



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A
NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI
A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

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

MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:


PRESIDENTE

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA


SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. EFRAÍN PARIILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 351-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 078-2024-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°327-2024 de fecha 10 de julio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **DENNIS JORGE TICONA CANAZA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **Asesor** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**

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: **DENNIS JORGE TICONA CANAZA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 24 de julio de 2024
- * **HORA** : 10:00
- * **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.

Cc. Arn: 2024-
Hteresado
Escuela Profesional



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
C.I.P. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
C.I.P. 35631



RESOLUCIÓN DECANAL N° 327-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 117-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 064-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 981-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **19 de setiembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **13 de mayo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DENNIS JORGE TICONA CANAZA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 178-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

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: **DENNIS JORGE TICONA CANAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

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. EFRAIN PARILLO SOSA.**

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
intermedo (a)



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



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL 244-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de junio del 2024

VISTOS:

El OFICIO N° OFICIO N° 030-2024-D-EPIC-UANCV-J, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil sobre el pedido de cambio de asesor del perfil de tesis del (la) Bachiller: DENNIS JORGE TICONA CANAZA, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: DENNIS JORGE TICONA CANAZA, ha solicitado cambio de asesor del perfil de tesis Titulado: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL 981 2023-D-FICP-UANCV de fecha 19 de setiembre de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- Presidente : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- 1er Miembro : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- 2do Miembro : Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
- Asesor : Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA

Que, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el ASESOR del Proyecto de Investigación el (la) Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por lo que ha determinado cambiar al ASESOR del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, al proveído a la solicitud del ejecutante del proyecto de investigación y el documento de vistos, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, mediante el cual informa la designación de nuevo ASESOR; el mismo que deberá actuar según el 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.

Estando, en la opinión favorable del responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, en concordancia 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, 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.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO - APROBAR, el cambio del asesor del Proyecto de Investigación presentado por el Bachiller: DENNIS JORGE TICONA CANAZA con el tema titulado: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil, se le asigna como:

- ASESOR : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ARTICULO SEGUNDO. RECONOCER como ASESOR del proyecto de investigación al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.

ARTICULO TERCERO. Disponer a los miembros del Jurado Calificador designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del Proyecto de Investigación, trabajo de tesis o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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. 66931



RESOLUCIÓN DECANAL N° 981-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 19 de setiembre 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 579-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 0176-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 41-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** 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 **07 de setiembre de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DENNIS JORGE TICONA CANAZA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA**, 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. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, la sub comisión de evaluación de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA**, 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: **DENNIS JORGE TICONA CANAZA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.**

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 contratado, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA.**

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.



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 RARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRATAMIENTO NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Dennis Jorge Ticona Canaza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70364119
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-9657-7209
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Oscar Vicente Viamonte Calla
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Arapa Latitud: S 15° 08' 30" Longitud: O 70° 07' 03"  https://maps.app.goo.gl/ZcRnGq3pEWn9qsuC9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2023 - Julio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Vozillo Sosa
DIRECTOR



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DENNIS JORGE TICONA CANAZA, identificado con DNI Nro. 70364119, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

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 29 de agosto del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este trabajo, fruto de la creatividad y la dedicación, lo ofrezco a Dios.



AGRADECIMIENTO

A mis docentes de la UANCV.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE GENERAL iii

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática 1

1.2 Planteamiento del problema 3

 1.2.1 Problema General 3

 1.2.2 Problemas Específicos 3

1.3 Objetivos de la investigación 4

 1.3.1 Objetivo General 4

 1.3.2 Objetivos Específicos 4

1.4 Justificación de la investigación 4

 1.4.1 Justificación Técnica 4

 1.4.2 Justificación Social 5

 1.4.3 Justificación ambiental 5

1.5 Hipótesis de la Investigación 5

 1.5.1 Hipótesis General 5

 1.5.2 Hipótesis Específicas 5

1.6 Variables e indicadores 6

 1.6.1 Variable Independiente 6

 1.6.2 Variable Dependiente 6

1.7 Operacionalización de Variables 6

CAPÍTULO II



MARCO TEÓRICO

- 2.1 Antecedentes de la investigación..... 8**
 - 2.1.1 Antecedentes Internacionales..... 8
 - 2.1.2 Antecedentes Nacionales..... 11
 - 2.1.3 Antecedentes regionales..... 15
- 2.2 Bases teóricas..... 17**
 - 2.2.1 Definiciones conceptuales..... 19
 - 2.2.1.1 Clasificación funcional de las vías interurbanas 20
 - 2.2.1.2 Trafico Vial 27
 - 2.2.1.3 Índice medio diario anual de tránsito (IMDA) 27
 - 2.2.1.4 Demanda proyectada 32
 - 2.2.1.5 Cálculos de tasas de crecimiento y la proyección 33
 - 2.2.1.6 Índice de condición de carretera no pavimentada (URCI) 33
 - 2.2.2 Suelo..... 38
 - 2.2.2.1 Tipos de suelos 38
 - 2.2.2.2 Plasticidad de los suelos 39
 - 2.2.2.3 Clasificación de los suelos 41
 - 2.2.2.4 Compactación de los suelos..... 43
 - 2.2.2.5 Prueba de Proctor 44
 - 2.2.2.6 Capacidad de soporte (C.B.R) 45
 - 2.2.2.7 Categorización del estado superficial de la vía..... 46
 - 2.2.3 Tipos de conservación vial..... 48
 - 2.2.3.1 Conservación rutinaria 49
 - 2.2.3.2 Conservación periódica 50
 - 2.2.3.3 Mantenimiento periódico 51
 - 2.2.3.4 Conservación preventiva 52
 - 2.2.4 Intervenciones Viales 52
 - 2.2.4.1 Creación..... 53
 - 2.2.4.2 Mejoramiento 54
 - 2.2.4.3 Recuperación 54
 - 2.2.4.4 Tratamiento de la vía..... 55
 - 2.2.5 Vías de bajo volumen..... 56
 - 2.2.5.1 Características de la vía de bajo volumen de transito..... 56
 - 2.2.5.2 Camino vecinal..... 57
 - 2.2.6 Slurry Seal 58
 - 2.2.6.1 Mantenimiento con Slurry Seal..... 59
 - 2.2.6.2 Ventajas y desventajas del mantenimiento del Slurry Seal..... 60



2.3 Marco Conceptual..... 62

2.3.1 Mantenimiento 62

2.3.2 Suelo..... 62

2.3.3 Conservación Vial 62

2.3.4 Tránsito de bajo volumen 63

2.3.5 Índice de condición de carretera no pavimentada 63

2.3.6 MTC..... 63

2.3.7 Niveles de servicio 64

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación 65

3.2 Método de la Investigación..... 65

3.3 Nivel y tipo de la investigación 66

3.3.1 Nivel de la Investigación 66

3.3.2 Tipo de la investigación..... 66

3.4 Población y Muestra 67

3.4.1 Población 67

3.4.2 Muestra..... 67

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos ... 67

3.5.1 Técnicas de recolección de datos 67

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación..... 68

3.6 Procedimiento para la recolección de datos..... 70

3.6.1 Desarrollo de plan de investigación..... 70

3.7 Procesamiento y análisis de datos 76

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos..... 77

4.1.1 Resultados referentes a las características de la vía Balsarumi a Villa de Betanzos. 77

4.1.2 Resultados referentes a los tipos de deterioro que presenta a nivel superficial de la vía Balsarumi a Villa Betanzos. 84



4.1.3	Resultados referentes al nivel de condición a nivel superficial de la vía Balsarumi a Villa Betanzos, según estándares de conservación al manual de conservación del MTC.	85
4.1.4	Resultados referentes del tratamiento superficial con la aplicación de Slurry Seal de la vía Balsarumi a Villa Betanzos.	89
4.2	Discusión de resultados.	96
	CONCLUSIONES.	100
	RECOMENDACIONES.	101
	REFERENCIAS.	102
	ANEXOS.	104



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operación de variables.....	7
Tabla 2 Sistema vial	22
Tabla 3 Factores de distribución direccional y de carril.....	28
Tabla 4 Clasificación del tráfico proyectado al año horizonte.....	29
Tabla 5 Características de una carretera NPBVT	31
Tabla 6 Comparativa de manuales de DG	32
Tabla 7 Escala del URCI	34
Tabla 8 Valores de carga unitaria	46
Tabla 9 Factor de crecimiento acumulado (Fca).....	47
Tabla 10 Clasificación de condición.....	47
Tabla 11 Tipos de Condición	47
Tabla 12 Cuidado Rutinario	50
Tabla 13 Mantenimiento Periódico	52
Tabla 14 Actividades de mantenimiento y mejoramiento	55
Tabla 15 Componentes del sello asfaltico	61
Tabla 16 Parámetro para el A.F.....	62
Tabla 17 Técnicas e instrumentos.....	70
Tabla 18 Humedad de cada calicata	77
Tabla 19 Granulometría de las muestras 1, 2 y 3	78
Tabla 20 IP de las muestras	80
Tabla 21 Grado de compactación muestras de cada calicata.....	81
Tabla 22 Capacidad de las muestras de calicata.....	83
Tabla 23 Tipos de daños identificados	84
Tabla 24 Calificación de condición del tramo 1	85
Tabla 25 Calificación de condición del tramo 2.....	86
Tabla 26 Calificación de condición del tramo 3.....	86
Tabla 27 Calificación de condición del tramo 4.....	87
Tabla 28 Calificación de condición del tramo 5.....	87
Tabla 29 Calificación de condición del tramo 6.....	87
Tabla 30 Tramos evaluadas de la vía.....	88



Tabla 31	Calificación de tipos conservación según clasificación de condición.....	88
Tabla 32	Resultado del material (Slurry Seal).....	89
Tabla 33	Características de la emulsión asfáltica	90
Tabla 34	Dosificación obtenida.....	91
Tabla 35	Dosificación obtenida.....	91
Tabla 36	Costo de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal.....	92
Tabla 37	Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas para un periodo de 4 años según frecuencia de mantenimiento.	93
Tabla 38	Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas divididos por semestre....	93
Tabla 39	Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas con Slurry Seal para un periodo de 4 años según frecuencia de mantenimiento.	94
Tabla 40	Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas con Slurry Seal desagregados por semestre	94



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sección Transversal.....	35
Figura 2 Drenaje inadecuado	35
Figura 3 Corrugaciones.....	36
Figura 4 Polvo.....	36
Figura 5 Baches.....	37
Figura 6 Surcos.....	37
Figura 7 Agregados Suelto.....	38
Figura 8 Compactación	44
Figura 9 Condición de la capa de rodadura.....	48
Figura 10 Ubicación de la vía analizadas	71
Figura 11 % de humedad de las muestras	78
Figura 12 Curva de granulometría C-1	79
Figura 13 Curva de granulometría C-2.....	79
Figura 14 Curva de granulometría C-3.....	80
Figura 15 Índice de plasticidad.....	81
Figura 16 Grado de compactación.	82
Figura 17 CBR.....	83



RESUMEN

La presente investigación titulada “**Mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel de tratamiento superficial en Balsarumi a Villa de Betanzos del distrito de Arapa**”, se tiene un método de investigación científico, un diseño no experimental, el nivel de investigación fue explicativo así mismo la población es la vía de bajo volumen de tránsito del distrito de Arapa, las técnicas e instrumentos fueron las guías de observación de campo, formato para la recolección de datos. En el estudio de suelo de la vía, el suelo es CL, con un índice de plasticidad del 12.69%, una humedad del 2.12%, asimismo, la densidad seca máxima (MDS) promedio del suelo es de 1.900gr/cc, con un contenido de humedad óptimo del 10.05%, lo que sugiere una compactación relativamente baja. En cuanto a su capacidad de soporte CBR al 95% de la MDS, se sitúa en 22.30%. Los tipos de deterioros en la vía incluyen deformaciones de severidad moderada y bacheo con un nivel de severidad alto. Estas condiciones combinadas resultan en una calidad de servicio insatisfactoria para la vía. El estado de la vía evaluada, según la escala de calificación del Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, se sitúa en 378.73, clasificándose como "regular" dentro de la escala de condición. Reducir la frecuencia de mantenimiento necesaria para mantener los caminos no pavimentados en buenas condiciones y prolongar su vida útil se puede lograr mediante la aplicación de la metodología Slurry Seal. Esta técnica no solo preserva la superficie, sino que también protege la base subyacente. Se llegó a la conclusión de que la compactación con Slurry Seal optimiza los costos de mantenimiento de los caminos sin pavimentar.

Palabras Clave: Estudio suelos, nivel de condición, tipos de daños, calificación de la vía, Slurry Seal.



ABSTRACT

The present investigation entitled "**Improvement in low traffic volume roads at surface treatment level in Balsarumi to Villa de Betanzos in the district of Arapa**", has a scientific research method, a non-experimental design, the research level was explanatory as well as the population is the low traffic volume road of the district of Arapa, the techniques and instruments were the field observation guides, data collection format. In the soil study of the road, the soil is CL, with a plasticity index of 12.69%, a humidity of 2.12%, likewise, the average maximum dry density (MDS) of the soil is 1,900gr/cc, with an optimum humidity content of 10.05%, which suggests a relatively low compaction. As for its CBR bearing capacity at 95% of the MDS, it stands at 22.30%. The types of road deterioration include moderate severity deformations and potholes with a high level of severity. These combined conditions result in an unsatisfactory quality of service for the road. The condition of the evaluated roadway, according to the Road Maintenance or Maintenance Manual rating scale, is 378.73, which is classified as "fair" on the condition scale. Reducing the frequency of maintenance required to keep unpaved roads in good condition and prolong their useful life can be achieved by applying the Slurry Seal methodology. This technique not only preserves the surface, but also protects the underlying base. It was concluded that compaction with Slurry Seal optimizes the maintenance costs of unpaved roads.

Key words: Soil survey, condition level, damage types, road grading, Slurry Seal.



INTRODUCCIÓN

La infraestructura de comunicación desempeña un papel fundamental en el desarrollo y progreso de un país. Este aspecto abarca diversas formas de transporte, como terrestre, acuático y aéreo. En este proyecto, nos enfocaremos en analizar específicamente la vía terrestre, ya que constituye un elemento esencial para facilitar la conexión económica, social, cultural y política de la población, contribuyendo así al crecimiento integral de la nación.

El tramo que nos ocupa para este estudio es el comprendido entre Balsarumi y Villa de Betanzos en Arapa. Actualmente, esta vía de transporte se encuentra en mal estado, lo que la convierte en una opción incómoda e insegura para los usuarios. Esta situación dificulta el acceso de los pobladores a sus principales actividades, como la agricultura y la ganadería.

Uno de los principales objetivos de nuestra actividad investigadora es estudiar la posibilidad de rehabilitar y mejorar esta parte. Este programa responde a una necesidad prioritaria. El objetivo de la rehabilitación es mejorar la comodidad y la seguridad de los usuarios abordando y diseñando obras que mejoren estos aspectos. El Manual de Diseño de Vías No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito y la Norma de Diseño Geométrico de Vías 2018 nos servirán de guía para cumplir con este objetivo.

