00
<b>Espesores</b>	
$D1$	7.00 "
$D2$	6.00 "
$D3$	8.00 "

Tenemos el cuadro resumido de Numero Estructural, Coeficiente de capa, Coeficiente de Drenaje y los espesores del pavimento asphaltico realizado de la zona de estudio.

**Figura: 36**

*Esquema general según AASTHO 93*



#### 4.4 ANALISIS DE ESTRUCTURA INICIAL Y REFORZADO CON GEOMALLA BIAxIAL GEOMALLA P-BX 2020

Tenemos la ecuación final para optimizar la base y sub base

$$SN_{gr} = a_2 * D_{2r} * m_2 + a_3 * LCR * D_{3r} * m_3$$

$$1.74 = 0.129 * D_{2r} * 1.00 + 0.121 * 1.34 * D_{3r} * 1.00$$

$$D_{3r} = \frac{SN_{gr} - a_2 * D_{2r} * m_2}{a_3 * LCR * m_3}$$

**Tabla 39**

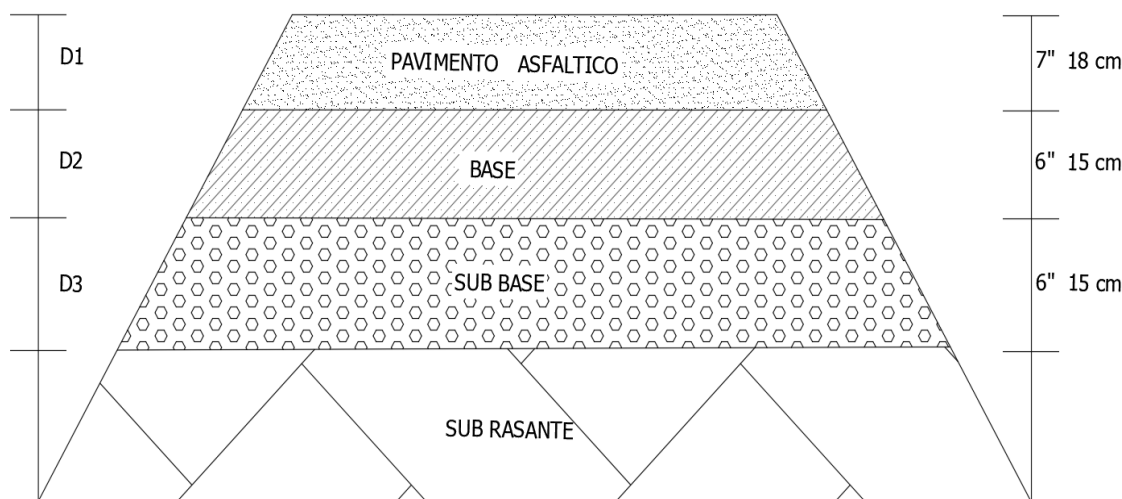
*Espesor optimizado de subbase D3r*

Capa	Espesor inicial		Espesor reforzado		Reducción
	cm	in	cm	in	
<b>Carpeta asfáltica</b>	18	7 "	18	7 "	0
<b>Base</b>	15	6 "	15	6 "	0
<b>Subbase</b>	20	8 "	15	6 "	5

*Nota:* Tenemos una reducción de 5 cm de subbase (D3r)

**Figura: 37**

*Estructura de Pavimento aplicando geomalla P-BX 2020*



**4.5 ANÁLISIS DE ESTRUCTURA INICIAL Y REFORZADO CON GEOMALLA BIAxIAL GEOMALLA P-BX 3030**

$$SN_{gr} = a_2 * D_{2r} * m_2 + a_3 * LCR * D_{3r} * m_3$$

$$1.74 = 0.129 * D_{2r} * 1.00 + 0.121 * 1.44 * D_{3r} * 1.00$$

$$D_{3r} = \frac{SN_{gr} - a_2 * D_{2r} * m_2}{a_3 * LCR * m_3}$$

**Tabla 40**

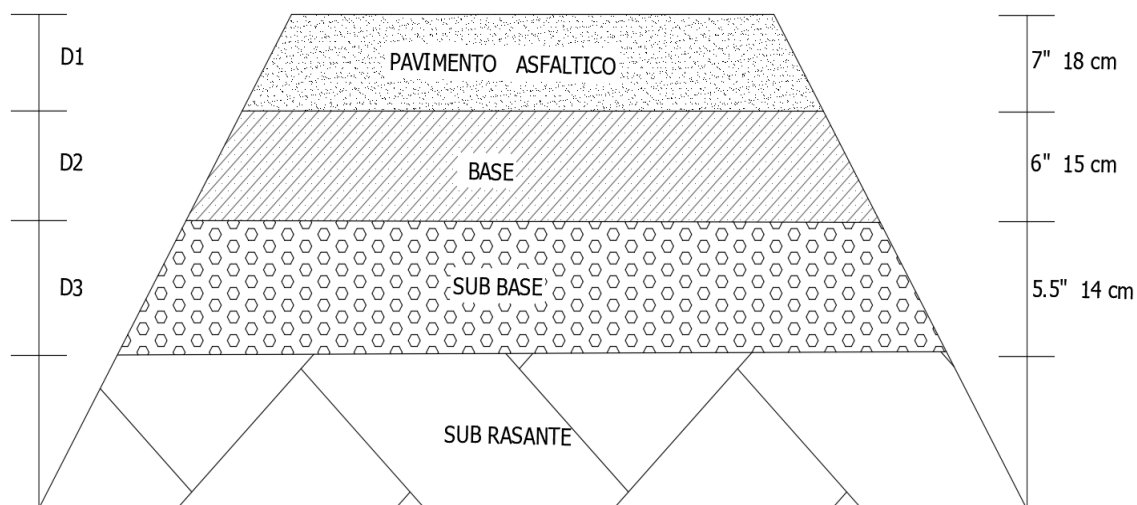
*Espesor optimizado de subbase con geomalla P-BX 3030*

Capa	Espesor inicial		Espesor reforzado		Reducción
	cm	in	cm	in	
<b>Carpeta asfáltica</b>	18	7 "	18	7 "	0
<b>Base</b>	15	6 "	15	6 "	0
<b>Subbase</b>	20	8 "	14	5.54 "	6

*Nota:* Podemos apreciar una reducción de 6 cm en subbase (D3r)

**Figura: 38**

*Estructura de Pavimento aplicando geomalla P-BX 3030*



**Tabla 41**

*Resumen de los espesores optimizados*

CAPA	ESPESOR METODO ASSTHO 93	ESPESOR REFORZADO P-BX 2020	ESPESOR REFORZADO P-BX 3030
Carpeta asfáltica	18	18	18
Base	15	15	15
Subbase	20	15	14

#### 4.6 COMPROBACIÓN CON EL SOFTWARE DE GEOSOFIT PAVCO 4.0

- ✓ Introducimos los datos necesarios de diseño de pavimento flexible por el método AASTHO 93

**Figura: 39**

Se introducen los datos calculados anteriormente por AASTHO

**Geosoft® | Refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales Coextruidas**

Parámetros de refuerzo | Diseño de pavimento flexible | **Resultados** | Reporte

Confiabilidad R [%]	90%
Zr	1.282
Desviación estándar So	0.45
Índice de servicio Inicial Po	4.0
Índice de servicio Final Pf	2.0
Módulo de la subrasante MR (PSI)	8933.452

**Tipo de Cálculo**

Calcular número estructural  
 Calcular número de ejes

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 0.35 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - I_s} \right]}{0.40 + \frac{1004}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

**Número estructural**

Número estructural SN	5.38
Número de ejes equivalentes (W18)	7736854
Número estructural requerido	0
Observación	CUMPLE

*Nota:* Se utilizó el software de Geosoft Pavco v4

- ✓ En el parámetro de refuerzo, introducimos el CBR de 7.07% y el tipo de geomalla de refuerzo que es de P-BX 2020 y los espesores de las capas, los coeficientes de capa y drenaje

**Figura: 40**

Introducimos los coeficientes de capa, drenaje y CBR

**Geosoft® | Refuerzo en vías con Geomallas Biaxiales Coextruidas**

Parámetros de refuerzo | **Diseño de pavimento flexible** | Resultados | Reporte

CBR Terreno natural (%) 7.07 Geomalla de refuerzo P-BX 2020

Número de capas granulares 2

Capa	D <sub>i</sub>	Unidades D <sub>i</sub>	a <sub>i</sub>	m <sub>j</sub>
Concreto Asfáltico	18.0	cm	0.43	-----
Base Granular	15.0	cm	0.13	1.00
Subbase Granular	20.0	cm	0.12	1.00

Número estructural calculado 4,77

Revisar diseño (AASTHO 93)