Esta tesis consta de cuatro secciones:

Capítulo I: En el primer capítulo se presenta la cuestión central del estudio, donde se examina la situación actual, se define el problema y se establecen los objetivos específicos que serán abordados. Al delinear nuestras metas y destacar su relevancia para el desarrollo del estudio, este capítulo establece los cimientos sobre los que se construirá la investigación.



Capítulo II: El segundo capítulo incluye un glosario de términos y conceptos relevantes, seleccionados de teorías propuestas por destacados académicos y organizaciones. Se definen los conceptos fundamentales y se presentan los argumentos clave de la tesis, junto con cualquier terminología que requiera una explicación más detallada.

Capítulo III: El tercer capítulo describe la metodología de la investigación, detallando el contexto del estudio, los sujetos de análisis, la información necesaria, los métodos de recolección de datos y el enfoque investigativo específico que se adoptará.

Capítulo IV: El cuarto capítulo está dedicado al desarrollo del tema principal de la investigación. Cada subpunto ofrece un análisis exhaustivo de los objetivos propuestos en el planteamiento, alineándose con las metas del estudio y siguiendo los métodos previamente descritos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

El tramo Balsarumi - Villa de Betanzos está situado en el distrito de Arapa de la provincia de Azángaro, en la región de Puno. Actualmente, es una carretera sin pavimentar que carece de sistemas adecuados de pavimentación y drenaje. Además, los radios de las curvas son inferiores al valor mínimo recomendado por el Manual para el Diseño de Vías No Pavimentadas con Bajo Volumen de Tránsito. También hay tramos donde las secciones transversales no son adecuadas y la pendiente es significativa, lo que resulta en una velocidad reducida de los vehículos hacia la Villa de Betanzos.

El mal estado de la carretera dificulta el acceso rápido y fácil de los residentes a servicios básicos como sanidad y educación, entre otros. Además, genera obstáculos para el transporte de mercancías hacia los mercados provinciales y regionales, lo que conlleva costos significativamente más altos.

Las largas distancias y el estado deteriorado de la carretera de tierra aumentan los gastos de los residentes, incluidos el tiempo de viaje, los costes de funcionamiento de los vehículos, la pérdida de acceso a la carretera y los accidentes. Esta gran dependencia de la carretera también conlleva una mayor necesidad de recursos para su mantenimiento, lo



que obstaculiza el desarrollo de las actividades del sector y, en consecuencia, dificulta la mejora de la calidad de vida de los residentes.

El principal problema en la zona del proyecto es la inadecuada accesibilidad de la carretera local, que dificulta el acceso y la comunicación entre los asentamientos de Balsarumi y Villa de Betanzos. Como cabría esperar en esta situación, la circulación de personas y mercancías es bastante inadecuada, así como la conexión económica y social entre la zona local, la provincia y la región. Además, no se fomenta la inversión tanto nacional como internacional, ya que de hecho crea una región de difícil acceso, lo que agrava la angustiosa pobreza que sufren los residentes de los lugares examinados.

La presente tesis se centra en la "Rehabilitación y mejora de carreteras de bajo volumen de tráfico a nivel de tratamiento superficial Slurry Seal Balsarumi - Villa de Betanzos" en respuesta a la problemática antes mencionada. En resumen, se proporciona un árbol de problemas para identificar las posibles causas e implicaciones de los retos a los que se enfrenta la población rural en la intercomunicación terrestre.

Esta investigación presenta un enfoque alternativo para abordar esta parte concreta. Además, se llevará a cabo una evaluación inicial para identificar los lugares en estado de deterioro y sugerir los remedios adecuados. Para ello, se llevarán a cabo numerosos estudios, como análisis de suelos, evaluación hidrológica e investigación de canteras. La continua expansión del distrito de Arapa hace necesaria la rehabilitación y mejora de la carretera de bajo volumen de tráfico Balsarumi - Villa de Betanzos. Este tramo concreto de la carretera está plagado de baches, inundaciones y superficies irregulares, lo que provoca accidentes y daños en los coches, que a su vez causan molestias e insatisfacción entre la población local.

Un proyecto de rehabilitación pretende restaurar los atributos técnicos y funcionales de la carretera, lo que puede implicar mejoras en la capa superficial, las diversas capas que componen la capa asfáltica, la restauración de los arcenes, infraestructuras como puentes y alcantarillas, y la implantación de sistemas de drenaje y medidas de seguridad.



Estos trabajos se llevan a cabo con la condición de que el diseño original permanezca en su mayor parte inalterado.

Según el MTC (2008), por proyecto de mejora se entienden las intervenciones destinadas a mejorar la calidad de una carretera mediante la modificación de su geometría y/o la adaptación de puentes, túneles, sistemas de drenaje, muros y señalización necesaria.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 *Problema General.*

¿Cómo será el mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel de tratamiento superficial en Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa?

1.2.2 *Problemas Específicos.*

1. ¿Cuál será las características que presenta la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa?
2. ¿Qué tipos de deterioros presenta a nivel superficial la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, tomando en consideración el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial?
3. ¿Cuál será el nivel de condición a nivel superficial de la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, según criterios de calificación del Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial?
4. ¿Cómo se aplicará el tratamiento superficial *Slurry Seal* en la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Balsarumi – Villa de Betanzos, para mejorar la transitabilidad?.



1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel de tratamiento superficial en Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar las características que presenta la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa.
2. Identificar los tipos de deterioros que presenta a nivel superficial la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, tomando en consideración el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial.
3. Determinar el nivel de condición a nivel superficial de la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, según criterios de calificación del Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial.
4. Aplicar el tratamiento superficial Slurry Seal en la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Balsarumi – Villa de Betanzos, para mejorar la transitabilidad.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación Técnica.

El tratamiento superficial de carreteras prolonga su vida útil al protegerlas contra la erosión y el desgaste, mejorando la infraestructura vial de manera significativa. Es una alternativa económica a la reconstrucción, especialmente para vías de bajo tráfico como la que conecta Balsarumi y Villa de Betanzos. Esto optimiza recursos y reduce costos de mantenimiento a largo plazo. Además, mejora la seguridad vial al reducir accidentes debido a defectos superficiales, y aumenta la eficiencia del transporte al mejorar la transitabilidad y reducir tiempos de viaje y desgaste.



1.4.2 Justificación Social.

Mejorar las vías asegura un acceso equitativo a servicios básicos y oportunidades económicas para comunidades rurales, promoviendo la integración social y económica. Esto se logra mediante tratamientos superficiales que reducen accidentes de tráfico y facilitan el transporte de bienes, el turismo y el acceso a empleo y educación. Mantener y mejorar las vías fortalece el sentido de pertenencia y cohesión social al garantizar acceso a servicios básicos para todos, sin importar su ubicación geográfica.

1.4.3 Justificación ambiental.

Mantener vías existentes en buen estado mediante tratamientos superficiales reduce la necesidad de abrir nuevas carreteras, preservando ecosistemas naturales y evitando deforestación y degradación del suelo. Esto también ayuda a reducir la erosión del suelo y la contaminación del aire y del agua, beneficiando la salud de los ecosistemas y comunidades locales. Al mejorar vías existentes en lugar de construir nuevas, se minimiza la fragmentación del hábitat, favoreciendo la conservación de la biodiversidad y promoviendo el desarrollo sostenible al reducir el impacto ambiental asociado con la expansión vial.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La implementación de un tratamiento superficial en la carretera de bajo volumen de tránsito, en el tramo Balsarumi a Villa de Betanzos, en el Distrito de Arapa, mejorará la calidad de la superficie vial, incrementando su durabilidad y la seguridad para los usuarios.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. La vía entre Balsarumi y Villa de Betanzos presentara una superficie irregular, con huecos, vegetación en los márgenes y zonas susceptibles a la erosión.



2. Los deterioros comunes en la vía serán grietas, baches, deformaciones, desgaste por abrasión y pérdida de material.
3. Según el Manual de Carreteras de Mantenimiento, la condición superficial de la vía será deficiente, debido a los múltiples deterioros y la necesidad de reparaciones significativas.
4. La aplicación del tratamiento superficial Slurry Seal en este tramo mejorará la transitabilidad, reducirá la formación de baches y grietas, y prolongará la vida útil del pavimento.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 *Variable Independiente.*

Mejoramiento y rehabilitación

Indicadores:

- Estudio de suelos.
- Diseño del afirmado

1.6.2 *Variable Dependiente*

Transitabilidad de la vía

Indicadores:

- Slurry Seal

1.7 Operacionalización de Variables.

Esta tabla proporciona una operacionalización de las variables, que se pueden encontrar a continuación.



Tabla 1

Operación de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Mejoramiento y rehabilitación	El mantenimiento implica acciones planificadas para preservar y mejorar infraestructuras, prolongando su vida útil. La rehabilitación corrige deficiencias y daños, devolviendo la infraestructura a un estado funcional mediante reparaciones y actualizaciones. Ambos son esenciales para la operatividad y seguridad de las obras civiles a lo largo del tiempo.	Evaluación	Estudio de suelos Tipos de daños	Ficha de toma de datos
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Transitabilidad de la vía	La transitabilidad de una vía se refiere a la capacidad y condiciones en las que los vehículos y personas pueden transitar o desplazarse por esa vía de manera segura y eficiente. Incluye aspectos como la calidad del pavimento, la señalización, la visibilidad, el drenaje, la pendiente y otros elementos que influyen en la comodidad y seguridad del tránsito. Una buena transitabilidad implica que la vía esté en condiciones adecuadas para permitir un flujo continuo y seguro de vehículos y peatones.	MTC, Conservación vial	Nivel de condición Slurry Seal	Ficha de toma de datos



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

(Gutiérrez Soto, 2017) en su investigación "Gestión de carreteras no pavimentadas". Debido a que las redes de carreteras son una necesidad incuestionable en el mundo contemporáneo, siguen siendo de gran importancia para cualquier nación en constante expansión. Entre los elementos más esenciales que contribuyen al desarrollo económico y social de una nación se encuentran sus carreteras, las cuales sirven como principal medio de comunicación para un número importante de naciones. En todo el mundo se ha prestado mucha atención a las carreteras sin pavimentar y existen numerosos trabajos que apoyan esta perspectiva. Este corpus de información obtendrá la mayor contribución de las Américas, especialmente de América del Norte y del Sur, tanto en términos del conocimiento que se obtenga como de las aplicaciones prácticas que se desarrollen. Las entidades operadoras tienen la responsabilidad principal de gestionar las aceras en vías no pavimentadas. Esto se debe a la importancia de la infraestructura de la que son responsables. El objetivo de esta función es gestionar e implementar eficazmente opciones para mantener una carretera, independientemente de su superficie, a fin de



cumplir con los límites establecidos de deterioro aceptable en el mayor grado posible. En términos más simples, los sistemas de gestión de pavimentos son una combinación de métodos y tecnología que las empresas operadoras de carreteras utilizan para crear planes de mantenimiento para uno o varios años. Estos planes están formulados para optimizar la utilización de los recursos existentes para reparaciones a corto y mediano plazo, con un enfoque en la eficiencia y la precisión técnica. El propósito de esta tesis de maestría es evaluar el comportamiento de modelos de degradación de carreteras no pavimentadas utilizando las capacidades analíticas del software especializado HDM-4 y combinando técnicas y económicas en el marco del estudio.

(Coy Pineda, 2017) en su investigación "Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a A 53c comparando los métodos Vizir y Pci". El propósito de este estudio es proporcionar los procedimientos que se pueden utilizar para realizar una auscultación superficial o visible con el fin de conocer el estado de un pavimento flexible. Consiste en un método de aplicación sencillo que realiza un seguimiento de los daños para calificar la superficie o capa de uso y conocer los requisitos para restablecer sus condiciones iniciales de servicio. Examina el Vizir y el PCI, dos técnicas de auscultación diferentes, y recomienda la que es más aplicable a situaciones del mundo real.

(Amaya Camargo & Rojas Guavita, 2017) en su investigación "Análisis comparativo entre metodologías vizir y pci para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá". En los últimos años, ha habido un aumento perceptible en el número de proyectos de desarrollo vial dentro y fuera de Bogotá, Distrito de Columbia. El objetivo principal de estas iniciativas es mejorar el nivel de comodidad y seguridad que experimentan tanto los conductores como los pasajeros mientras conducen distancias largas. Teniendo esto en cuenta, y con el objetivo de garantizar que las carreteras estén en excelente funcionamiento desde el principio, se han utilizado diferentes enfoques para



evaluar la calidad de la estructura del pavimento. Como resultado, esto permite establecer estrategias para la conservación de las vías, como la formulación de planes de mantenimiento o rehabilitación que se ajusten a los requerimientos reales de las vías, lo que asegura que los usuarios reciban un servicio de la mayor calidad posible. Para la realización de este proyecto se utilizarán las metodologías americana y francesa conocidas como VIZIR y PCI, respectivamente. Estos planteamientos fueron modificados y calibrados para su uso en el país con el fin de facilitar la evaluación de la construcción del pavimento, el cual será clasificado y calificado de acuerdo con el estado en que se encuentre. Cada enfoque tiene su propio manual que describe los muchos tipos de daño que puede causar el deterioro estructural o funcional. VIZIR y PCI son los formatos de los procedimientos que se utilizarán para realizar el trabajo. Los trabajos se realizarán examinando visualmente y registrando auditivamente la superficie de rodadura de los pavimentos flexibles con el fin de identificar los distintos tipos de daños. De esta manera, verá los muchos tipos de daños que están presentes. La evaluación se concentrará en un carril sobre la Avenida Boyacá que tiene una longitud de 22,5 kilómetros y se ubica entre la Calle 26 (Avenida del Dorado) y la Calle 93A. De esta forma podremos clasificar y calificar el tramo estudiado, permitiéndonos formarnos opiniones sobre su estado actual y los factores que han propiciado las degradaciones detectadas.

(Chavarro-Acuña & Molina-Pinzón, 2015) en su investigación "Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito". El país de Colombia, junto con otras naciones sudamericanas como Ecuador, Bolivia y Perú, ha venido realizando investigaciones y estudios sobre enfoques alternativos a las técnicas convencionales de mantenimiento y rehabilitación de carreteras. El objetivo de estas estrategias es minimizar los gastos sin comprometer la eficiencia o la calidad, manteniendo el medio ambiente. Descubrir soluciones que contribuyan al avance del desarrollo sostenible en las regiones en las que se implementan es el objetivo final. A pesar de que existen una serie de obstáculos que impiden la difusión de este conocimiento, las



investigaciones realizadas han dado lugar a una serie de publicaciones que definen y ofrecen numerosas soluciones. Hasta este punto, estas opciones se han categorizado en tres categorías distintas según las características, objetivos y funciones de desarrollo que poseen. Esta publicación pretende proporcionar un recurso clave para la comprensión y ejecución de estas alternativas proporcionando una descripción detallada de las mismas. Esta descripción incluirá los elementos técnicos, ambientales y económicos de estas alternativas, así como el modelo que se prefiere para su uso en las carreteras de Colombia. En el país existe una falta de concientización e información sobre estas opciones, y esto ayudará a remediar esa falta de conocimiento e información.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

(Saldaña Yauri & Taipe Arestegui, 2018) en su tesis "Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre - Puerto Palmeras – Ayacucho". Esto es de acuerdo con los hallazgos del análisis actual, que encontró que la utilización del material Slurry Sealy en el diseño de zanjas, badenes y alcantarillas (obras de arte) extiende la vida útil de las carreteras que experimentan un flujo de tráfico muy bajo y ahorra los gastos asociados al mantenimiento. Las fuertes lluvias y los sistemas de drenaje inadecuados son los principales factores que contribuyen a la rápida degradación de un gran número de carreteras en la zona de Canayre. Es por esto que el propósito de la tesis que lleva por nombre "Rehabilitación y Mejoramiento de vías de bajo volumen de tránsito a nivel de tratamiento superficial Slurry Seal Canayre-Puerto Palmeras-Ayacucho" es ofrecer una solución que sea sustentable tanto en términos de la economía y el medio ambiente. A la luz de los hallazgos, se decidió emprender trabajos de reconstrucción para ayudar en la rehabilitación del área Canayre-Puerto Palmeras. Entre ellas se encontraban la construcción de zanjas, alcantarillas, plataformas de cruce y señales instructivas y de seguridad, así como el mejoramiento del firme de las carreteras.



(Arévalo Justiniano & Rivera Rodríguez, 2022) El presente proyecto de investigación tiene como finalidad elaborar el "Diseño Estructural De Pavimento Con Slurry Seal De La Avenida Martínez de Compañón, Sullana - Piura". A diferencia de otros estudios, éste no implica ningún experimento, sino que proporciona información descriptiva. Este estudio incluyó a toda la población residente en un radio de dos kilómetros de la Avenida Martínez de Compañón en Sullana, Piura. Del segmento intermedio se seleccionó una muestra compuesta por 23 bloques. El examen utilizó muchos instrumentos de investigación, incluidos archivos, datos de laboratorio de suelos, un cuaderno topográfico, una estación total, archivos mtc, hojas de cálculo, tablas, gráficos, cálculos y un análisis de tráfico. Además del presupuesto de construcción, se realizaron varios estudios preparatorios adicionales, incluido un estudio topográfico, una investigación de mecánica de suelos, un estudio de tráfico y un presupuesto de construcción. Según los resultados del estudio, se ha determinado que la región en cuestión tiene un CBR (California Bearing Ratio) de 19,55 para el suelo. Además, el lugar presenta una topografía plana sin variaciones apreciables de elevación. Con base en las conclusiones del informe final del proyecto, se recomienda implementar el siguiente paquete de diseño estructural: De acuerdo con las características de la carretera y el clima local, el plan de construcción implica la aplicación de una capa de dos centímetros de sellador de lechada, seguida de una capa de veinte centímetros. capa de un centímetro de base granular, y otra capa de veinte centímetros de base granular. Centímetros de losa granular.

(López Sumarriva & Ortíz Pinares, 2018) en su tesis "Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay". Utilizando como cimentación las franjas de Molinopata y Santo Domingo, el propósito de este estudio de tesis fue determinar la proporción óptima de cal a incorporar a la subrasante de la Urbanización San Luis en Abancay. Una porción de la estructura del pavimento está compuesta de tierra que ha sido estabilizada. Es necesario especificar las características físicas del suelo para determinar el porcentaje de



cal óptimo. Estas variables incluyen la resistencia al corte del suelo, el contenido de humedad, la compactación y la plasticidad. suelo que ha sido tratado con cal, aplicándose concentraciones de cal que oscilan entre el 0% y el 8% a las muestras de suelo a intervalos del 2%. El siguiente paso es determinar qué tan bien corta (CBR). Utilizando las normas que proporciona el Manual de Caminos, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, así como la norma ASTM C-25, el propósito principal de esta tesis es lograr un entendimiento de la Ventajas técnicas que se pueden obtener estabilizando subrasantes de arcilla con cal.

(Zarate Alegre, 2016) en su tesis "Modelo de gestión de conservación vial para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular del camino vecinal Raypa - Huanchay - Molino, distrito Culebras – Huarney". El ciclo vial "fatal" es un problema que afecta a las redes viales en países pobres como Perú debido a una gestión inadecuada de la conservación de las carreteras. Este ciclo consiste en construcción, abandono, degradación catastrófica, colapso y reparación. En el caso de las carreteras del país, no es raro observar la importante discrepancia en gastos que surge como consecuencia de retrasar para más adelante el mantenimiento y restauración de una vía que ya ha comenzado a degradarse. Habiendo estado en funcionamiento durante un tiempo considerable con niveles de servicio muy inferiores a lo aconsejado, este problema requiere la ejecución de costosas reconstrucciones para devolver la comodidad y seguridad del usuario durante sus excursiones. Es posible ahorrar dinero realizando un mantenimiento oportuno, regular y periódico; sin embargo, una actualización puede costar hasta nueve veces más y una reconstrucción puede costar muchos más fondos. Poner en marcha el modelo de gestión de la conservación vial más adecuado a las circunstancias es absolutamente necesario para que las entidades interesadas maximicen el aprovechamiento de sus recursos a lo largo del tiempo. El propósito de este estudio es investigar la vía local Raypa - Huanchay Molino en el área Culebras-Huarney, la cual tiene aproximadamente 13 kilómetros de longitud, con la intención de utilizar un manejo



adecuado de conservación vial para reducir los costos asociados con la operación y mantenimiento de vehículos. Los hallazgos servirán como modelo para iniciativas futuras en el futuro. carretera debido a que esta información proviene tanto de fuentes gubernamentales como privadas, como el Gobierno del Distrito de Culebras y la consultora IHACSAC-Antamina. La información se recopiló a través de los cursos de acción que se tomaron y las investigaciones que se realizaron. Entre las importantes contribuciones que se han realizado se encuentran una revisión de la literatura existente e investigaciones originales sobre temas como los sistemas nacionales e internacionales de gestión de carreteras, los niveles de mantenimiento, las modalidades de implementación, los costos de operación de los vehículos, los costos de mantenimiento de las carreteras, la rehabilitación y reconstrucción y la mejora. a esta investigación. Los componentes clave de la tesis están contenidos en siete capítulos, que también sirven como base para la investigación; En estos capítulos, profundizamos en cada ejemplo que se tomó en consideración y cómo se conecta con el tema en su conjunto. Además, se anima al lector a tener en cuenta un modelo de estudio de tráfico y formatos para documentar datos históricos de carreteras. Estos formularios son aplicables a cualquier carretera de tercera clase operada en gran medida por gobiernos de distrito o provinciales. Finalmente se afirma que el plan incorporaría el modelo de gestión de conservación vial, lo que permitirá una disminución significativa de los costos relacionados con la operación de vehículos y el mantenimiento de las vías.

(Sanchez Tamay, 2018) en su tesis "Evaluación de la condición superficial de la carretera no pavimentada El Milagro – El Zapote mediante dos técnicas unsurfaced road maintenance management y conservación vial, Provincia de Utcubamba, 2018". En Perú hay un gran número de carreteras que no están pavimentadas, especialmente en la región amazónica. En algunas áreas, se utilizan técnicas deficientes para descubrir problemas con la superficie de la carretera, o simplemente no se lleva a cabo una evaluación exhaustiva para clasificar las carreteras y posteriormente repararlas. En cuanto al



mantenimiento de carreteras, el Manual de Carreteras publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones sugiere utilizar un enfoque que implique una inspección visual de calidad. También existen otros enfoques internacionales, como el descrito en el manual sobre Gestión del mantenimiento de carreteras no pavimentadas publicado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Este documento especifica un método objetivo, visible y aplicable en campo, como medir fallas para determinar la calidad de la superficie. Como resultado, definimos cada enfoque de inspección de fallas para luego aplicarlos de manera secuencial en la ruta sin pavimentar que va de El Milagro a El Zapote, la cual tiene una longitud de 3.7 kilómetros. El ochenta y seis punto seis por ciento de la superficie vial se encuentra en buen estado, mientras que el trece punto tres por ciento se encuentra en estado medio, según lo determinado por nuestro inventario de evaluación. Sin embargo, según nuestras estimaciones, el 73,33% de la superficie de la carretera se encuentra en regular estado y el 26,67% en buen estado. Esta información se obtuvo mediante el uso de la Gestión de Mantenimiento de Carreteras No Pavimentadas (URMM). Los hallazgos de la comparación indican que el enfoque URMM es mejor a los otros métodos en términos de los criterios técnicos para determinar la calidad superficial de la ruta no pavimentada El Milagro - El Zapote. Esto se debe a que permite evaluar todos los fallos imaginables de la superficie de la carretera.

2.1.3 Antecedentes regionales.

(Florez Encinas, 2023) en su tesis "Diagnóstico del slurry seal para años de vida útil en el pavimento económico de la carretera Huancané Crucero, Puno". Mantener las carreteras del país en óptimas condiciones es una preocupación crucial para el país, ya que impacta positivamente varios aspectos como la economía, las comunicaciones y el comercio. Para lograr este objetivo, es crucial establecer iniciativas de mantenimiento de carreteras, que necesitan una dedicación a una estrategia integral y duradera que describa los años específicos y los métodos de conservación necesarios para lograr este objetivo. El objetivo principal de esta tesis es examinar el impacto de la lechada, un tipo de



tratamiento superficial de mortero asfáltico, sobre el pavimento. El objetivo es medir la vida útil extendida de la carretera mediante la implementación de métodos de conservación. La carretera concreta que se está estudiando es Emp. PE-34B (Rosario), Carlos Gutiérrez, Crucero, Quiscopunco, Oriental, Ananea, Cojata, Vilque Chico y Emp. EDUCACIÓN FÍSICA. Las estaciones que se muestran en este listado son las pertenecientes a Coasia. Al emplear esta idea, fue posible evaluar el desempeño del mortero asfáltico (sello suspendido) observando el deterioro del pavimento en todos los niveles de uso dentro de un período de un año (2021-2022). A través de este proceso confirmamos que los niveles de servicio de la vía tuvieron un promedio de 99.93%. Esto demuestra que la carretera sufre pocos daños por factores naturales como el clima y la erosión, según informa el TDR. Dado que el porcentaje aún supera el 96,00%, es evidente que serán necesarias nuevas medidas para resolver el problema del deterioro severo de los pavimentos. Por tanto, se puede concluir que las carreteras de tercera categoría, que han sido tratadas con mortero asfáltico (slurry seal), presentan un desgaste reducido debido a su comportamiento en comparación con las superficies no tratadas. Además, la pavimentación de las vías Emp. PE-34B (Rosario), Carlos Gutiérrez, Crucero, Quiscopunco, Oriental, Ananea, Cojata, Vilque Chico y Emp. PE-34I (Coasia) se ampliará por un período de cinco años.

(Quispe Chambi, 2022) En su Tesis "Evaluación del mantenimiento vial de la vía vecinal Samán Mocco - DV Quejón Mocco, distrito de Samán y propuesta de alternativa de intervención vial", El objetivo principal de este esfuerzo fue comprender el estado actual de la carretera que conecta Samán Mocco y DV Quejón Mocco. El estado de la superficie de esta vía es reflejo de las actuaciones que se realizan para su mantenimiento. Mediante la implementación de los formatos delineados en las orientaciones brindadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el propósito de alcanzar la meta 40, el objetivo se logró exitosamente. Se preparó un inventario de campo detallado para documentar el estado de la carretera. Este inventario comprendió actividades tales como definir el trazado de la carretera e identificar el tipo de daño, el grado del daño y la distribución del daño. Se



consideró que las características del trazado confirmado eran un ancho de vía constante de 4,50 metros y una longitud de 9,90 kilómetros, que fue el primer paso que se dio. La segunda etapa demuestra que las formas más prevalentes de fallas en las carreteras son aquellas que se caracterizan por deformaciones, erosión, baches y deslizamientos de tierra de moderados a severos. Cada uno de estos factores tiene un impacto sustancial en la superficie de la carretera. Para cada una de estas competencias, la longitud de los tramos que se utilizaron para la evaluación fue de 500 metros. Finalmente se determinó el nivel de condición superficial de la vía entre Samán Mocco y DV Quejón Mocco, demostrando que es consistentemente transitable. Esto se logró mediante la creación y el análisis de los datos que se recopilaban a través de los procedimientos que se discutieron anteriormente. Como consecuencia de esto, se ideó una estrategia para mejorar la superficie de la vía. Esta estrategia implicaría realizar un mantenimiento rutinario, así como una serie de actividades, la más importante de las cuales sería la construcción de una nueva capa de pavimento. De esta manera, la superficie de la carretera se mantendría en las mejores condiciones posibles para el tráfico, lo que sería practicable.

2.2 Bases teóricas.

a) Clasificación las vías interurbanas:

Estas carreteras sirven para conectar los principales centros metropolitanos, así como ciudades o pueblos más pequeños, y también proporcionan enlaces a carreteras, puertos, fronteras o sectores de producción más importantes. A diferencia de las calles urbanas, estas vías no están diseñadas para regiones urbanas explícitamente delineadas. Las estructuras principales, como puentes y alcantarillas, son componentes esenciales de estas carreteras y deben ser consideradas como tales en la planificación de vías interurbanas. Sin embargo, si la vía está en buen estado, pero solo una estructura principal (por ejemplo, un puente) muestra deterioro, se puede realizar un estudio específico para

su reparación, cumpliendo con las regulaciones vigentes del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

b) Clasificación funcional de las vías urbanas:

Considerando las siguientes divisiones (autopista, arteria, enlace y vía residencial), esta clasificación se basa en el papel que desempeña cada vía dentro de la red vial de las regiones urbanas.

c) Trafico vial:

Cuando hay una alta concentración de vehículos en una zona de la ciudad se le llama congestión, y a ello se asocia el concepto de tráfico. Como resultado, podemos obtener información útil sobre cada tramo de la carretera a partir del análisis de tráfico, incluido el IMDA (Índice Promedio Diario Anual). Además, se debe utilizar la demanda volumétrica de tráfico actual para categorizar los distintos tipos de vehículos que circulan en la ruta.

d) Índice medio diario anual de tránsito (IMDA):

El IMDA es una estimación aproximada del tráfico en un determinado tramo de carretera en un año determinado. Durante un tiempo determinado, se obtiene mediante recuentos volumétricos in situ y clasificaciones de vehículos.

e) Manual del MTC:

Se requiere examinar el grado de servicio de acuerdo con las reglas especificadas en el Capítulo 4, "Inventario de Condición" del Manual de Carreteras - Mantenimiento de Carreteras (2013) para determinar el estado de una carretera que no está pavimentada. Se requieren mediciones de cantidad y calidad para realizar una evaluación precisa del estado de la superficie de la carretera y de la estructura. Para efectos de esta investigación, los tramos de carretera se dividen en tramos de 500 metros de longitud por cada kilómetro de carretera, dando como resultado un total de catorce muestras. Pasado un tiempo, examinaremos el estado de las superficies en cada uno de estos lugares.

f) Manual del índice de condición de carretera no pavimentada (URCI):

Una métrica clave, la URCl, se evalúa después de analizar la funcionalidad de la carretera, el tipo de pavimento y el tráfico local, todos los cuales son factores importantes para determinar las particularidades de la carretera. Este indicador mensurable utiliza una escala de 0 a 100 para clasificar el estado de la superficie de la carretera en una de varias categorías.

g) Software de Deterioro del Modelo de Carretera Sin Pavimentar de Ingeniería (DETOUR 10):

Para conocer el grado de conservación en relación con la condición de servicio se utiliza el programa DETOUR 10 versión 1.00. Al tener en cuenta los cambios en el tráfico, la rugosidad de la carretera, el espesor de la grava y la adición de grava fresca, esta aplicación puede determinar automáticamente la degradación de la carretera durante un período de veinte años. Justo debajo de la sección de ingreso de datos es donde puedes ver los resultados. Puede ver los principales resultados de degradación de la carretera y un gráfico que muestra la rugosidad y la evolución del espesor de la grava directamente debajo del área de entrada de datos en la tabla. Además, los resultados de la degradación de la carretera secundaria se muestran en la tabla de la derecha.