*Nota:* Se utilizó el software de Geosoft Pavco v4

**Figura: 41**

Tenemos el resultado de estructura inicial y reforzada



*Nota:* Se utilizó el software de Geosoft Pavco v4

- ✓ Mediante el software de Geosoft Pavco v4 tenemos una reducción de 5 cm, y realizando mediante el cálculo también obtenemos 5 cm tal como se muestra en la tabla 41 con Geomalla P-BX 2020 y con P-BX 3030 obtenemos una reducción de 6 cm

#### 4.7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según (Belizario Barreda, 2022) obtuvo los resultados mediante la clasificación de SUCS un material de arcilla inorgánica de poca plasticidad, arcillas limosas y gravas arenosas por lo que se agrupa a CL, por el sistema de AASTHO se agrupa a A-6(9) con una capacidad portante baja con el CBR < 8.20%, por lo que se mejoró empleando material de geotextil y significativamente se consigue la mejora de capacidad portante y disminuye la aparición de grietas y ahuellamientos. En la presente investigación se tuvo un CBR de 7.07% y la clasificación por el sistema de SUCS de la base granular, se tiene un material granular con grava, razón por el cual se agrupa a GW Y GC, por el sistema AASTHO se agrupa al grupo de A-2-4. Sin embargo, para la subbase según por el sistema



de SUCS, se tiene material granular con mezcla con arena y arcilla, por lo cual se agrupa a SW, por el sistema de AASTHO se agrupa A-1-a, por lo tanto, se dará a conocer e interpretar también los resultados obtenidos correspondientes al autor.

Según (Bautista Cosi & Quispe Paripanca, 2022) determino el diseño por el método AASTHO 93, la cual fue proyectada para un lapso de 15 años, abarcando una ESAL de 2,105,034. Teniendo el CBR de 18.01% se obtuvo que la carpeta asfáltica de 9 cm, y la base granular de 10 cm y la subbase de 20 cm. En la presente investigación se obtuvieron el diseño por el método AASTHO 93, con un ESAL de 7736854, para un periodo de 15 años, teniendo el CBR de 7.07% de la subrasante de categoría regular, se tuvo una carpeta asfáltica de 18 cm, la base granular de 15 cm, y la subbase de 20 cm.

Según (Bautista Cosi & Quispe Paripanca, 2022), Se formularon dos diseños distintos, incorporando geomallas con diferentes resistencias. El primer diseño utilizó una geomalla biaxial clasificada como Tipo A, con una resistencia de 20KN. El segundo diseño incorporó una geomalla clasificada como Tipo B, exhibiendo una resistencia de 30KN. Ambos diseños se ejecutaron meticulosamente utilizando el método Geosoft Pavco V 3.0, lo que nos permitió determinar los espesores óptimos para las capas de base y subbase reforzadas junto con la geomalla. Comparando los dos tipos de materiales el tipo A básicamente disminuyo en 5 cm en subbase y el tipo B en 6 cm en la subbase.

En la presente investigación se realizó aplicando geomalla biaxial coextruida P-BX 2020: con resistencia isotrópica de 20 KN/m, se tuvo como resultado la reducción de 5 cm en la subbase granular. Sin embrago aplicando geomalla biaxial coextruida P-BX 3030: con resistencia isotrópica de 30 KN/m, se tuvo una reducción de 6 cm en la sub base granular



## CONCLUSIONES

1. Realizando la clasificación de SUCS Y AASTHO de base granular determina que tiene más de la mitad de fracción retenida en el tamiz N° 4, por lo tanto, se agrupa a GW Y GC con material con gravas bien graduadas y por sistema AASHTO se concluye que tiene material granular con un LL de 28.09% lo cual el máximo es de 40%, y IP se tiene 7.69% por lo tanto el máximo es de 10%, podemos concluir material granular con grava y pertenece al grupo de A-2-4.
2. Sin embargo, para subbase granular se determina que es un material granular con mezcla con arena y arcilla y se agrupa SW con un material granular con grava. Por el método AASHTO, se tiene material granular, con porcentaje que pasa tamiz N° 10 es de 4.51 % lo cual el máximo es de 50 %, y por el tamiz N°40 tenemos de 13.81%, lo cual el máximo es de 30 % y finalmente por el tamiz N°200 obtenemos un valor de 2.8%, por lo tanto, el máximo es de 15% y el Índice de plasticidad tenemos de 3.41% entonces el máximo es de 6%, concluimos que cumple todos los tamices según al rango que proporciona sistema AASTHO y pertenece al grupo de A-1-a
3. Realizando el estudio vehicular, en la Avenida Manco Cápac para un tiempo de diseño de 15 años y con un crecimiento de 3% determinamos el ESAL de 7736854 veh. Sin embargo, nos dio un resultado que el día jueves tiene mayor cantidad de transitabilidad con total de 2026 vehículos por día y también tenemos con 67 % de vehículos ligeros y con 33 % de vehículos pesados. Determinando el diseño por el sistema AASHTO 93, con un CBR de 7.07% de la subrasante con categoría de (Regular) según la MTC/14, se obtuvieron los espesores de las capas que viene de hacer de 7" la carpeta asfáltica, la base de 6" y la subbase de 8"



4. Calculando los espesores de subbase, con geomalla biaxial coextruida de P-BX 2020 con eficiencia en nodos de 90% según Pavco, empleando el refuerzo tenemos una reducción de subbase de 5 cm
5. Para el espesor de subbase, con geomalla de P-BX 3030 tenemos una reducción de 6 cm, que a diferencia de P-PX 2020 es mucho más mejor el refuerzo en la subbase. Lo cual podemos concluir que empleando las geomallas biaxiales optimiza los espesores de la subbase



## RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a nuestros resultados obtenidos con un CBR regular de subrasante, se recomienda plantear el uso de geomallas como una solución de diseño por su eficiencia en nodos de 90 %.
2. Para tener un resultado eficiente se recomienda realizar el estudio de drenaje, para tener mejor diseño de pavimentos, porque en la actualidad tenemos fallas estructurales por factores climáticos.
3. Se recomienda contar con una norma en nuestro país para CBR de categoría regular ya en la actualidad nuestro país no cuenta con una norma para emplear como diseño en pavimentos.
4. Para tener un cálculo eficiente con refuerzo de geomallas biaxiales de P-BX de 2020 y de P-BX 3030, se recomienda utilizar el software de Geosoft Pavco v4.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASTHO. (1993). *Guia AASTHO para Diseño de Estructuras de pavimentos*. Obtenido de [https://www.buscalibre.pe/aashto-guide-for-design-of-pavement-structures-1993-vol-1-1560510552-com\\_p\\_52877719.html](https://www.buscalibre.pe/aashto-guide-for-design-of-pavement-structures-1993-vol-1-1560510552-com_p_52877719.html)
- Bautista Cosi, H. O., & Quispe Paripanca, E. F. (2022). *Análisis comparativo entre el diseño de pavimento flexible tradicional y el pavimento flexible reforzado con geomallas, Moquegua [ Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104293>
- Belizario Barreda, C. (2022). *Mejoramiento de Capacidad Portante del Suelo en Obras Viales con la Utilización de Geosintéticos en Juliaca, San Román, 2022 [ Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo ]*. Repositorio institucional. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/86730/Belizario\\_B-C-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/86730/Belizario_B-C-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bermudez Manrique , W. N., & Cruz Alvarez, L. D. (2020). *Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles [ Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia ]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9344>
- Cardozo Tovar, S., & Pinto Chaves, J. C. (2022). *Análisis sobre la utilización de geosintéticos en la ingeniería de pavimentos: aplicado a un tramo de vía específico del casco urbano del municipio de garzón – departamento del huila [tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/27116>



- Chucalta Huamani, G. M. (2021). *Evaluación Técnica y Económica de la Utilización de Geosintéticos en el Pavimento Flexible de las Vías de Ciudad Majes, Arequipa 2021* [ tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo ]. Repositorio institucional .  
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/81608>
- Condori Ticona, J. A. (2021). *Influencia de la aplicación del refuerzo con geomalla en la capa de mejoramiento en la respuesta estructural de subrasante de pavimentos flexibles para la Urbanización Taparachi de Juliaca [ Tesis de pregrado, Universidad Continental ]*. Repositorio Institucional. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12491/6/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Condori\\_Ticona\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12491/6/IV_FIN_105_TE_Condori_Ticona_2021.pdf)
- Miranda Ramos, E. C. (2019). *Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba - Ongón. Provincia de Pataz, La Libertad [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO ]*. Repositorio Institucional.  
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5061>
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Seccion Suelos y Pavimentos*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
- Oscoco Herhuay, A. (2018). *Aplicación de geosintéticos para mejora de la durabilidad del pavimento flexible en el Sector 4 - Lince [ Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54745>
- PAVCO. (s.f.). *Diseño de Infraestructura con geosinteticos* (Decima Edicion ed.).  
Obtenido de <https://www.geosoftpavco.com/index.html>



Qamhia, I. I. (2021). *Evaluation of Geosynthetics Use in Pavement Foundation Layers and Their Effects on Design Methods* [ Tesis de grado, University of Illinois at Urbana-Champaign]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://doi.org/10.36501/0197-9191/21-025>

Zevallos Huaranga, J. L., & Lino Villegas, I. V. (2018). *Análisis del uso de geosintéticos en pavimentos flexibles, como refuerzo estructural en la carretera vecinal entre la localidad de Monzon y Huagay .Distrito de Monzon -Huamalies- Huánuco* [ Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán ]. Repositorio Institucional - UNHEVAL. Obtenido de <https://purl.org/repo/renati/level#tituloProfesional>



# ANEXOS



## ANEXO 01

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	LÍNEA INVESTIGACION
¿De qué manera contribuye la aplicación de geomallas biaxiales en el diseño de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?	¿Evaluar la aplicación de geomallas biaxiales en el diseño de la estructura de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?	¿Con la implementación de geomallas biaxiales como influye en la durabilidad en pavimentos flexibles Avenida Manco Capac en el distrito de san miguel?	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Diseño de método AASTHO 93	Espesor de Capa: Carpeta asfáltica; Base; Subbase	Tecnología de Construcción
				Diseño de pavimento flexible usando geomallas	Espesor de Capa: Sub base	CAMPO TEMATICO
				Uso de Geomallas biaxiales	Comparación AASTHO 93 vs Uso de Geomallas	Reducción del espesor de la capa de Subbase
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICO</b>				ENFOQUE INVESTIGACION
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la clasificación mediante el sistema de SUCS y AASTHO para el diseño de pavimento flexible en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?</li> <li>¿Cómo es el diseño de pavimento flexible utilizando el método AASTHO 93 en la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel?</li> <li>¿Cómo influye mediante la aplicación de geomalla biaxial en el espesor de la subbase del pavimento flexible?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el sistema de clasificación mediante SUCS y AASTHO de base granular y subbase granular del pavimento flexible</li> <li>Determinar el diseño de pavimento flexible con el método AASTHO 93 para el análisis del diseño de la estructura de pavimento flexible.</li> <li>Calcular el espesor de subbase aplicando geomalla biaxial coextruida P-BX 2020 con resistencia isotrópica de 20 kn/m y P-BX 3030 con resistencia isotrópica de 30 kn/m</li> <li>Evaluar el diseño del espesor de la subbase del pavimento flexible y realizar la comprobación con el software Geosoft Pavco V4.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con la implementación de geomallas biaxiales, como contribuye su mejora en el diseño de la estructura de pavimento flexible a diferencia a las alternativas de diseño tradicionales</li> <li>Con la aplicación de geomallas biaxiales coextruida P-BX 2020: con resistencia isotrópica de 20 KN/m, como influye en el espesor de subbase en una estructura de pavimento flexible</li> <li>Con la aplicación de geomallas biaxiales coextruida P-BX 3030: con resistencia isotrópica de 30 KN/m, como influye en el espesor de subbase de una estructura de pavimento flexible</li> </ul>				Cuantitativo
						NIVEL INVESTIGACION
						Explicativo - Aplicativo
						POBLACION
			<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>			En la Avenida Manco Capac del Distrito de San Miguel
				Estudio de trafico	Índice medio, diario, semanal. Factor de FD y FC Estimación de Esal	Coordenadas:
				Estudio de Suelos	Clasificación de suelos CBR	Latitud:
			Elemento de Refuerzo	Diseño de AASTHO 93	Confiabilidad Desviación estándar Módulo resiliencia Diferencia serviciabilidad Numero estructural	Longitud:
						-15° 28' 20.7"S
						-70° 7' 51.2"W

## ANEXO 02

### PANEL FOTOGRAFÍCO

#### Fotografía: 1

Realizando aforo vehicular en la zona de estudio de los días 19 al 25 de noviembre 2023



#### Fotografía: 2

Exploración de calicata y Obtención de las muestras para su clasificación



### Fotografía: 3

Obteniendo muestras para realizar ensayos de CBR y clasificación de suelos



### Fotografía: 4

Realizando ensayo de Proctor modificado





**ANEXO 03**  
**CERTIFICADO DE LABORATORIO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA

**CANTERA** : TAPARACHI

**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

**FECHA** : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	480.30
SUELO SECO + TARRO	gr	455.10
PESO DEL TARRO	gr	48.02
PESO DEL AGUA	gr	25.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	407.08
HUMEDAD %	%	6.19

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	47.67	45.61
SUELO SECO + TARRO	gr	43.71	41.80
PESO DEL TARRO	gr	28.50	29.05
PESO DEL AGUA	gr	3.96	3.81
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.21	12.75
HUMEDAD %	%	26.04	29.88
N° DE GOLPES		26	26

#### LÍMITE PLASTICO

3	4
20.51	19.54
18.38	17.69
8.28	8.31
2.13	1.85
10.10	9.38
21.09	19.72

**LÍMITE LIQUIDO %** : 28.09      **LÍMITE PLASTICO %** : 20.41

**INDICE PLASTICO %** : 07.69

LL =  $W_n * (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgty. Arnaldo Yana Torres  
 CIP: 103257

B. N° 006-00276516



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

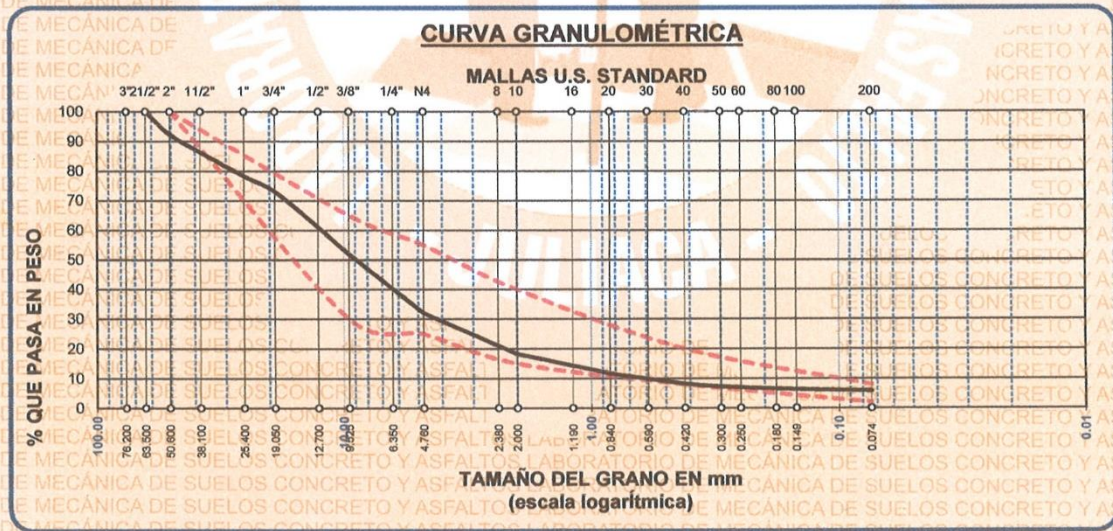
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA

**MUESTRA** : TAPARACHI

**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

**FECHA** : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: 2 1/2"
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>							
		P.I.=	9000.00				
		P.L.=	8469.81				
		P.P.=	530.19				
		% W =	6.19				
<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>							
		L.L.=	28.09				
		L.P.=	20.41				
		I.P.=	7.69				
<b>CARACT. GRANULOMÉTRICAS:</b>							
		D10= 0.632	Cu= 19.5				
		D30= 4.332	Cc= 2.41				
		D60= 12.33					
<b>CLASIFICACIÓN:</b>							
I.G. =							
<b>SUSCS : GW-GC</b>							
<b>ASSTHO : A-2-4 (0)</b>							
<b>GRADACIÓN: A</b>							
<b>OBSERVACIONES:</b>							
<b>BASE</b>		530.19	5.89	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		9000.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		5.89					