2.2.1 Definiciones conceptuales.

Vía Vecinal: Fundamental para el sistema local, que proporciona conexiones a las redes regionales y nacionales más grandes. El objetivo principal de esta ruta es unir los pueblos y aldeas más pequeños que conforman las capitales de distrito o con carreteras más grandes.

Patrimonio Vial: La infraestructura vial del país, a menudo conocida como activos viales, es un activo de capital costoso pero crucial. Pero es poco común que tengamos suficiente dinero para construir todas las carreteras necesarias.

Niveles de Servicio: Según su clasificación, importancia, uso y grado previsto de accesibilidad y transitabilidad, muestra el deseo o necesidad de reparación de la vía. La



propia carretera sirve como unidad de evaluación y su nivel de servicio puede variar desde básico (B) hasta alto (A).

Inventario de Condición: Proporciona información sobre el estado de las vías no pavimentadas analizando su desgaste, la velocidad media y el grado de deterioro de la vía que provoca que el recorrido del vehículo sea sinuoso.

Conservación Vial: Requiere una asignación anual de fondos, trabajadores calificados y la utilización de equipos e instrumentos. El presupuesto anual de la entidad responsable de la gestión de carreteras cubre el gasto. Las actividades se programan con un año de antelación para su ejecución el año siguiente, etc., de acuerdo con las necesidades presupuestarias pertinentes.

Estándares de Conservación: Se caracterizan como un conjunto de esfuerzos de preservación y los límites de su respectiva participación. Un estándar de mantenimiento establecido se deriva de los datos recopilados de la carretera y se utiliza para calcular la frecuencia de varios tipos de mantenimiento para diferentes niveles de tráfico.

2.2.1.1 Clasificación funcional de las vías interurbanas

La edición 2018 del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de Perú incluye una sección sobre la categorización de las vías en el Perú en función de la demanda de tráfico en el Capítulo I, Clasificación de vías.

La clasificación funcional de las vías interurbanas se refiere a la categorización de estas carreteras según su función y uso dentro del sistema vial. Esta clasificación puede variar según el país o la entidad reguladora, pero generalmente incluye categorías como:

- ✓ Autopistas o autopistas de primera clase: Carreteras de alta capacidad diseñadas para un tráfico rápido y seguro, con acceso limitado y separación física entre direcciones opuestas. Suelen ser las principales arterias de comunicación entre ciudades y regiones.
- ✓ Carreteras principales o carreteras de primera clase: Vías que conectan importantes centros urbanos y regiones, con múltiples carriles y altas velocidades de tráfico.



Aunque pueden permitir el acceso a propiedades adyacentes, tienen un diseño que prioriza la fluidez del tráfico.

- ✓ Carreteras secundarias o carreteras de segunda clase: Vías que conectan áreas urbanas y rurales, con un menor nivel de capacidad y velocidades de tráfico más moderadas. Suelen tener un solo carril por dirección y pueden tener intersecciones a nivel.
- ✓ Carreteras locales o carreteras de tercera clase: Vías que proporcionan acceso a áreas residenciales, comerciales o industriales, con un diseño que prioriza la accesibilidad local y la seguridad de los peatones y ciclistas. Pueden tener múltiples intersecciones y limitaciones de velocidad.
- ✓ Vías rurales o caminos vecinales: Caminos que atraviesan áreas rurales y agrícolas, con frecuentes curvas y pendientes. Suelen tener un bajo volumen de tráfico y estar diseñados para vehículos de carga ligera y tráfico local.

Esta clasificación ayuda a planificar y gestionar la infraestructura vial de manera eficiente, considerando las necesidades de movilidad y seguridad de los usuarios en diferentes contextos.

Un Decreto Supremo N° 017-2007-MTC (Diario El Peruano) de 2007 estableció como viales prioritarios las siguientes tres redes, según el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC): También

Están en funcionamiento varios tipos de redes de carreteras, incluidas las redes nacionales, regionales y barriales/rurales:

Vías Interurbanas

Tabla 2

Sistema vial

SISTEMA VIAL	CARACTERÍSTICAS	COMPETENCIA
Sistema Nacional	Carreteras que unen las principales áreas metropolitanas del país con sus puertos y fronteras.	MTC
Departamental o Regional	Carreteras que unen las capitales de provincias o regiones de importante importancia económica y social dentro de una determinada división administrativa y, ocasionalmente, entre dos divisiones administrativas.	Gobiernos Regionales
Vecinal o Rural	Se trata de carreteras que sirven para conectar capitales de distrito, ciudades y pueblos entre sí o con carreteras más importantes.	Gobiernos Locales

Nota. MTC y el SINAC (2015b)

- ❖ **Vías Urbanas:** Los caminos rurales son aquellos que atraviesan zonas densamente pobladas y no están incluidos en el SNC. En cambio, se rigen por reglas aprobadas por los gobiernos locales.
- ❖ **Vías de Evitamiento:** Los libramientos a menudo pasan a formar parte del Sistema Nacional de Carreteras cuando reemplazan a las carreteras que atraviesan regiones densamente pobladas. Al mismo tiempo, la antigua carretera que ahora se encuentra dentro de los límites de la ciudad se reclasifica como vía urbana y, en última instancia, es administrada y mantenida por el gobierno de la ciudad.

Además, en 2015, el (SNIP) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) elaboraron una Guía Metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos viales interurbanos a nivel de perfil. Esta guía establece categorías de clasificación para carreteras y brinda consejos sobre cómo proceder con el desarrollo del proyecto:



Vías Interurbanas: En transporte, "caminos interurbanos" se refieren a caminos que conectan áreas urbanas más grandes entre sí o con otras rutas, puertos, fronteras o centros industriales importantes. Estas carreteras no están diseñadas para áreas urbanas delimitadas, a diferencia de las carreteras metropolitanas. Las estructuras de ingeniería importantes, como puentes y pontones, forman parte integral de estas carreteras y deben considerarse como tales. Sin embargo, si la vía está en buenas condiciones y solo la estructura principal (puente) muestra deterioro, puede justificarse un estudio específico para la reparación del puente, siguiendo las directrices del SNIP vigentes.

Ubicar la cartera de proyectos dentro de la esfera de impacto del proyecto es esencial. Antes que nada, piense en las intervenciones en la red vial que tienen en marcha los gobiernos federal, estatal o regional. Al hacerlo, podemos determinar si otros proyectos en las cercanías, particularmente aquellos que compiten directamente con el que se está estudiando, pueden afectar la disponibilidad de carreteras. En segundo lugar, es inteligente averiguar qué otros proyectos públicos o privados están en marcha que podrían entrar en conflicto con el camino sugerido o afectarlo. Se requerirá la coordinación con los responsables de la investigación aplicable en caso de que se reconozcan tales circunstancias.

Vías Urbanas: Son las arterias o calles que se encuentran dentro de áreas urbanizadas o ciudades. Estas vías están diseñadas para facilitar el tráfico de vehículos, así como el desplazamiento de peatones y ciclistas dentro de entornos urbanos. Las vías urbanas suelen estar pavimentadas y cuentan con aceras, señalización vial, alumbrado público y otros elementos que garantizan la seguridad y fluidez del tránsito en áreas urbanas.

Esta categorización se fundamenta en el propósito que cada una de estas vías cumple dentro del entramado vial urbano, y contempla las siguientes clasificaciones:

b.1 Vías Expresas: Las vías expresas son carreteras diseñadas para permitir un flujo rápido y continuo de tráfico a través de áreas urbanas. Son arterias viales de alta capacidad que suelen tener múltiples carriles en cada dirección, separación física entre



direcciones opuestas, y acceso limitado mediante intercambiadores o rampas. Estas vías están diseñadas para minimizar los puntos de intersección y los cruces a nivel, lo que facilita la circulación eficiente de vehículos y reduce los tiempos de viaje. Su principal función es proporcionar una ruta directa y rápida para el tráfico de larga distancia, así como para el tráfico local de alta densidad.

b.2 Vías Arteriales (avenidas): Las vías arteriales son las que facilitan el trabajo conjunto de las vías colectoras y las vías rápidas. Su finalidad es proporcionar un flujo de tráfico favorecido con un grado mínimo de accesibilidad. A velocidades modestas, estas rutas transportan grandes cantidades de tráfico de un lugar a otro. Se cubren largas distancias en accesibilidad, que puede incluir pasos elevados, intercambios de carreteras y cruces a nivel bien diseñados. Para facilitar el acceso a la propiedad, lo ideal es que las carreteras arteriales tengan vías de servicio laterales.

b.3 Vías Colectoras: Las vías colectoras tienen como objetivo unir las vías locales, arteriales o auxiliares de las rutas expresas. Su uso principal es facilitar un acceso más rápido a las regiones vecinas con un nivel de "paso" más bajo. Además de dar servicio a las casas cercanas, estas carreteras transportan una cantidad considerable de tráfico.

b.4 Vías Locales: Las vías locales son aquellas que se encuentran dentro de áreas residenciales o comerciales, y su función principal es proporcionar acceso directo a las propiedades adyacentes. Estas vías tienen un bajo nivel de tráfico de paso y están diseñadas para velocidades de circulación más bajas. Su objetivo es servir principalmente al tráfico local, facilitando el acceso a las viviendas, negocios y otras instalaciones dentro de la zona urbana. Las intersecciones en las vías locales suelen estar controladas por señales de tráfico o dispositivos de regulación de tráfico para garantizar la seguridad de los peatones y conductores.

Debido a que establece el tipo de superficie de rodadura más adecuada para cada propósito de la carretera, esta categorización funcional de las carreteras es crucial. Las carreteras pueden ser pavimentadas o no pavimentadas según una serie de criterios, como la cantidad de tráfico y la clasificación de la vía, como se establece en el Manual de Suelos,



Geología, Geotecnia y Pavimentos de Carreteras de 2013 y 2014. En la mayoría de los casos, las carreteras que no están pavimentadas y tienen una cobertura granular tanto en la superficie como en las capas superiores tienden a tener volúmenes de tráfico modestos y pueden experimentar hasta 300.000 repeticiones de Eje Equivalente a lo largo de un período de diez años. En el Manual se definen las siguientes categorías de caminos no pavimentados:

- ✓ Estas carreteras están formadas por suelo natural que se mejora mediante el agregado de grava seleccionada mediante el proceso de zarandeo y la adición de ligantes finos.
- ✓ Los caminos de grava se componen de revestimientos hechos de material de piedra natural sin procesar, ya sea recogido a mano o clasificado mediante tamizado. Un tamaño de 75 mm es el máximo que puede tener este material.
- ✓ El revestimiento que compone las carreteras pavimentadas está compuesto por materiales que se extraen de las canteras. Para dosificar estos materiales se pueden utilizar tanto métodos mecánicos, como la agitación, como naturales, como la gravedad. Piedra, arena y finos o arcilla (no mayores a 25 mm) conforman la mezcla adecuada de los tres componentes requeridos por la dosis. La grava natural, sacudida o triturada, o la grava homogeneizada, son ejemplos de dichos materiales.

Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales:

- ✓ Al estabilizar la superficie con sustancias como cloruros, aditivos, productos asfálticos (como imprimaciones reforzadas u otros selladores de asfalto), cemento, cal u otros estabilizadores químicos, la cementación con grava crea un acabado resistente y duradero.
- ✓ Los suelos naturales pueden ser estabilizados mediante diversos métodos, que incluyen el uso de emulsión asfáltica, cemento, cal, cloruros, geosintéticos y otros aditivos diseñados para mejorar las propiedades del suelo.

La sección sobre geología, suelos y capas de revestimiento granular en el Manual de diseño de carreteras sin pavimentar de bajo volumen de tráfico de 2008 de la MTC identifica cuatro tipos diferentes de pavimento que se pueden utilizar para reparar y mejorar



carreteras pequeñas. Elaborado con granos procesados de una gradación específica, cada tipo de afirmación está diseñado para soportar los rigores del tráfico diario. La resiliencia de estos materiales se garantiza compactándolos en capas. Las partículas más gruesas añaden firmeza, mientras que las partículas más finas ayudan a mantener unida la sustancia, lo que contribuye a la consistencia del material. Los senderos motorizados y las carreteras suelen utilizar este tipo de pavimento.

TIPOS:

El tipo 1 se refiere a una colección desorganizada de materiales naturales o grava que se separa mediante sacudidas y tiene un índice de plasticidad que oscila entre 9 y 12. Este pavimento está diseñado específicamente para vías con un volumen de tráfico bajo, es decir, menos de 50 automóviles por día.

Tipo 2: Se refiere al proceso de confirmar la calidad de una red mediante el uso de materiales naturales o grava que han sido cuidadosamente recogidas mediante tamizado. El índice de plasticidad de estos materiales debe estar dentro del rango de 9 a 12. Está destinado a carreteras que tienen una cantidad de automóviles de baja a moderada, es decir, entre 51 y 100 vehículos por día.

El tipo 3 se refiere al agregado denso, que consiste en material granular natural o grava que se elige agitando y tiene un índice de plasticidad que oscila entre 9 y 12. Se emplea en carreteras que tienen una congestión vehicular consistente a sustancial, con un rango de 101 a 200 vehículos por día.

Tipo 4: Este procedimiento, conocido como procesamiento, implica el uso de material granular o grava que ha sido elegida mediante trituración o molienda y cribado. Esto es especialmente útil cuando el material natural tiene bordes afilados. El material posee un índice de plasticidad que oscila entre 9 y 12. Se emplea específicamente para la construcción de carreteras en áreas con uso pesado de vehículos de carga y transporte, así como en lugares donde el tráfico vehicular diario supera los 200 vehículos.



2.2.1.2 Trafico Vial

El tráfico rodado abarca el movimiento de automóviles y personas en carreteras, calles y otras vías designadas para la circulación. La fuerza y densidad de este flujo pueden fluctuar según factores como la hora del día, el día de la semana, las condiciones climáticas y los eventos especiales. Un análisis en profundidad del tráfico rodado es crucial para diseñar, planificar y gestionar eficazmente la infraestructura vial. Además, juega un papel vital para garantizar la seguridad de los usuarios y optimizar el transporte urbano y regional. Los ingenieros de tráfico emplean herramientas y metodologías especializadas para examinar la dinámica del tráfico, pronosticar patrones de tráfico, identificar áreas de congestión y sugerir soluciones para mejorar el flujo de tráfico y minimizar la duración de los viajes.