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00276516



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

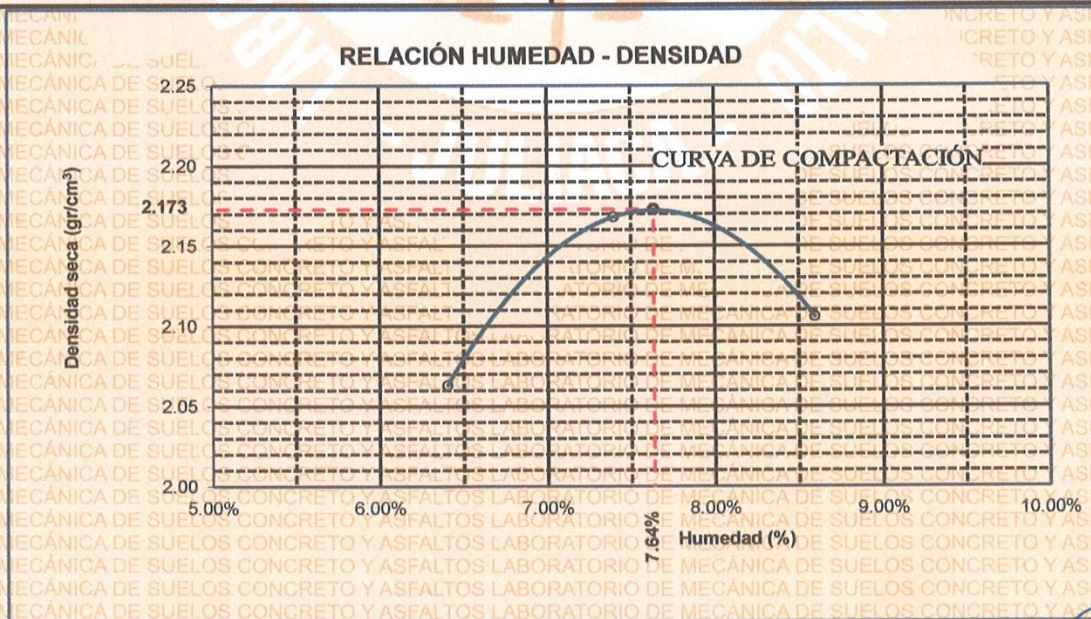
<b>TESIS</b>	EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL			
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. JOEL CALCINA AZA			
<b>MUESTRA</b>	BASE GRANULAR			
<b>UBICACIÓN</b>	AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA	<b>PROGRESIVA km</b>	: 0+880	
<b>LUGAR</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL		<b>CAPA</b>	: BASE
<b>FECHA</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2023			

<b>MOLDE No</b>	: 1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	: 2141 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	: 5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	: 56 golpes

<b>Peso Suelo Húmedo + Molde</b>	gr.	11385	11670	11581
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6685	6685	6685
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	4700	4985	4896
<b>Densidad del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	2.195	2.328	2.287

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Húmedo + Capsula</b>	gr.	598.80	344.11	271.62	227.50	299.22	234.11
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	564.90	327.42	256.81	215.63	279.62	219.91
<b>Peso del Agua</b>	gr.	33.90	16.69	14.81	11.87	19.60	14.20
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	49.20	59.60	54.05	57.11	48.52	56.90
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	515.70	267.82	202.76	158.52	231.10	163.01
<b>% de Humedad</b>	%	6.57%	6.23%	7.30%	7.49%	8.48%	8.71%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	6.40%		7.40%		8.60%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	2.063		2.168		2.106	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	: 2.173 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	: 7.64%



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS POR EL SOLICITANTE EN EL LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FCP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

B. N° 006-00276517

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA  
**MUESTRA** : BASE GRANULAR  
**UBICACIÓN** : AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA PROGRESIVA km : 0+880  
**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL CAPA : BASE  
**FECHA** : 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023

<b>MOLDE No</b>	III		II		I	
<b>No DE CAPAS</b>	5		5		5	
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	12		25		56	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10849	10391	10937	10672	11120	10972
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6691	6691	6740	6740	6750	6750
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr.	4158	3700	4197	3932	4370	4222
<b>Volumen del Suelo</b>	cc.	2101.36	2101.36	2113.98	2113.98	2116.87	2116.87
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc.	1.979	1.761	1.985	1.860	2.064	1.994

<b>Capsula No</b>	No	4								
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	290.33	261.17	324.01	282.29	268.33	276.03	266.39	280.49	306.11
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	265.87	242.86	310.93	264.03	253.58	264.92	251.45	265.65	294.22
<b>Peso del Agua</b>	gr.	24.46	18.31	13.08	18.26	14.75	11.11	14.94	14.84	11.89
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	38.75	39.17	39.02	39.96	39.40	38.01	38.50	38.69	38.02
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	227.12	203.69	271.91	224.07	214.18	226.91	212.95	226.96	256.20
<b>% de Humedad</b>	%	10.77%	8.99%	4.81%	8.15%	6.89%	4.90%	7.02%	6.54%	4.64%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	9.88%		4.81%	7.52%		4.90%	6.78%		4.64%
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cc.	1.801		1.680	1.847		1.773	1.933		1.906

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/11/2023	10:00: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
23/11/2023	10:00: a.m.	24:00:00	0.53	0.01	0.01	0.48	0.01	0.01	0.30	0.01	0.01
24/11/2023	10:00: a.m.	48:00:00	0.56	0.01	0.01	0.50	0.01	0.01	0.33	0.01	0.01
25/11/2023	10:00: a.m.	72:00:00	0.59	0.01	0.01	0.52	0.01	0.01	0.35	0.01	0.01
26/11/2023	10:00: a.m.	96:00:00	0.60	0.02	0.01	0.53	0.01	0.01	0.34	0.01	0.01

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		18.40	103.2	5.2		78.60	359	18.1		65.00	301	15.2	
1.27	01:00		38.10	186.8	9.4		108.30	485	24.5		123.10	548	27.7	
1.91	01:30		48.50	231.0	11.7		134.80	596	30.1		183.40	804	40.6	
2.54	02:00	70.31	56.30	264.1	13.3		149.00	658	33.2		224.20	977	49.4	
3.81	03:00		74.90	343.0	17.3		173.20	760	38.4		263.20	1142	57.7	
5.09	04:00	105.00	85.30	387.2	19.6		189.00	827	41.8		302.30	1308	66.1	
6.35	05:00		93.00	419.9	21.2		201.20	879	44.4		341.50	1475	74.5	
7.62	06:00		102.60	460.6	23.3		215.30	939	47.5		362.20	1562	79.0	
8.84	07:00													
10.16	08:00													



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
C.I.P. 103297

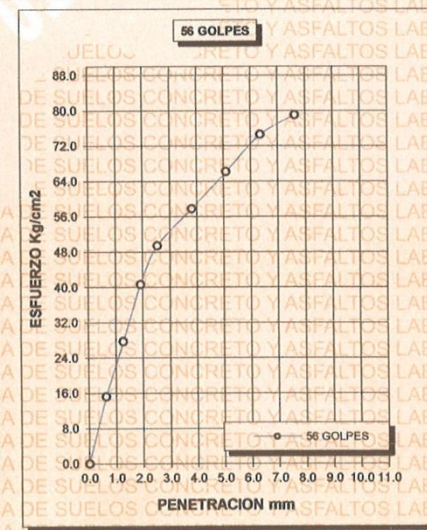
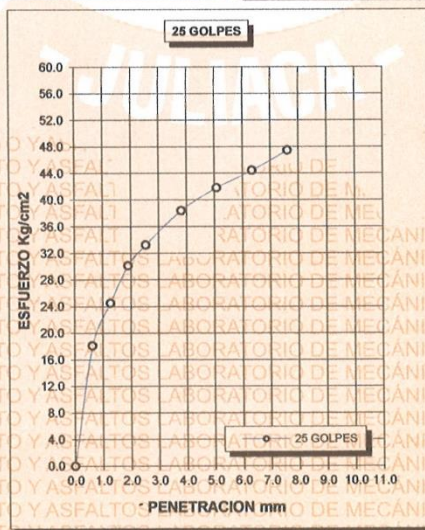
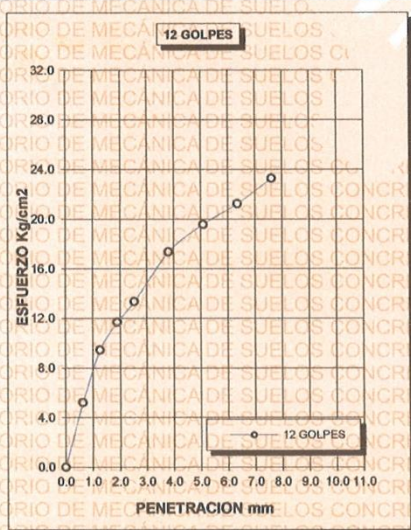
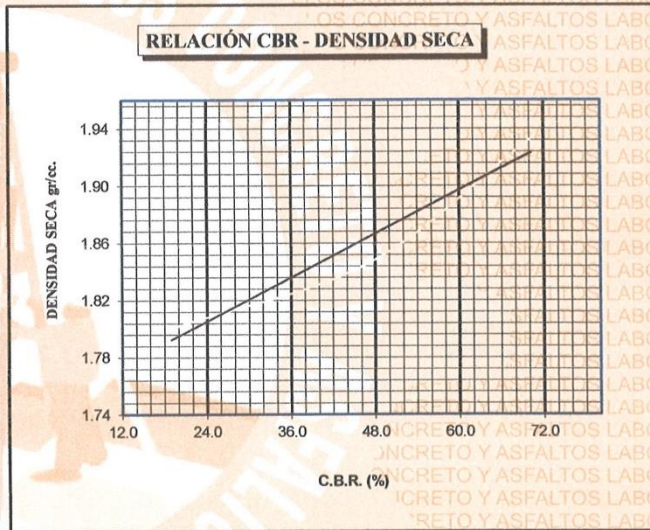
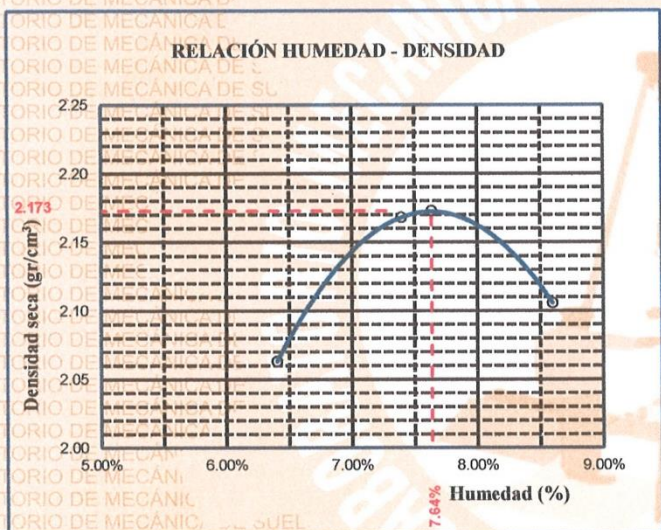
B. N° 006-00276517



**UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS**



<b>TESIS</b>	: EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. JOEL CALCINA AZA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b> 2.173
<b>MUESTRA</b>	: BASE GRANULAR	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 7.64%
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 70.22
<b>LUGAR</b>	: DISTRITO DE SAN MIGUEL	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 47.27
<b>FECHA</b>	: 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023	<b>CLASIFICACIÓN :</b>
		<b>AASHTO</b> : : A-2-4 (0)
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



CBR 19

CBR 47

CBR 70



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP/INGENIERÍA CIVIL  
 B. N.º 006/00276617

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
 JEFATURA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA  
**MATERIAL** : PARA SUBBASE  
**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO  
**FECHA** : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

### CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	264.80
SUELO SECO + TARRO	gr	243.10
PESO DEL TARRO	gr	52.00
PESO DEL AGUA	gr	21.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	191.10
HUMEDAD %	%	11.36

### LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		M	N
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.51	55.79
SUELO SECO + TARRO	gr	32.41	50.89
PESO DEL TARRO	gr	8.74	25.27
PESO DEL AGUA	gr	5.10	4.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	23.67	25.62
HUMEDAD %	%	21.55	19.13
N° DE GOLPES		15	15

#### LÍMITE PLASTICO

7	8
31.98	29.98
31.25	29.20
25.61	24.98
0.73	0.78
5.64	4.22
12.94	18.48

**LÍMITE LIQUIDO %** : 19.12      **LÍMITE PLASTICO %** : 15.71

**INDICE PLASTICO %** : 03.41

LL =  $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$   
 Donde:  
 LL = Límite Líquido  
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)  
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
 C.I.P. 103257

B. N° 006-00276516



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

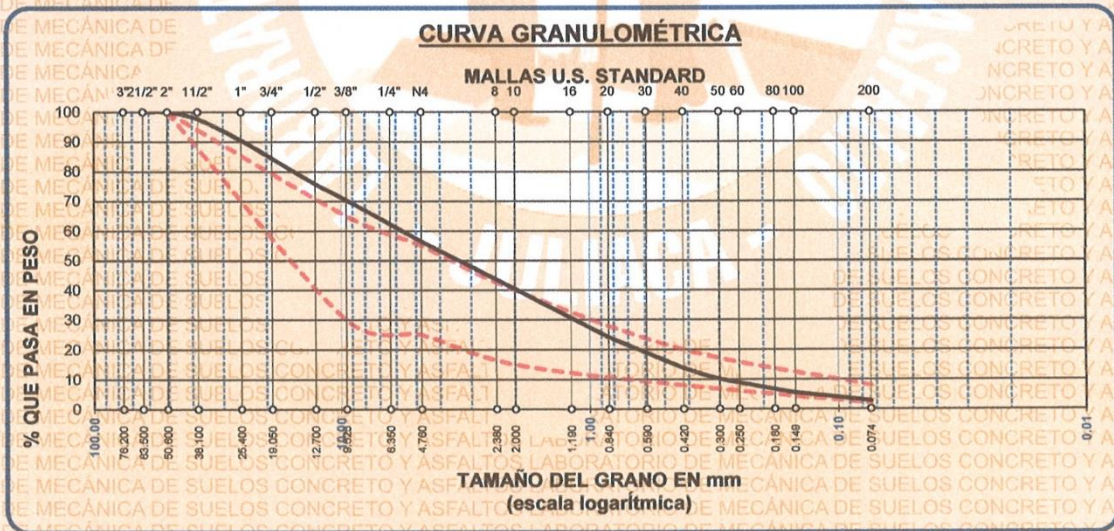


### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA  
**MUESTRA** : PARA SUBBASE  
**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO  
**FECHA** : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: 2"
3"	76.200						<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	P.L.= 7000.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 6800.00
1 1/2"	38.100	163.00	2.33	2.33	97.67		P.P.= 200.00
1"	25.400	500.00	7.14	9.47	90.53		% w = 11.36
3/4"	19.050	425.00	6.07	15.54	84.46		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
1/2"	12.700	606.00	8.66	24.20	75.80	30 - 65%	L.L.= 19.12
3/8"	9.525	377.00	5.39	29.59	70.41		L.P.= 15.71
1/4"	6.350						I.P.= 3.41
No4	4.760	973.00	13.90	43.49	56.51	25 - 55%	<b>CARACT. GRANULOMÉTRICAS:</b>
No8	2.380						D10= 0.293 Cu= 20.3
No10	2.000	1120.00	16.00	59.49	40.51	15 - 40%	D30= 1.251 Cc= 0.9
No16	1.190						
No20	0.840	1140.00	16.29	75.77	24.23		
No30	0.590						<b>CLASIFICACIÓN:</b>
No40	0.420	729.00	10.41	86.19	13.81	8 - 20%	I.G. =
No 50	0.300	252.00	3.60	89.79	10.21		<b>SUSCS : SW</b>
No60	0.250						<b>ASSTHO : A-1-a (0)</b>
No80	0.180						
No100	0.149	328.00	4.69	94.47	5.53	2 - 8%	<b>OBSERVACIONES:</b>
No200	0.074	187.00	2.67	97.14	2.86		
<b>BASE</b>		200.00	5.89	103.03	-3.03		
<b>TOTAL</b>		7000.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		2.86					



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FIGP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL

Mgv. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257

B. N° 006-00276516



**UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS**



## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

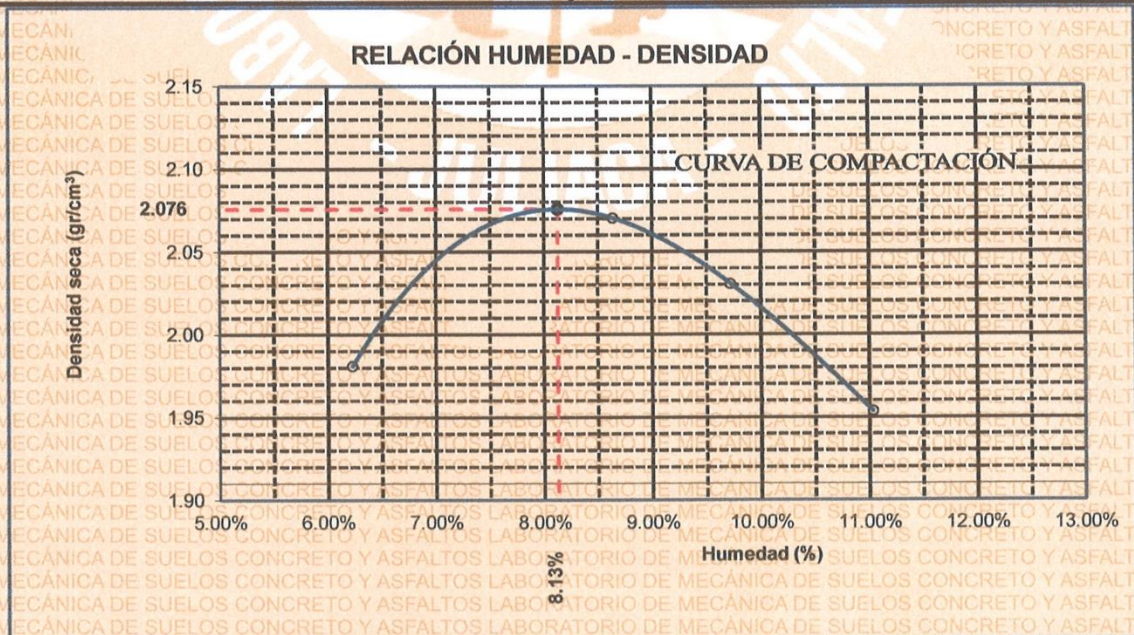
**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA  
**MUESTRA** : CALICATA - M-2  
**UBICACIÓN** : AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA **PROGRESIVA km** : 0+880  
**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL **CAPA** : subbase  
**FECHA** : 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023