Para diseñar y construir con éxito infraestructura vial, el Manual de Carreteras del MTC (2014) destaca la importancia de cuantificar la demanda de tráfico. Destaca la necesidad de clasificar los diferentes tipos de vehículos que utilizan la vía e introduce el Índice Promedio Diario Anual (IMDA) como medida vital para cada tramo de vía analizado.

Sin embargo, el Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen del MTC (2006) mejora este enfoque al enfatizar que los estudios de tránsito evalúan tanto los caminos nuevos como los existentes. Al diseñar nuevas carreteras, se considera el requisito de volumen de tráfico diario. La cantidad de demanda está determinada por el número promedio diario de automóviles que utilizan la ruta y aumenta un uno por ciento anualmente.

2.2.1.3 Índice medio diario anual de tránsito (IMDA)

El Manual de Carreteras del MTC (2014) establece que los índices de variación mensual son necesarios para calcular el Índice Promedio Diario Anual (IMDA). Los índices se guardan en archivos MTC. Al utilizar estos datos, podemos establecer una base de datos de referencia regional que garantice la uniformidad de los datos utilizados en todos nuestros esfuerzos de investigación.

La Asociación Internacional de Datos de Motores (IMDA) utiliza esta métrica para evaluar el valor monetario anual del movimiento de vehículos en una sección específica de la red de carreteras. Esta información se puede obtener realizando recuentos volumétricos y clasificaciones de vehículos en campo durante un período de tiempo determinado.

El factor de distribución direccional, contenido en el manual para el análisis del tráfico por carretera, se refiere a la proporción de vehículos pesados que circulan en una dirección con respecto al tráfico total en ambas direcciones. Para gestionar mejor el flujo de tráfico, se suministra el factor de distribución de carriles, que indica qué carril tiene un mayor número de ejes equivalentes (EE).

Por último, durante el proceso de planificación del pavimento, el tráfico en el carril designado se evalúa considerando la dirección y el número de carriles de la vía. Esta evaluación implica asignar un valor ponderado o porcentual al IMD.

Tabla 3

Factores de distribución direccional y de carril

Número de Calzadas	Número de Sentidos	Número de Carriles por Sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDA total de la Calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentido	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25

Nota. Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección: Suelos y Pavimentos (2013). (p.84)

Diferenciar los efectos de diferentes tipos de vehículos sobre la superficie de la carretera es central a la idea presentada en el Manual de Diseño de Vías No Pavimentadas de Bajo Volumen de 2008 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) respecto a la incorporación de vehículos pesados en el diseño de la vía. Los vehículos grandes,



como autobuses y camiones, con un peso bruto superior a 2,5 toneladas, destacan por las importantes tensiones que ejercen sobre la superficie de la carretera. El manual destaca que la principal causa de daños a la superficie de las carreteras son los coches grandes, debido a su peso considerable que impone una presión significativa sobre el pavimento. Así, al construir la capa superior de una carretera sin pavimentar para resistir estas fuerzas, el objetivo principal es asegurar su capacidad para resistir y soportar este tipo de actividad vehicular intensa. Por el contrario, se considera que los vehículos ligeros, incluidas motocicletas, automóviles y camiones, ejercen menos presión sobre la superficie de la carretera debido a su peso reducido. La razón de esto es que los vehículos ligeros tienen un peso por unidad de superficie considerablemente menor en comparación con los vehículos grandes, lo que conduce a una menor tensión superficial en la calzada. Así, a la hora de diseñar y calcular la capa de rodadura, es necesario eliminar estos coches ligeros ya que su impacto en el desgaste del pavimento es muy insignificante en comparación con los vehículos grandes.

Tabla 4

Clasificación del tráfico proyectado al año horizonte

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
N° Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5x10 ⁴	2.6x10 ⁴ – 7.8x10 ⁴	7.9x10 ⁴ – 1.5x10 ⁵	1.6x10 ⁵ – 3.1x10 ⁵

Nota. Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. (p.127)

Las superficies de rodadura naturales o de grava se eligen en función de su función y de los resultados del estudio de tráfico asociado. La cantidad de tráfico en la carretera se puede comprender mejor con la ayuda de este estudio de tráfico.



Utilizando como fuente el diario oficial El Peruano, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) reveló la siguiente categorización de rangos de tránsito de bajo volumen en 2006:

- T4: Trafico de diseño con IMD entre 201 y 400 vehículos por día.
- T3: Trafico de diseño con IMD entre 101 y 200 vehículos por día.
- T2: Trafico de diseño con IMD entre 51 y 100 vehículos por día.
- T1: Trafico de diseño con IMD entre 16 y 50 vehículos por día.
- T0: Trafico de diseño con IMD menor a 15 vehículos por día.

El Manual para el diseño de vías de tránsito de bajo volumen no pavimentadas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de 2008 enfatiza la necesidad de tomar en cuenta varios aspectos al momento de elegir la superficie de rodadura para vías de tránsito de bajo volumen. Los altos niveles de tráfico, como se define en ejes dañinos equivalentes, son factores cruciales a considerar, ya que dictan el tipo de superficies que pueden soportar las cargas. Además, se señala que el uso de materiales locales podría ser una medida de reducción de costos durante la construcción. Sin embargo, también se reconoce que en algunos casos puede ser necesario hormigón estabilizado para garantizar la resistencia y resistencia de la carretera.

Sin embargo, la tasa de tráfico diaria promedio es otro factor importante en el que pensar. El argumento aquí es que se requiere una superficie de rodadura de mayor calidad para proporcionar un rendimiento óptimo y una mayor longevidad en la carretera a medida que este índice aumenta. Se afirma, sin embargo, que una superficie de pavimentación de menor calidad que se adapte a los requisitos y condiciones únicos de una carretera puede ser aceptable para carreteras con bajos volúmenes de tránsito, donde la cantidad de tránsito es limitada. En conclusión, para lograr el mejor diseño posible, se deben considerar varios aspectos al elegir la superficie de la carretera, incluidos la cantidad de tráfico, el

costo de construcción, la tasa de tráfico diaria promedio y las características únicas de la carretera. adecuadamente eficaz.

Tabla 5

Características de una carretera NPBT

Carretera de BVT	IMD proyectado	Ancho de calzada	Estructura y superficie de rodadura alternativa
T3	101 - 200	2 carriles 5.5 - 6.00	Verificado (grava o material granular, de tamaño no mayor a 5 cm, homogeneizado por trituración o tamizado), con 15 cm adicionales de superficie de rodadura, estabilizado con finos aglutinantes y otros componentes; moldeado y empaquetado.
T2	51 – 100	2 carriles 5.5 - 6.00	Se considera confirmado el grano o grava que haya sido cernida o triturada. 5 cm como máximo; 15 cm al menos cuando está contorneado y comprimido.
T1	16 – 50	1 carril (*) o 2 carriles 3.50 - 6.00	Verificado (roca, guijarros u otro material granular natural) 5 cm como máximo; 15 cm al menos cuando está contorneado y comprimido.
T0	< 15	1 carril (*) 3.50 - 4.50	Áreas certificadas (tierra) que se pueden mejorar con grava cernida, perfilada y compactada (mínimo 15 cm).
Trocha	IMD indefinido	1 sendero (*)	En su mayor parte, la grava tamizada, perfilada y compactada se utiliza para mejorar el suelo natural (tierra).

Nota. Manual para el diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. (p.17)

El análisis del tráfico desempeña un papel crucial en la definición de las características y especificaciones de las vías, dado que proporciona información esencial sobre la demanda de usuarios y el volumen de tráfico que transita por ellas. Este estudio es fundamental para garantizar un diseño vial adecuado que satisfaga las necesidades de los usuarios y asegure la seguridad y eficiencia del transporte.

A lo largo del tiempo, las normativas y estándares de diseño geométrico de carreteras han evolucionado en respuesta a los cambios en el tráfico, la tecnología y las necesidades de la sociedad. Esto se refleja en la comparación de los manuales de carreteras de diferentes años, como los correspondientes a 2001, 2014 y 2018. Estos

manuales han sido actualizados y ajustados para adaptarse a las nuevas condiciones y demandas del tráfico, así como para integrar avances en ingeniería vial y enfoques de diseño más modernos.

La clasificación de las vías según su demanda de tráfico y el Índice Medio Diario (IMD) es una práctica común en estos manuales, ya que permite una segmentación adecuada de las vías y la aplicación de criterios de diseño específicos para cada nivel de demanda y volumen de tráfico. Esto asegura que las vías se diseñen y construyan de manera óptima para soportar el tráfico previsto y proporcionar un nivel adecuado de servicio a los usuarios.

Tabla 6

Comparativa de manuales de DG

IMD	DG-2001	DG-2014	DG-2018
Autopistas de Primera Clase	> 4000 Veh/día	> 6000 Veh/día	> 6000 Veh/día
Autopistas de Segunda Clase	> 4000 Veh/día	6000 – 4001 Veh/día	6000 – 4001 Veh/día
Carreteras de Primera Clase	4000 – 2001 Veh/día	4000 – 2001 Veh/día	4000 – 2001 Veh/día
Carreteras de Segunda Clase	2000 – 400 Veh/día	2000 – 400 Veh/día	2000 – 400 Veh/día
Carreteras de Tercera Clase	< 400 Veh/día	< 400 Veh/día	< 400 Veh/día
Trochas Carrozables	1 Veh.	< 200 Veh/día	< 200 Veh/día

Desde el año 2014, se ha establecido que las trochas carrozables, que abarcan caminos vecinales y otros similares, se caracterizan por tener un flujo vehicular que generalmente no supera los 200 vehículos por día. Estos caminos pueden estar pavimentados o no, dependiendo de su clasificación y características específicas.

2.2.1.4 Demanda proyectada

El Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del año 2014, en su sección sobre Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, destaca la importancia de recopilar información detallada para proyectar la demanda de tráfico durante el período de análisis y determinar el número de Ejes Equivalentes (EE). Esta información recabada servirá como una base sólida para estas proyecciones y decisiones. Se puede seguir una tendencia histórica basada en datos previos disponibles o, si es necesario, ajustarla mediante un análisis exhaustivo y justificado. Este enfoque permite

una planificación más precisa y eficaz de la infraestructura vial, asegurando que se satisfagan las necesidades actuales y futuras de movilidad de manera óptima.

2.2.1.5 Cálculos de tasas de crecimiento y la proyección

Los cálculos de tasas de crecimiento y la proyección según el MTC implican estimar cómo evolucionará la demanda de tráfico en un periodo futuro. Este proceso se basa en el análisis de datos históricos de tráfico y en la aplicación de modelos matemáticos para prever cómo cambiarán estos volúmenes en el tiempo. El objetivo es determinar la demanda futura de tráfico en un tramo de carretera o vía, lo que permite planificar adecuadamente las mejoras y expansiones necesarias.

El MTC establece metodologías específicas para realizar estos cálculos, que generalmente incluyen:

- ✓ Recopilación de datos históricos de tráfico, como el Índice Medio Diario Anual (IMDA) y la clasificación vehicular.
- ✓ Análisis de tendencias históricas para identificar patrones de crecimiento.
- ✓ Selección de un modelo de proyección adecuado, como el modelo lineal, exponencial o de regresión.
- ✓ Aplicación del modelo seleccionado para proyectar la demanda de tráfico en el futuro.
- ✓ Validación de las proyecciones mediante comparaciones con datos reales una vez que estén disponibles.

Estos cálculos son fundamentales para la planificación y el diseño de infraestructuras viales, ya que permiten anticipar las necesidades futuras de capacidad y dimensionar adecuadamente las carreteras y vías para satisfacer la demanda esperada.

2.2.1.6 Índice de condición de carretera no pavimentada (URCI)

El Índice de Condición de Carretera No Pavimentada (URCI, por sus siglas en inglés) es una medida utilizada para evaluar el estado y la calidad de una carretera sin pavimentar. Este índice proporciona una forma sistemática de cuantificar el grado de deterioro de la carretera y ayuda a priorizar las áreas que requieren mantenimiento o rehabilitación.

El URCI se calcula mediante la evaluación de diversos parámetros que afectan la condición de la carretera, como la presencia de baches, fisuras, erosión, deformaciones, y la calidad del drenaje, entre otros. Estos parámetros se evalúan en diferentes secciones de la carretera y se asignan puntajes según su gravedad y extensión.

Una vez recopilados los datos y asignados los puntajes, se realiza un cálculo para determinar el URCI total de la carretera. Este valor proporciona una medida numérica que indica el estado general de la carretera y puede utilizarse para comparar diferentes tramos de carretera, identificar áreas prioritarias de intervención y monitorear el progreso de las actividades de mantenimiento a lo largo del tiempo.

El URCI es una herramienta importante para los organismos encargados de la gestión vial, ya que les permite tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la planificación de actividades de mantenimiento para garantizar la seguridad y la funcionalidad de las carreteras no pavimentadas.

Tabla 7

Escala del URCI

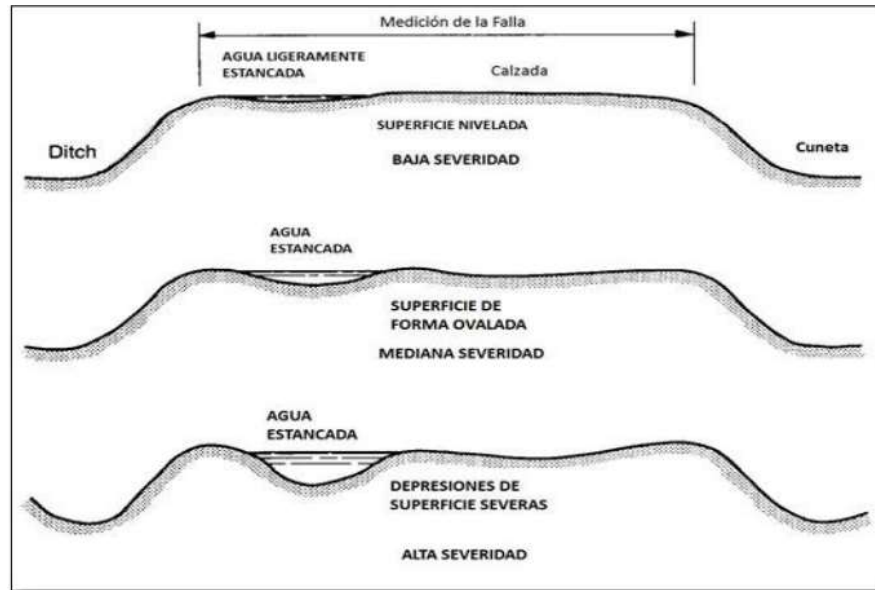
URCI	CLASIFICACIÓN
100	Excelente
85	Muy Buena
55	Buena
40	Regular
25	Pobre
10	Muy Pobre
0	Fallo

Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management TM 5-626.