**MOLDE No** : 1 **VOLUMEN DEL MOLDE** : 2079 cm<sup>3</sup>  
**No DE CAPAS** : 5 **GOLPES POR CAPA** : 56 golpes

	gr.	10304	10605	10561	10439
Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	5929	5929	5929	5929
Peso del Molde	gr/cm <sup>3</sup>	4375	4676	4632	4510
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.104	2.249	2.228	2.169

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	134.61	185.56	214.59	246.61	199.70	213.43	201.02	217.46
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.15	177.21	202.10	230.53	185.93	199.85	185.93	201.51
Peso del Agua	gr.	4.46	8.35	12.49	16.08	13.77	13.58	15.09	15.95
Peso de la Capsula	gr.	52.15	53.30	51.40	51.62	52.47	51.10	53.21	52.40
Peso del Suelo Seco	gr.	78.00	123.91	150.70	178.91	133.46	148.75	132.72	149.11
% de Humedad	%	5.72%	6.74%	8.29%	8.99%	10.32%	9.13%	11.37%	10.70%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	6.23%		8.64%		9.72%		11.03%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.981		2.070		2.031		1.954	

**METODO:** ASTM D - 1557 MODIFICADO "C" **MAXIMA DENSIDAD SECA** : 2.076 gr/cm<sup>3</sup>  
**HUMEDAD OPTIMA** : 8.13%



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS POR EL SOLICITANTE EN EL LABORATORIO

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257

B. N° 006-00276517



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA  
**MUESTRA** : CALICATA - M-2  
**UBICACIÓN** : AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA PROGRESIVA km : 0+880  
**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL CAPA : subbase  
**FECHA** : 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11140	10969	11408	11262	11232	11124
Peso del Molde	gr.	6810	6810	6752	6752	6730	6730
Peso del Suelo Humedo	gr.	4330	4159	4656	4510	4502	4394
Volumen del Suelo	cc.	2120.27	2120.27	2258.28	2258.28	2121.25	2121.25
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.042	1.962	2.062	1.997	2.122	2.071

Capsula No	No	4								
Suelo Humedo + Capsula	gr.	330.10	309.18	340.11	341.20	330.15	338.26	301.10	250.14	295.18
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	303.52	283.65	324.16	318.24	307.02	321.83	286.00	237.28	280.99
Peso del Agua	gr.	26.58	25.53	15.95	22.96	23.13	16.43	15.10	12.86	14.19
Peso de la Capsula	gr.	36.01	36.20	38.10	39.01	40.18	41.10	37.15	36.88	37.02
Peso del Suelo Seco	gr.	267.51	247.45	286.06	279.23	266.84	280.73	248.85	200.40	243.97
% de Humedad	%	9.94%	10.32%	5.58%	8.22%	8.67%	5.85%	6.07%	6.42%	5.82%
Promedio de Humedad	%	10.13%		5.58%	8.45%		5.85%	6.24%		5.82%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.854		1.858	1.901		1.887	1.998		1.958

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/11/2023	10:00: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
21/11/2023	10 00: a.m.	24:00:00	0.51	0.01	0.01	0.69	0.02	0.02	0.29	0.01	0.01
22/11/2023	10 00: a.m.	48:00:00	0.54	0.01	0.01	0.41	0.01	0.01	0.32	0.01	0.01
23/11/2023	10 00: a.m.	72:00:00	0.58	0.01	0.01	0.47	0.01	0.01	0.34	0.01	0.01
24/11/2023	10:00: a.m.	96:00:00	0.62	0.02	0.01	0.52	0.01	0.01	0.36	0.01	0.01

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
0.63	00:30		9.40	65.0	3.3	26.90	139	7.0		52.40	248	12.5		
1.27	01:00		20.00	110.0	5.6	40.10	195	9.9		85.70	389	19.7		
1.91	01:30		26.80	138.9	7.0	51.20	242	12.3		115.20	514	26.0		
2.54	02:00	70.31	31.10	157.1	7.9	62.50	290	14.7		131.40	583	29.5		
3.81	03:00		42.10	203.8	10.3	75.40	345	17.4		163.70	720	36.4		
5.09	04:00	105.00	46.30	221.6	11.2	85.40	388	19.6		190.10	832	42.1		
6.35	05:00		52.50	248.0	12.5	94.30	425	21.5		217.30	947	47.9		
7.62	06:00		57.20	267.9	13.5	102.30	459	23.2		231.40	1007	50.9		
8.84	07:00													
10.16	08:00													



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIF. 103257

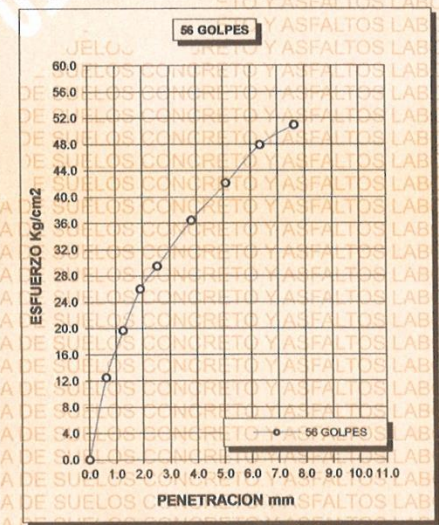
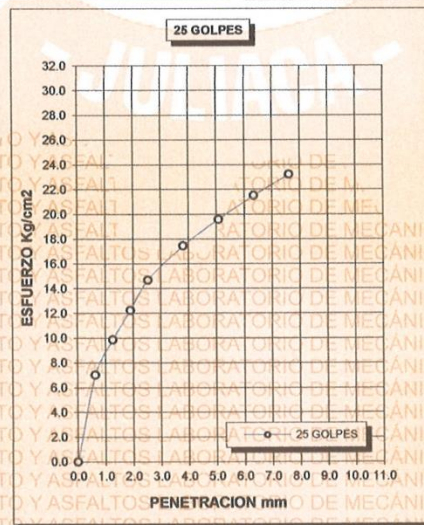
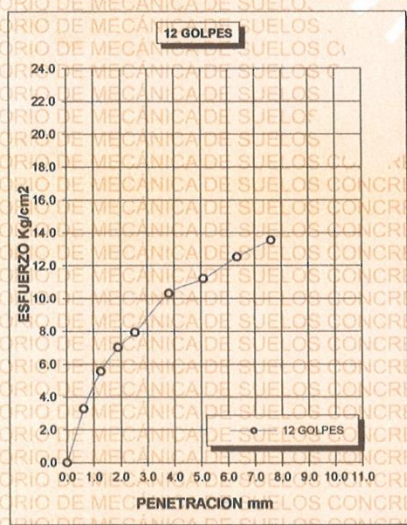
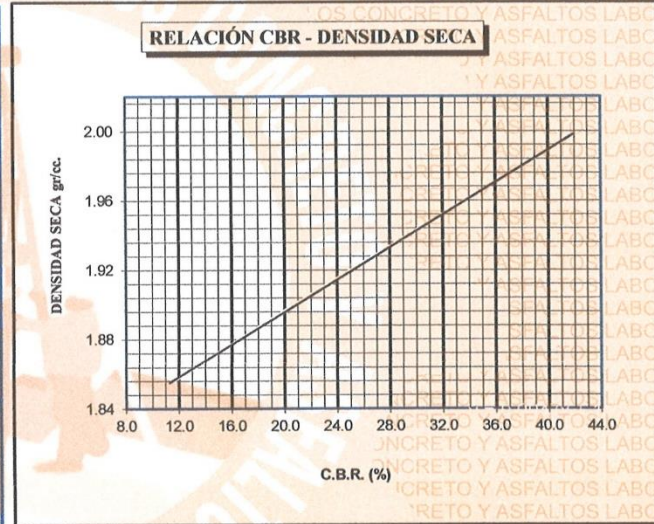
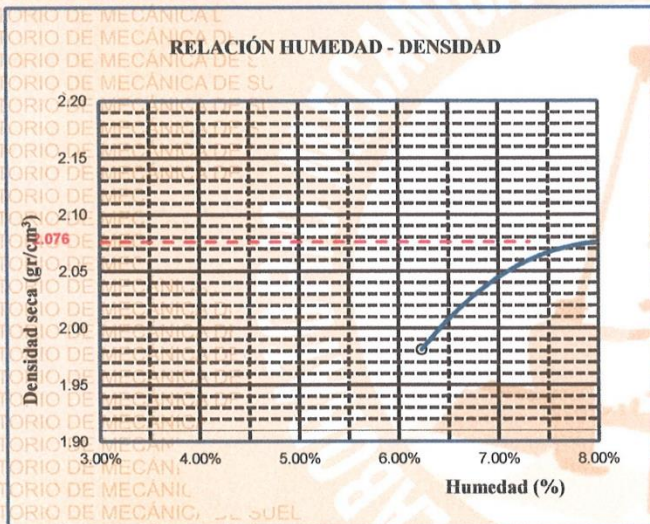
B. N° 006-00276517



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



<b>TESIS</b>	: EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. JOEL CALCINA AZA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>.)</b>	2.076
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA - M-2	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	8.13%
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	41.90
<b>LUGAR</b>	: DISTRITO DE SAN MIGUEL	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	20.88
<b>FECHA</b>	: 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023	<b>CLASIFICACIÓN:</b>	
		<b>AASHTO</b>	: A-1-a (0)
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

B. N° 006-00276517  
Mgty. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA

**MUESTRA** : CALICATA N° 1 **PROGRESIVA** : km 0+880

**UBICACIÓN** : AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA

**PROFUNDIDAD** : DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - REGIÓN PUNO

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m

**FECHA** : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	371.40
SUELO SECO + TARRO	gr	331.80
PESO DEL TARRO	gr	44.30
PESO DEL AGUA	gr	39.60
PESO DEL SUELO SECO	gr	287.50
HUMEDAD %	%	13.77

### LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

#### LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.04	29.00
SUELO SECO + TARRO	gr	28.32	25.63
PESO DEL TARRO	gr	19.16	17.49
PESO DEL AGUA	gr	3.72	3.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.16	8.14
HUMEDAD %	%	40.61	41.40
N° DE GOLPES		20	20

#### LÍMITE PLÁSTICO

1	2
14.27	15.15
13.42	14.31
8.60	9.01
0.85	0.84
4.82	5.30
17.63	15.85

**LÍMITE LÍQUIDO %:** 39.91 **LÍMITE PLÁSTICO %:** 16.74

**ÍNDICE PLÁSTICO %:** 23.17

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADAS POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257

B. N° 006-00276516



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA

**UBICACIÓN** : AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA

**MUESTRA** : CALICATA N° 1

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m

**FECHA** : 28 DE NOVIEMBRE DEL 2023

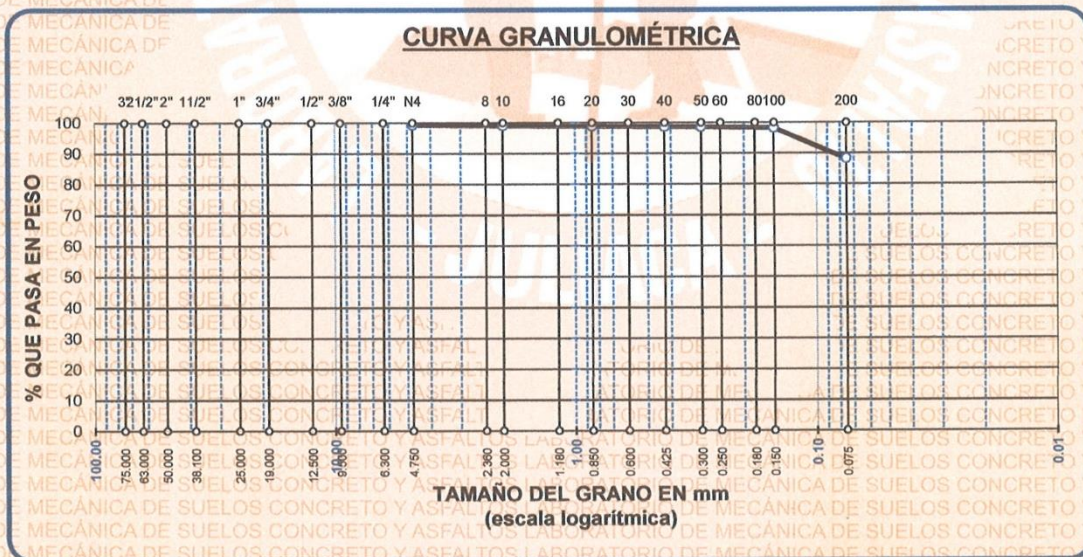
ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 58.99
2"	50.000						P.P.= 441.01
1 1/2"	38.100						% w = 13.77
1"	25.000						<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.000						L.L.= 39.91
1/2"	12.500						L.P.= 16.74
3/8"	9.500						I.P.= 23.17
1/4"	6.300						<b>CARACT. GRANULOMÉTRICAS:</b>
No4	4.750	3.96	0.79	0.79	99.21		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	1.19	0.24	1.03	98.97		
No16	1.180						
No20	0.850	0.96	0.19	1.22	98.78		
No30	0.600						
No40	0.425	0.71	0.14	1.36	98.64		
No 50	0.300	0.45	0.09	1.45	98.55		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	1.65	0.33	1.78	98.22		
No200	0.075	50.07	10.01	11.80	88.20		
BASE		441.01	88.20	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							

**CLASIFICACIÓN:**  
I.G. = :

**SUCS** : CL

**AASHTO** : A-6 (13)

**OBSERVACIONES:**



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP. 103257

B. N° 006-00276516



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

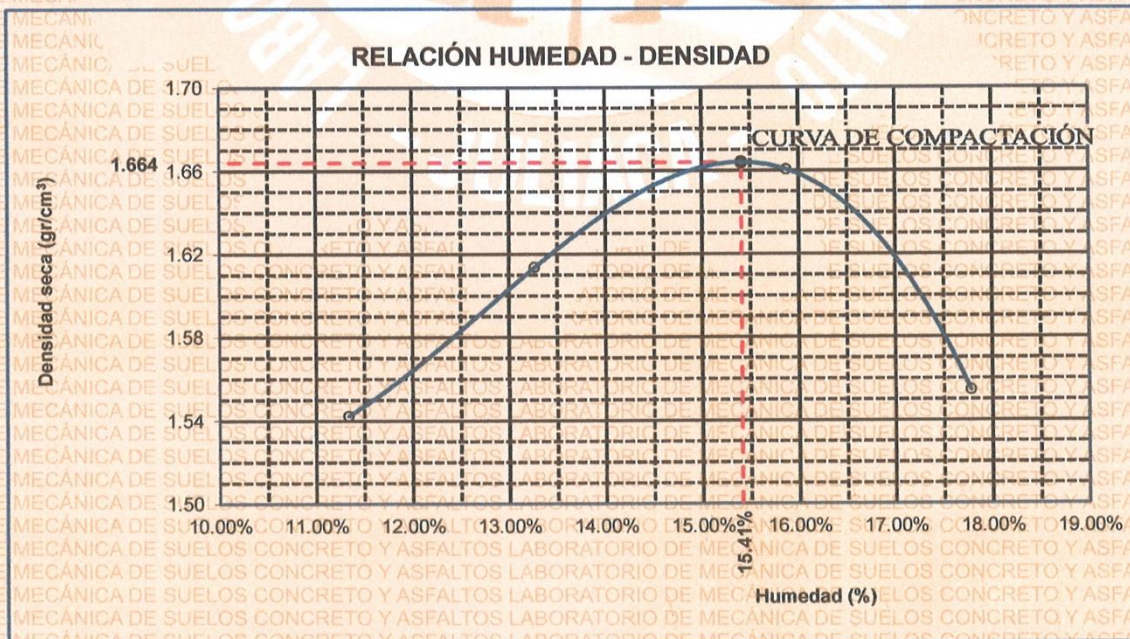
**TESIS** : EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL  
**SOLICITANTE** : Bach. JOEL CALCINA AZA  
**MUESTRA** : CALICATA - M-1  
**UBICACIÓN** : AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA PROGRESIVA km : 0+880  
**LUGAR** : DISTRITO DE SAN MIGUEL CAPA : Subrasante  
**FECHA** : 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023

**MOLDE No** : 1 **VOLUMEN DEL MOLDE** : 932 cm<sup>3</sup>  
**No DE CAPAS** : 5 **GOLPES POR CAPA** : 25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	5742	5845	5935	5848
Peso del Molde	gr.	4141	4141	4141	4141
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1601	1704	1794	1707
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.717	1.828	1.924	1.831

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	148.78	172.22	161.42	145.65	162.86	169.20	176.14	151.31
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	139.06	160.47	148.70	135.17	147.68	153.10	158.30	136.41
Peso del Agua	gr.	9.72	11.75	12.72	10.48	15.18	16.10	17.84	14.90
Peso de la Capsula	gr.	50.79	59.69	49.48	58.75	51.86	51.86	57.22	53.19
Peso del Suelo Seco	gr.	88.27	100.78	99.22	76.42	95.82	101.24	101.08	83.22
% de Humedad	%	11.01%	11.66%	12.82%	13.71%	15.84%	15.90%	17.65%	17.90%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	11.34%		13.27%		15.87%		17.78%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.542		1.614		1.661		1.555	