Hay dos enfoques de medición, uno realizado con un vehículo en movimiento, que constituye una evaluación rápida, y otro más detallado que implica mediciones puntuales. La clasificación se basa en parámetros específicos. En el caso de las mediciones detalladas, es crucial identificar siete tipos distintos de fallas en las carreteras no pavimentadas, las cuales son las siguientes:

Figura 1

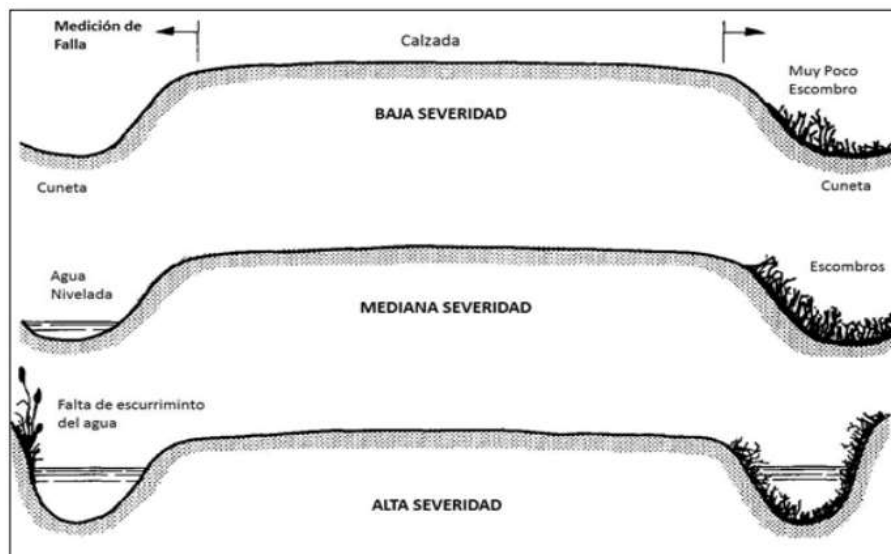
Sección Transversal



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

Figura 2

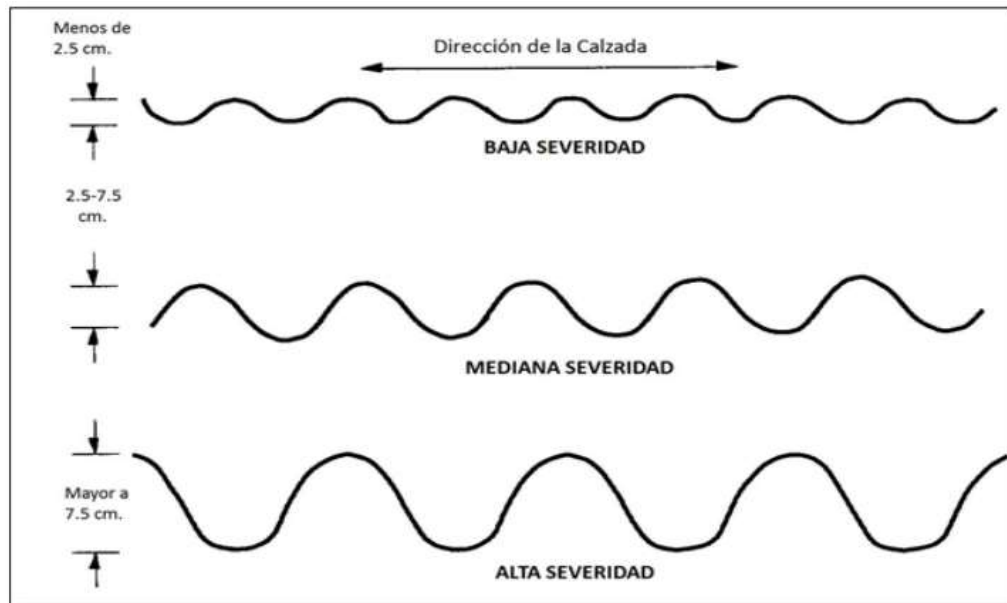
Drenaje inadecuado



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

Figura 3

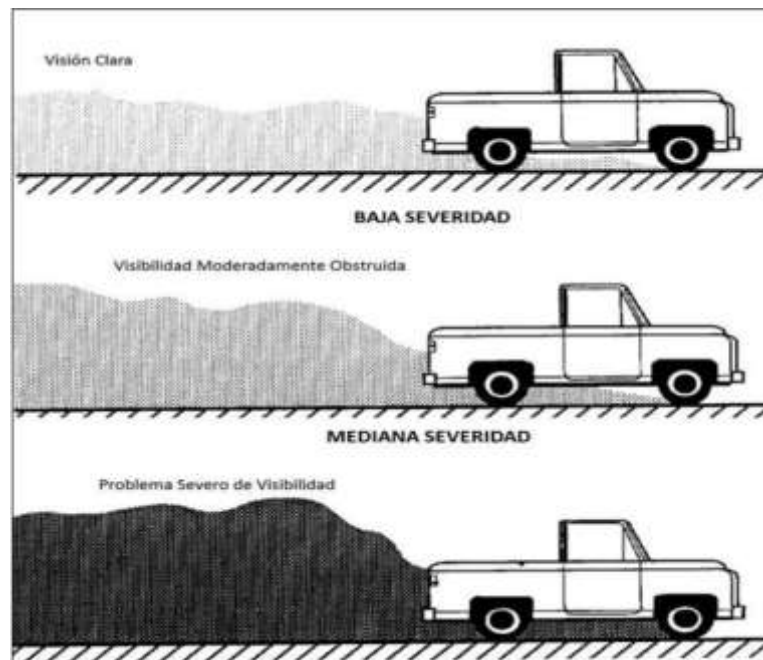
Corrugaciones



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

Figura 4

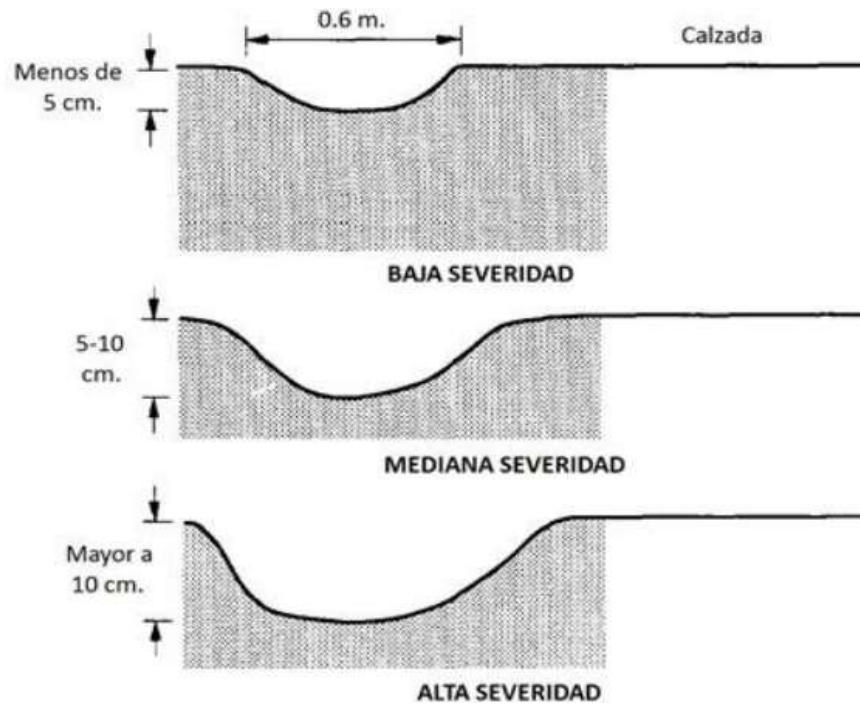
Polvo



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

Figura 5

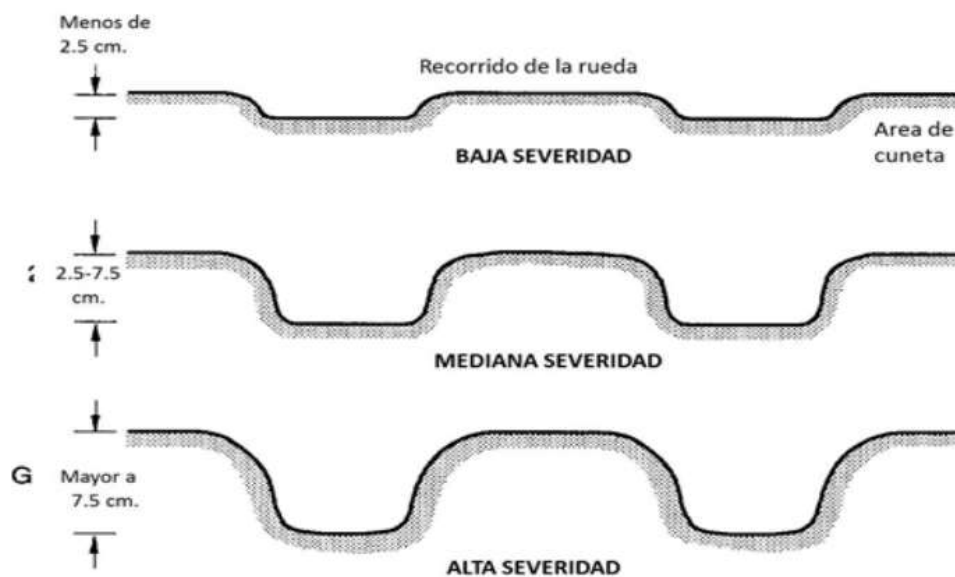
Baches



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

Figura 6

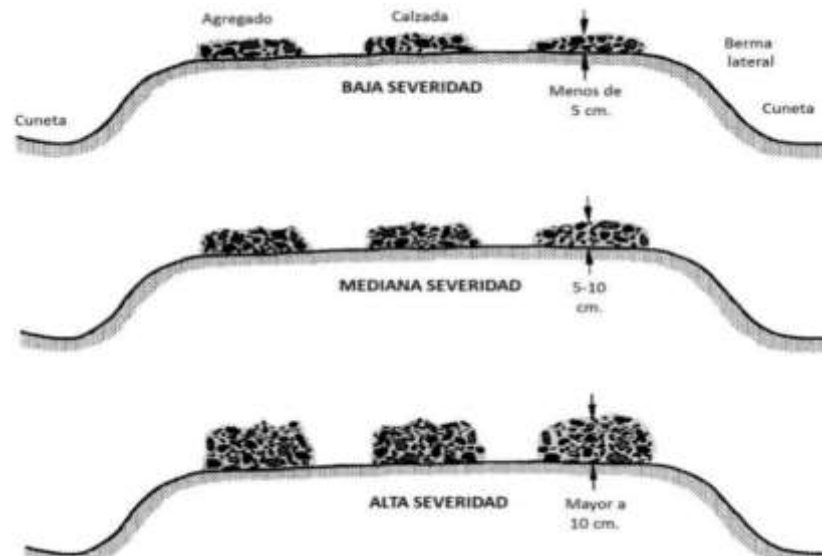
Surcos



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

Figura 7

Agregados Suelto



Nota. Technical Manual Unsurfaced Road Maintenance Management

2.2.2 Suelo

Las partículas minerales y la materia orgánica en etapa de descomposición forman el suelo, que es una combinación natural no cementada. Los espacios entre las partículas contienen líquido y gas. Según Das (2018), los ingenieros suelen utilizar el suelo como material de construcción debido al importante impacto que tiene en los proyectos de ingeniería.

El comportamiento de ingeniería se utiliza para clasificar suelos comparables en grupos y subgrupos. Existe una enorme variación en las cualidades del suelo que no se puede describir adecuadamente; no obstante, los sistemas de clasificación ofrecen un enfoque común para explicar estas características de manera simple.

2.2.2.1 Tipos de suelos

Los tipos de suelo se pueden clasificar de diversas formas según sus propiedades físicas, composición y características geotécnicas. Algunos de los tipos de suelo más comunes incluyen:



Arcilla: Suelo compuesto principalmente por partículas muy pequeñas, con una alta capacidad de retención de agua y plasticidad cuando está húmedo. Puede expandirse cuando se moja y contraerse al secarse, lo que puede causar problemas de cimentación.

Limo: Similar a la arcilla, pero con partículas de mayor tamaño. Tiene propiedades similares a la arcilla en cuanto a retención de agua y plasticidad, pero tiende a ser menos expansivo.

Arena: Suelo compuesto principalmente por partículas de arena, que son más grandes que las de arcilla y limo. La arena es permeable al agua y puede drenar fácilmente, pero puede ofrecer menos soporte que la arcilla o el limo.

Grava: Suelo compuesto principalmente por partículas de grava, que son aún más grandes que las de arena. La grava es resistente y ofrece buen soporte, pero puede tener una permeabilidad variable dependiendo del tamaño y la forma de las partículas.

Roca: Material sólido formado por la consolidación de minerales y otros materiales. La roca puede variar en su resistencia y características dependiendo de su composición y proceso de formación.

Suelo orgánico: Suelo compuesto por materia orgánica en descomposición, como hojas, restos vegetales y materiales animales. Tiende a ser rico en nutrientes y es importante para el crecimiento de las plantas, pero puede ser menos estable que otros tipos de suelo.

2.2.2.2 Plasticidad de los suelos

La plasticidad de los suelos se refiere a la capacidad que tienen ciertos suelos, especialmente los arcillosos, para cambiar de forma y deformarse bajo la aplicación de esfuerzos. Este comportamiento plástico es característico de los suelos con un alto contenido de arcilla y limo, y se debe a la capacidad de estas partículas finas para absorber y retener agua.

Cuando un suelo con alto contenido de arcilla se humedece, las partículas de arcilla absorben agua y se hinchan, lo que hace que el suelo se vuelva más maleable y



deformable. Por otro lado, cuando el suelo se seca, las partículas de arcilla se contraen y el suelo puede agrietarse.

La plasticidad de los suelos se puede determinar mediante ensayos de laboratorio, como el límite líquido y el límite plástico. El límite líquido es el contenido de humedad mínimo en el que un suelo se comporta como un líquido bajo una determinada cantidad de esfuerzo de corte, mientras que el límite plástico es el contenido de humedad en el que un suelo comienza a exhibir comportamiento plástico bajo un esfuerzo de corte específico.

La plasticidad de los suelos es importante en ingeniería civil y geotécnica, ya que afecta la estabilidad y la capacidad de carga de las estructuras construidas sobre ellos. Los suelos altamente plásticos pueden experimentar asentamientos diferenciales y otros problemas de cimentación, por lo que es crucial comprender y tener en cuenta la plasticidad del suelo en el diseño y la construcción de obras civiles.