**METODO:** ASTM D - 1557 MODIFICADO "A" **MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.664 gr/cm<sup>3</sup>  
**HUMEDAD OPTIMA** : 15.41%



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
B. N° 006-00276517  
Mgr. Arnaldo Yañta Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

<b>TESIS</b>	: EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. JOEL CALCINA AZA	
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA - M-1	
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA	PROGRESIVA km : 0+880
<b>LUGAR</b>	: DISTRITO DE SAN MIGUEL	CAPA : Subrasante
<b>FECHA</b>	: 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023	

<b>MOLDE No</b>	III		II		I	
<b>No de CAPAS</b>	5		5		5	
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	12		25		56	
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	11060	10648	11223	11020	11292	11018
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6795	6795	6744	6744	6785	6785
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr.	4265	3853	4479	4276	4507	4233
<b>Volumen del Suelo</b>	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cc.	2.026	1.831	2.131	2.034	2.150	2.019

<b>Capsula No</b>	No	4								
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	202.28	254.47	317.00	267.30	272.59	315.00	247.17	276.50	337.00
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	174.20	217.60	290.80	231.51	236.20	286.14	218.52	243.96	304.89
<b>Peso del Agua</b>	gr.	28.08	36.87	26.20	35.79	36.39	28.86	28.65	32.54	32.11
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	37.53	38.88	39.00	39.06	38.16	37.00	37.99	38.69	39.24
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	136.67	178.72	251.80	192.45	198.04	249.14	180.53	205.27	265.65
<b>% de Humedad</b>	%	20.55%	20.63%	10.41%	18.60%	18.38%	11.58%	15.87%	15.85%	12.09%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.59%		10.41%	18.49%		11.58%	15.86%		12.09%
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cc.	1.680	1.658	1.798	1.823	1.855	1.801			

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/11/2023	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.50	0	0
16/11/2023	08:25: a.m.	24:00:00	0.62	0.02	0.01	0.56	0.01	0.01	0.54	0.00	0.00
17/11/2023	08:25: a.m.	48:00:00	0.69	0.02	0.02	0.59	0.01	0.01	0.58	0.00	0.00
18/11/2023	08:25: a.m.	72:00:00	0.83	0.02	0.02	0.62	0.02	0.01	0.60	0.00	0.00
19/11/2023	08:25: a.m.	96:00:00	0.92	0.02	0.02	0.64	0.02	0.01	0.61	0.00	0.00

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		1.10	29.8	1.5		2.20	34	1.7		2.40	35	1.8	
1.27	01:00		3.80	41.3	2.1		6.10	51	2.6		7.30	56	2.8	
1.91	01:30		6.50	52.7	2.7		9.70	66	3.4		12.90	80	4.0	
2.54	02:00	70.31	8.20	59.9	3.0		11.10	72	3.7		17.25	98	5.0	
3.81	03:00		10.80	71.0	3.6		15.80	91	4.6		23.50	125	6.3	
5.09	04:00	105.00	12.60	78.6	4.0		18.60	104	5.3		27.85	143	7.2	
6.35	05:00		14.60	87.1	4.4		20.90	114	5.8		30.10	153	7.7	
7.62	06:00		17.20	98.1	5.0		23.80	126	6.4		32.10	161	8.2	
8.84	07:00													
10.16	08:00													



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. Arnaldo Yana Torres  
CIP. 103257

B. N° 006-00276517

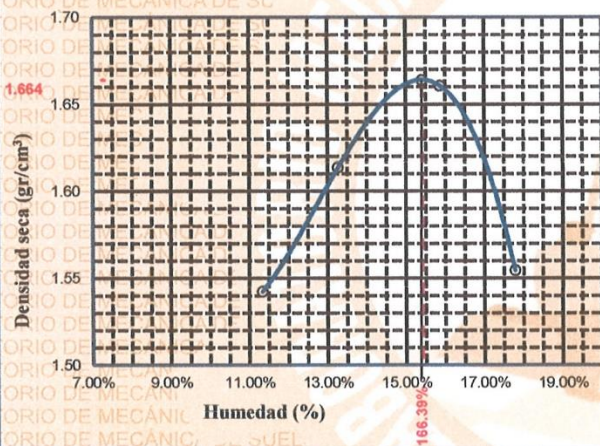


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

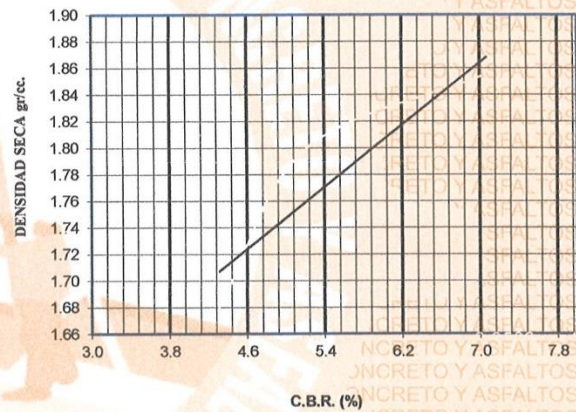


<b>TESIS</b>	: EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAJIALES COMO ELEMNTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. JOEL CALCINA AZA	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> 1.664
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA - M-1	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 15.41%
<b>UBICACIÓN</b>	: AV. MANCO CAPAC - URB. JUANA MARIA	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 7.07
<b>LUGAR</b>	: DISTRITO DE SAN MIGUEL	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 5.19
<b>FECHA</b>	: 30 DE NOVIEMBRE DEL 2023	<b>CLASIFICACIÓN :</b>
		<b>AASHTO</b> : : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS

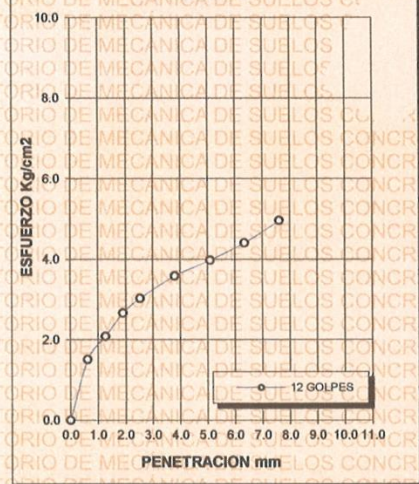
RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



RELACIÓN CBR - DENSIDAD SECA

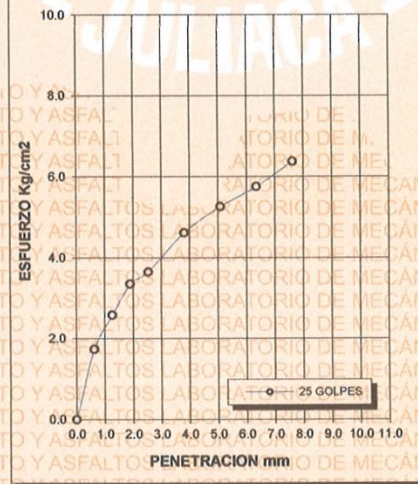


12 GOLPES



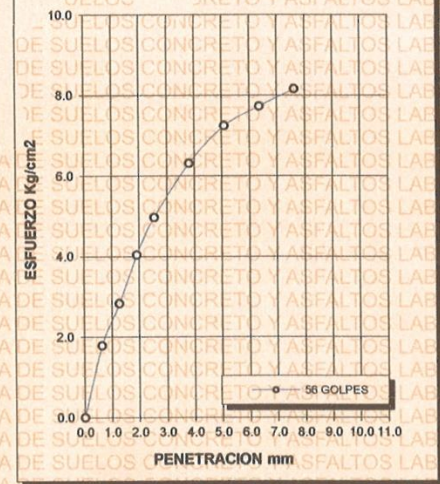
CBR 4

25 GOLPES



CBR 5

56 GOLPES



CBR 7



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
N° 006-00276517

Mgtr. Arnaldo Tana Torres  
CIF 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 11/06/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JOEL CALCINA AZA

Dirección: JR. MAXIMO FLORES G1-13 URB. JUANA MARIA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70834071

Teléfono: 910336087 email: calcina.jca99@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]

Título: EVALUACIÓN SOBRE EL USO DE GEOMALLAS BIAXIALES COMO ELEMENTO DE REFUERZO EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA MANCO CAPAC DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Palabras claves, (3 a 5 términos): GEOMALLA, PAVIMENTA, REFUERZO, SUBBASE

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV 1,2?

1

1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



**2. Referencia de tesis:**

- Bachiller   
  Título   
  2da Especialidad   
  Maestría   
  Doctorado

**3. Licencias:**

**a) Licencia estándar:**

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

**b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:**

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

  
Firma de Autor



huella digital

11-06-2024  
Fecha