LÍMITE LÍQUIDO: El límite líquido es una propiedad física de los suelos, especialmente de los suelos arcillosos, que indica la humedad relativa en la que el suelo transita del estado semisólido al estado líquido bajo una fuerza de corte estándar. En otras palabras, es el contenido de humedad en el suelo en el que este deja de comportarse como un sólido y comienza a fluir como un líquido cuando se somete a un esfuerzo mecánico. Este límite se determina mediante un ensayo de penetración, comúnmente conocido como ensayo de Casagrande, en el que se utiliza una copa de Casagrande y se aplica un número específico de golpes normalizados para determinar el punto en el que la muestra de suelo se corta y fluye. El contenido de humedad en este punto se registra como el límite líquido y se expresa como un porcentaje. El límite líquido es una medida importante en la caracterización de los suelos, ya que proporciona información sobre su plasticidad y comportamiento bajo cargas. Es utilizado en ingeniería civil, geotecnia y construcción de carreteras para determinar la idoneidad de los suelos para diferentes propósitos y para diseñar estructuras que se apoyen sobre ellos. (Crespo Villalaz, 2014).

LÍMITE PLÁSTICO: El límite plástico es una propiedad de los suelos que indica la humedad crítica en la cual un suelo pasa de ser plástico, es decir, maleable y deformable,



a semisólido y frágil. Es una medida de la plasticidad del suelo y se determina mediante ensayos de laboratorio. En el ensayo de límite plástico, se toma una muestra de suelo y se le agrega agua gradualmente hasta que adquiere una consistencia suficientemente plástica para que pueda ser moldeada en forma de hilo de un diámetro específico sin romperse. El contenido de humedad en este punto se registra como el límite plástico y se expresa como un porcentaje. El límite plástico es importante en ingeniería civil y geotecnia, ya que proporciona información sobre la plasticidad y la compresibilidad del suelo. Se utiliza en el diseño de cimientos, terraplenes y otros proyectos de ingeniería para evaluar la capacidad del suelo para soportar cargas y deformaciones sin perder su integridad estructural. (Crespo Villalaz, 2004).

INDICE DE PLASTICIDAD: El índice de plasticidad es una medida de la plasticidad de un suelo, es decir, su capacidad para deformarse sin romperse. Se calcula restando el límite líquido del límite plástico y se expresa en porcentaje. El límite líquido y el límite plástico son propiedades importantes de los suelos que se determinan mediante ensayos de laboratorio. El límite líquido representa el contenido de humedad en el cual un suelo pasa de comportarse como un líquido a comportarse como un sólido bajo la influencia de un esfuerzo cortante. Por otro lado, el límite plástico es el contenido de humedad en el cual un suelo pasa de ser plástico a semisólido. El índice de plasticidad proporciona información sobre la plasticidad y la cohesión del suelo, y se utiliza en ingeniería civil y geotécnica para clasificar los suelos y predecir su comportamiento bajo cargas y deformaciones. Los suelos con un índice de plasticidad alto tienden a ser más cohesivos y pueden experimentar mayores deformaciones antes de romperse, mientras que los suelos con un índice de plasticidad bajo tienden a ser menos cohesivos y más propensos a la erosión. (Crespo Villalaz, 2014).

2.2.2.3 Clasificación de los suelos

La clasificación de suelos es un proceso mediante el cual se categorizan los suelos en diferentes grupos o clases en función de sus características físicas, químicas y



mecánicas. Hay varias formas de clasificar los suelos, y la elección del método depende del propósito específico de la clasificación y del contexto en el que se va a utilizar la información. Algunos de los sistemas de clasificación de suelos más comunes incluyen:

- **Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS):** Este sistema, utilizado principalmente en ingeniería civil, clasifica los suelos en función de sus propiedades de grano, como el tamaño, la forma y la distribución de las partículas, así como sus características de plasticidad. Los suelos se clasifican en tres categorías principales: gravas, arenas y limos, y en cada categoría se pueden agregar prefijos para indicar propiedades adicionales.
- **Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials):** Similar al USCS, este sistema se utiliza ampliamente en la ingeniería de carreteras y vías de transporte. Clasifica los suelos en grupos basados en su granulometría, límites de Atterberg y propiedades de ingeniería.
- **Clasificación Textural:** Este método clasifica los suelos en función del tamaño relativo de las partículas de suelo. Los suelos se dividen en arena, limo y arcilla, y las proporciones relativas de cada uno determinan la textura del suelo (por ejemplo, suelo franco, arcilloso, arenoso).
- **Clasificación por Origen:** Los suelos también se pueden clasificar según su origen geológico, que puede incluir suelos residuales, transportados, orgánicos, entre otros.
- **Sistema WRB (World Reference Base for Soil Resources):** Este sistema internacional de clasificación de suelos proporciona un marco para la descripción, clasificación y comunicación de la información sobre suelos en todo el mundo.

Estos son solo algunos ejemplos de sistemas de clasificación de suelos, y cada uno tiene sus propias ventajas y aplicaciones específicas. La elección del sistema de clasificación adecuado depende del propósito y contexto del estudio o proyecto en particular.



2.2.2.4 Compactación de los suelos

La compactación de los suelos es un proceso fundamental en la construcción de carreteras y otras estructuras civiles, que consiste en aumentar la densidad del suelo mediante la aplicación de fuerza mecánica. Esto se realiza para mejorar la capacidad portante del suelo, reducir su susceptibilidad a la deformación y mejorar su resistencia al agua.

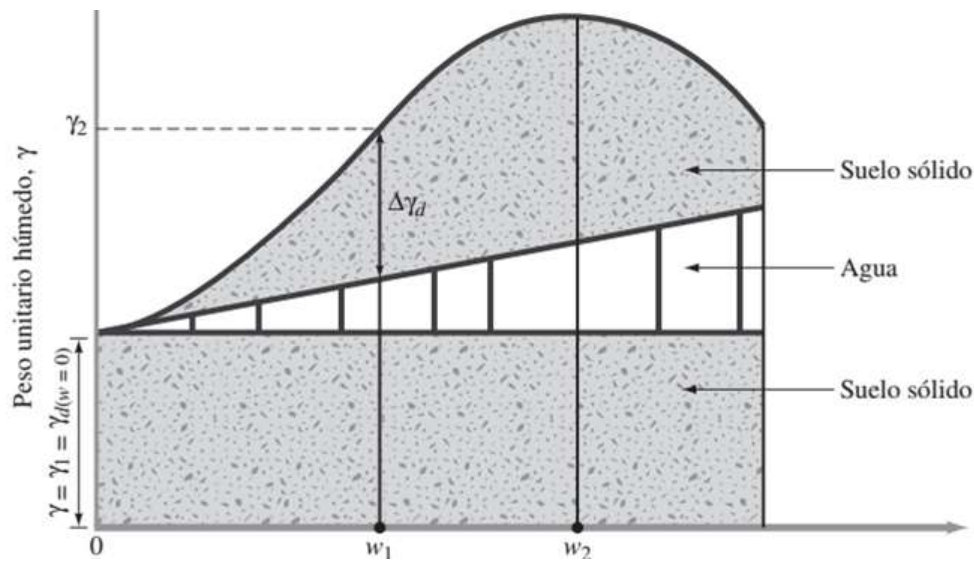
El proceso de compactación se lleva a cabo utilizando equipos especializados, como compactadoras de rodillo, placas vibratorias o equipos de compactación neumática. Estos equipos aplican fuerza sobre el suelo, lo que provoca la expulsión del aire y el agua presente en los espacios entre las partículas del suelo, lo que resulta en una mayor densidad.

La compactación se realiza en capas sucesivas de suelo, generalmente de unos 15 a 30 centímetros de espesor, conocidas como capas de rodadura. Después de cada capa compactada, se realiza una verificación de la densidad y se ajusta si es necesario para garantizar que se cumplan las especificaciones de diseño.

Los factores que influyen en el proceso de compactación incluyen el tipo de suelo, su contenido de humedad inicial, el tipo de equipo de compactación utilizado y el método de compactación empleado. Es importante tener en cuenta que cada tipo de suelo requiere un enfoque de compactación específico para lograr la densidad y la resistencia deseadas. (Braja M., 2011).

Figura 8

Compactación



Nota. (Braja M., 2001)

2.2.2.5 Prueba de Proctor

El ensayo Proctor modificado es un método de laboratorio utilizado para determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima de un suelo. Este ensayo es fundamental en ingeniería civil para evaluar la compactación óptima de los suelos utilizados en la construcción de carreteras, presas, cimientos y otras estructuras.

El procedimiento del ensayo implica compactar una muestra de suelo en un molde cilíndrico en capas uniformes, utilizando un martillo estándar con una energía específica. Después de cada capa compactada, se mide la densidad del suelo y se registra el contenido de humedad. Este proceso se repite para diferentes niveles de contenido de humedad hasta alcanzar un punto donde la densidad del suelo deja de aumentar significativamente con la adición de más humedad. Esta densidad máxima seca se conoce como la densidad seca máxima o densidad Proctor modificado.

El resultado del ensayo se representa típicamente en una curva de compactación, que muestra la relación entre la densidad seca del suelo y el contenido de humedad. A partir de esta curva, se puede determinar el contenido de humedad óptimo necesario para lograr la máxima densidad seca, lo que indica el nivel óptimo de compactación del suelo. Esta prueba tiene por objeto (Crespo Villalaz, 2014).



2.2.2.6 Capacidad de soporte (C.B.R)

El Índice de Resistencia California (C.B.R. por sus siglas en inglés, California Bearing Ratio) es una medida de la capacidad de soporte de un suelo subyacente a una capa de pavimento. Este índice se utiliza comúnmente en ingeniería civil para evaluar la calidad del suelo y su capacidad para soportar cargas.

El ensayo C.B.R. implica compactar una muestra de suelo en un molde estándar a una cierta densidad y luego someterla a una carga axial utilizando un penetrómetro. La carga se aplica gradualmente y se mide la penetración del penetrómetro en el suelo. La relación entre la carga aplicada y la penetración se utiliza para calcular el valor del C.B.R., que se expresa como un porcentaje.

Un valor de C.B.R. del 100% indica que el suelo tiene una capacidad de soporte muy alta y es capaz de soportar cargas sin deformación significativa. Por otro lado, un valor de C.B.R. del 0% indica que el suelo tiene una capacidad de soporte muy baja y se deforma fácilmente bajo carga.

El número CBR se determina mediante la comparación de la carga unitaria necesaria para que un pistón penetre cierta profundidad en una muestra compactada de suelo con respecto a la carga unitaria requerida para lograr la misma penetración en una muestra estándar de material triturado. Esta relación se expresa matemáticamente mediante una ecuación que considera el área del pistón y las condiciones de humedad y densidad de la muestra de suelo:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patron}} * 100$$

Los valores de carga unitaria son:

Tabla 8*Valores de carga unitaria*

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN		
mm	pulgada	Mpa	Kg/cm ²	psi
2.54	0.1	6.9	70	1000
5.08	0.2	10.3	105	1500
7.62	0.3	13.1	133	1900
10.16	0.4	15.8	162	2300
12.7	0.5	17.9	183	2600

Nota. Universidad católica del norte 2013

Según la Universidad Católica del Norte (2013), el número CBR generalmente se determina utilizando la relación de carga para una penetración de 2.54 mm (0.1"). Sin embargo, si el valor del CBR para una penetración de 5.08 mm (0.2") resulta ser mayor, este último valor debe considerarse como el valor final de CBR.

2.2.2.7 Categorización del estado superficial de la vía

La categorización del estado superficial de la vía es un proceso que consiste en evaluar y clasificar el estado de la superficie de la carretera en función de diferentes parámetros. Esto se realiza mediante inspecciones visuales y mediciones detalladas a lo largo de tramos específicos de la vía. Se utilizan diversos criterios para clasificar el estado superficial de la carretera, como la presencia de grietas, baches, deformaciones, desgaste, entre otros. Estos datos se recopilan y se asigna a cada tramo de la vía una categoría que indica su condición general. Esta información es fundamental para planificar y priorizar las intervenciones de mantenimiento y conservación en la red vial.

Tabla 9*Factor de crecimiento acumulado (Fca)*

Clase	Consideración	Criterio (porcentaje del área de la sección evaluada).
1	Leve	> 10%
2	Moderado	10 y 30%
3	Severo	< a 30%

Nota. Manual de Carreteras Conservación Vial – (2018)**Tabla 10***Clasificación de condición*

CALIFICACION DE CONDICION =	500 – SUMA PUNTAJE DE CONDICION
CALIFICACION DE CONDICION =	BUENO, REGULAR, MALO

Nota. Manual de Carreteras Conservación Vial – (2013)

La clasificación de condición vial según el MTC se basa en la evaluación de diversos aspectos de las carreteras, como el estado de la superficie de rodadura, la presencia de fallas estructurales, la capacidad de drenaje, entre otros. Esta clasificación suele dividirse en diferentes categorías, que van desde BUENO, REGULAR, MALO, y se utiliza para determinar el nivel de mantenimiento necesario y establecer prioridades en la asignación de recursos para la conservación de las vías.

Tabla 11*Tipos de Condición*

CONDICION BUENO	> 400
CONDICION REGULAR	> 150 y <= 400
CONDICION MALO	£ 400

Nota. Manual de Carreteras (2018)

Este concepto se refiere a la capacidad de anticipar y planificar las actividades de mantenimiento de una carretera mediante la evaluación del estado de su superficie a lo largo de tramos específicos de 500 metros de longitud. Al analizar y calificar el estado de

desgaste de la capa de rodadura en cada uno de estos segmentos, es posible identificar los tipos de mantenimiento requeridos.

La calificación del estado de la pista desgastada implica evaluar diversos aspectos, como la presencia de grietas, baches, deformaciones, erosión, irregularidades, entre otros. Cada uno de estos deterioros se clasifica según su gravedad y extensión. Basándose en esta calificación, se puede prever el tipo de mantenimiento necesario para corregir o prevenir problemas en la carretera.

Figura 9

Condición de la capa de rodadura

SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO RUTINARIO									
Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación periódica					Conservación rutinaria	
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

Nota. Manual de Carreteras (2013)

2.2.3 Tipos de conservación vial

Las obras anuales de conservación vial en Perú, financiadas a través del presupuesto estatal, abarcan una variedad de actividades dirigidas a mantener en buen estado los pavimentos, los canales y los espacios adyacentes de las carreteras, así como las señalizaciones. Estas labores se ejecutan en todo el país y se llevan a cabo con el propósito de prevenir el deterioro de la infraestructura vial. Se realizan con distintos niveles de intervención y se distribuyen a lo largo del año para minimizar la congestión vehicular y reducir el desgaste continuo de las vías. Este programa de mantenimiento se coordina de manera sincronizada para optimizar su eficacia y asegurar la durabilidad de la red vial.



2.2.3.1 Conservación rutinaria

El mantenimiento rutinario es una actividad esencial dentro de la conservación vial que se enfoca en la ejecución de tareas básicas y regulares para preservar la funcionalidad y seguridad de las carreteras. Este tipo de mantenimiento comprende una serie de acciones simples pero fundamentales que se realizan de manera periódica y sistemática a lo largo de toda la red vial. Algunas de las actividades típicas incluidas en el mantenimiento rutinario son:

- ❖ **Limpieza de la vía:** Eliminación de desechos, escombros y vegetación que obstruyan la visibilidad o puedan representar un riesgo para la circulación vehicular.
- ❖ **Reparación de baches:** Relleno de huecos y fisuras en el pavimento para prevenir daños mayores y proporcionar una superficie de rodadura más segura y cómoda.
- ❖ **Reposición de señalización:** Instalación y mantenimiento de señales de tráfico, marcas viales y dispositivos de seguridad para guiar adecuadamente a los conductores y advertir sobre posibles peligros.
- ❖ **Despeje de obstáculos:** Retiro de objetos, animales u otros elementos que puedan representar un obstáculo o riesgo para la circulación en la carretera.
- ❖ **Mantenimiento de la vegetación:** Podado de árboles y arbustos para evitar que sus ramas interfieran con la visibilidad de la señalización vial o con las estructuras adyacentes.

El mantenimiento rutinario se lleva a cabo de manera continua y programada, generalmente mediante equipos de mantenimiento de carreteras que recorren regularmente los tramos asignados para realizar estas tareas. Este tipo de mantenimiento es fundamental para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios de la vía y para prevenir daños mayores que requieran intervenciones más costosas y complejas.

Tabla 12

Cuidado Rutinario

CONSERVACION	
Criterios para aplicación	Valor
Espeor	Mayor o igual a 10cm
Bombeo	De 2 a 3%
Baches,	De 0 a 10%
Ahuellamientos,	De 0 a 5%
Señalización	Si cuenta con señalización
Cunetas	Limpias
Puentes,	En buen estado

Nota. MCCV - (2013)

2.2.3.2 Conservación periódica

La obra de conservación periódica es una actividad planificada y programada que se lleva a cabo regularmente en las carreteras para mantener su buen estado y prolongar su vida útil. A diferencia del mantenimiento rutinario, que se enfoca en tareas básicas y regulares, la conservación periódica implica intervenciones más completas y específicas que se realizan en intervalos predefinidos.

Algunas de las actividades típicas incluidas en la obra de conservación periódica son:

- ❖ **Recarpeteo:** Remoción y reemplazo parcial o total del pavimento existente para restaurar su nivel de servicio y mejorar la calidad de la rodadura.
- ❖ **Reparación de estructuras:** Reforzamiento, reparación o reemplazo de puentes, alcantarillas y otros elementos estructurales para mantener su integridad y funcionalidad.
- ❖ **Mejoras geométricas:** Modificaciones en la geometría de la carretera, como la ampliación de curvas peligrosas o la rectificación de tramos con pendientes pronunciadas, para mejorar la seguridad vial y la comodidad de los usuarios.
- ❖ **Renovación de la señalización:** Actualización y mejora de la señalización vial, incluyendo la instalación de nuevas señales, marcas viales y dispositivos de seguridad para garantizar una adecuada orientación y advertencia a los conductores.
- ❖ **Control de la erosión:** Implementación de medidas para prevenir la erosión del suelo y proteger los taludes y márgenes de la carretera de los efectos del agua y el clima.

La obra de conservación periódica se lleva a cabo mediante proyectos específicos que requieren una planificación detallada, asignación de recursos y ejecución bajo supervisión especializada. Estas intervenciones son fundamentales para mantener las carreteras en óptimas condiciones y evitar la degradación prematura de su infraestructura.

2.2.3.3 Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico es una modalidad de conservación vial que se lleva a cabo de manera programada y sistemática a intervalos regulares a lo largo de la vida útil de una carretera. Esta actividad está diseñada para preservar la infraestructura vial y mantenerla en condiciones adecuadas para el tráfico vehicular, evitando el deterioro prematuro y costosas reparaciones mayores.

Algunas de las acciones típicas realizadas en el mantenimiento periódico incluyen:

- ❖ **Repavimentación:** Renovación parcial o total del pavimento de la carretera para restaurar su nivel de servicio y mejorar la calidad de la rodadura.
- ❖ **Reparación de baches:** Rellenado de huecos y grietas en el pavimento para proporcionar una superficie de rodadura más segura y confortable.
- ❖ **Reemplazo de señalización:** Actualización y renovación de señales de tráfico, marcas viales y dispositivos de seguridad para mejorar la visibilidad y orientación de los conductores.
- ❖ **Limpieza y despeje:** Eliminación de vegetación, escombros y otros obstáculos que puedan obstruir la vía o afectar la seguridad vial.
- ❖ **Mantenimiento de estructuras:** Inspección y reparación periódica de puentes, alcantarillas y otros elementos estructurales para garantizar su integridad y funcionalidad.

El mantenimiento periódico se realiza de manera planificada y coordinada, generalmente siguiendo un calendario preestablecido basado en la evaluación del estado de la carretera y los recursos disponibles. Esta modalidad de conservación vial es fundamental para garantizar la durabilidad y el buen funcionamiento de la red vial, contribuyendo a la seguridad y comodidad de los usuarios. El Departamento de Transporte,

según el MTC (2006), describe el Mantenimiento Periódico como un conjunto de actividades realizadas durante un período de más de un año. Su propósito es conservar las características superficiales de una carretera, proteger su diseño estructural y corregir defectos significativos.

Tabla 13*Mantenimiento Periódico*

MANTENIMIENTO	
Criterios para aplicación	Valor
Espesor	De 5 a 10 cm
Bombeo	Menos de 2%
Baches,	De 10 a 40%
Ahuellamientos	De 5 a 15%
Señalización	No cuenta con señalización
Cunetas	Limpias
Puentes,	Estado bueno regular

Nota. Manual de Carreteras Conservación Vial - (2013)

2.2.3.4 Conservación preventiva

La conservación preventiva vial se refiere a un conjunto de acciones planificadas y ejecutadas de manera anticipada para evitar el deterioro de las carreteras y preservar su buen estado a lo largo del tiempo. Este enfoque se centra en la detección temprana de posibles problemas y la aplicación de medidas correctivas antes de que se conviertan en problemas mayores. Algunas actividades típicas de conservación preventiva vial incluyen el sellado de grietas, el mantenimiento de drenajes, la aplicación de tratamientos superficiales protectores y la inspección regular de la infraestructura vial. La conservación preventiva es fundamental para garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia de las vías de comunicación, así como para optimizar los recursos y reducir costos a largo plazo.

2.2.4 Intervenciones Viales

Las intervenciones viales se refieren a las acciones planificadas y ejecutadas para mejorar, mantener o rehabilitar las carreteras y vías de comunicación. Estas intervenciones pueden abarcar una amplia gama de actividades, desde la construcción de nuevas



carreteras hasta el mantenimiento rutinario y la reparación de superficies dañadas. Algunas de las principales intervenciones viales incluyen la construcción de nuevas carreteras y puentes, la pavimentación y el reasfaltado de superficies, la reparación de baches y grietas, la instalación de señalización vial y dispositivos de seguridad, el mantenimiento de drenajes y cunetas, y la mejora de la visibilidad y la iluminación. Estas intervenciones son fundamentales para garantizar la seguridad, la eficiencia y la durabilidad de la infraestructura vial, así como para facilitar el transporte y la movilidad de las personas y mercancías.

2.2.4.1 Creación

La creación o construcción de infraestructura vial es una de las intervenciones principales dentro del ámbito de las obras viales. Esta actividad implica el diseño y la ejecución de nuevas carreteras, calles, puentes u otras estructuras viales con el objetivo de mejorar la conectividad y la accesibilidad en una determinada zona. La creación de nuevas vías puede ser necesaria para facilitar el transporte de personas y mercancías, aliviar la congestión del tráfico, mejorar el acceso a áreas remotas o fomentar el desarrollo económico y social.

Durante el proceso de creación de infraestructura vial, se llevan a cabo diversas etapas que incluyen estudios de factibilidad, diseño geométrico y estructural, adquisición de terrenos, preparación del terreno, construcción de la vía y finalmente la entrega y puesta en servicio de la obra. Este proceso requiere la coordinación de múltiples disciplinas, incluyendo ingeniería civil, geología, topografía, hidrología, entre otras.

La construcción de nuevas vías debe realizarse siguiendo normativas y estándares técnicos establecidos, garantizando la calidad, durabilidad y seguridad de la infraestructura. Además, es fundamental considerar aspectos ambientales, sociales y económicos para minimizar el impacto negativo y maximizar los beneficios de la nueva infraestructura vial.



2.2.4.2 Mejoramiento

El mejoramiento vial es una intervención que tiene como objetivo principal actualizar, ampliar o reforzar una infraestructura vial existente con el fin de mejorar su capacidad, funcionalidad, seguridad y durabilidad. Esta actividad se realiza para satisfacer las necesidades cambiantes de transporte, adaptarse a un aumento en el volumen de tráfico, corregir deficiencias estructurales o geométricas, y garantizar un nivel de servicio adecuado para los usuarios de la vía.

El proceso de mejoramiento vial puede incluir diversas acciones, como la rehabilitación de pavimentos, la ampliación de carriles, la construcción de nuevas intersecciones o pasos elevados, la implementación de medidas de seguridad vial, la optimización de la señalización y la instalación de sistemas de drenaje, entre otras.

Antes de llevar a cabo el mejoramiento vial, es necesario realizar un estudio detallado de la infraestructura existente para identificar las necesidades específicas y determinar las soluciones más adecuadas. Esto puede implicar evaluaciones técnicas, estudios de tráfico, análisis de costos y beneficios, y consultas con la comunidad local y otras partes interesadas.

El mejoramiento vial puede realizarse en tramos específicos de una carretera o en toda su extensión, dependiendo de los requerimientos y la disponibilidad de recursos. Es fundamental que estas intervenciones se realicen con altos estándares de calidad y eficiencia, asegurando que la infraestructura vial cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad a largo plazo.

2.2.4.3 Recuperación

La recuperación vial es una intervención destinada a restaurar la funcionalidad y seguridad de una carretera que ha experimentado deterioro o daños significativos debido al paso del tiempo, condiciones climáticas adversas, o tráfico intenso, entre otros factores. Este proceso implica la reparación o reconstrucción de la infraestructura vial afectada para devolverla a un estado operativo adecuado.

Las actividades de recuperación vial pueden incluir la reparación de pavimentos, la reconstrucción de estructuras dañadas, la corrección de problemas de drenaje, la reposición de señalización y dispositivos de seguridad, y la restauración del paisaje circundante, entre otras acciones. El objetivo es restablecer la capacidad de la carretera para soportar el tráfico de manera segura y eficiente.

La recuperación vial se lleva a cabo mediante un proceso planificado que comienza con una evaluación detallada del estado de la infraestructura afectada. Esto puede implicar inspecciones visuales, pruebas de laboratorio, análisis de datos de tráfico y consultas con expertos en ingeniería vial. Con base en esta evaluación, se desarrolla un plan de recuperación que incluye las acciones necesarias, los recursos requeridos y el cronograma de ejecución.

Tabla 14

Actividades de mantenimiento y mejoramiento

Clasificación	Tipo de Trabajo	Actividad	
Mantenimiento	Rutinario	Recebo puntual	
	Conservación	Perfilado	
	Renovación Superficial	Recebo	
Mejoramiento	Ensanche	Pista adicional	
	Mejora del trazado	Ensanchado parcial	
	Cambio de estándar	Mejora geométrica del trazado	Mejora geométrica del trazado
		Cambio de estándar	Cambio de estándar a una nueva clase de capa

Nota. Ministerio de O.P. – Dirección de Planeamiento. (2005)

2.2.4.4 Tratamiento de la vía

El tratamiento de la vía se refiere a las acciones y procesos realizados para mantener, mejorar o reparar una carretera o camino. Estos tratamientos pueden incluir una variedad de actividades, como el mantenimiento rutinario, la reparación de baches, la pavimentación, la aplicación de selladores, la estabilización del suelo, entre otros. El objetivo principal del tratamiento de la vía es garantizar que la infraestructura vial esté en buenas condiciones para su uso seguro y eficiente por parte de los usuarios. Esto implica llevar a cabo una gestión adecuada de los recursos, la planificación de las intervenciones



y la ejecución de trabajos de calidad para maximizar la durabilidad y el rendimiento de la vía.

2.2.5 Vías de bajo volumen

El término "vías de bajo volumen" se refiere a carreteras o caminos que experimentan un nivel relativamente bajo de tráfico vehicular en comparación con las carreteras principales o autopistas. Estas vías suelen encontrarse en áreas rurales o regiones menos desarrolladas, donde el tráfico de vehículos es menor.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de Perú define las vías de bajo volumen como aquellas que tienen un tráfico diario de vehículos dentro de un rango específico. Este rango puede variar según las características y la clasificación de la vía, pero generalmente se considera que las vías de bajo volumen tienen un tráfico diario de hasta cierto número de vehículos.

Estas vías pueden ser de diferentes tipos y clasificaciones, incluidas las trochas carrozables, caminos vecinales, o carreteras secundarias y terciarias. A menudo, estas vías requieren mantenimiento y conservación adecuados para garantizar su accesibilidad, seguridad y durabilidad a pesar de su menor tráfico.

El MTC proporciona pautas y criterios para el diseño, construcción, mantenimiento y gestión de las vías de bajo volumen en su jurisdicción, con el objetivo de asegurar que estas infraestructuras cumplan con los estándares de calidad y seguridad necesarios para servir a las comunidades locales de manera efectiva.

2.2.5.1 Características de la vía de bajo volumen de tránsito

Las características de una vía de bajo volumen de tránsito pueden variar según diversos factores, como el entorno geográfico, el propósito de la vía y su ubicación. Sin embargo, algunas características comunes de estas vías incluyen:

Menor tráfico vehicular: Las vías de bajo volumen de tránsito suelen experimentar un nivel reducido de tráfico en comparación con las carreteras principales o autopistas.

Esto puede deberse a que estas vías sirven a áreas rurales, comunidades pequeñas o regiones menos desarrolladas.

Ancho de la vía: A menudo, estas vías tienen un ancho más estrecho en comparación con las carreteras principales. El número de carriles puede ser limitado, y es posible que algunas vías de bajo volumen solo tengan un carril en cada dirección.

Menor nivel de infraestructura: Las vías de bajo volumen pueden tener una infraestructura menos desarrollada en términos de señalización, iluminación y otras comodidades en comparación con las carreteras principales. Sin embargo, todavía deben cumplir con los requisitos básicos de seguridad.

Condiciones de la superficie de la carretera: La superficie de la carretera en las vías de bajo volumen puede variar, desde pavimento asfáltico hasta caminos de tierra o afirmados. La calidad de la superficie puede ser diferente dependiendo de la ubicación y los recursos disponibles.

Mantenimiento: Debido al menor tráfico, es posible que estas vías no reciban el mismo nivel de mantenimiento que las carreteras principales. Sin embargo, el mantenimiento periódico es crucial para garantizar la seguridad y la durabilidad de la vía.

Acceso a propiedades y comunidades locales: Las vías de bajo volumen suelen proporcionar acceso a propiedades privadas, comunidades locales, áreas agrícolas o sitios naturales. Por lo tanto, es importante que estas vías sean accesibles y funcionales para los residentes locales y los usuarios.

Estas son algunas de las características generales de las vías de bajo volumen de tránsito, aunque es importante tener en cuenta que pueden variar significativamente según la ubicación y otros factores contextuales.

2.2.5.2 Camino vecinal

Un camino vecinal es una vía de comunicación terrestre que conecta áreas rurales y comunidades locales, generalmente de menor tamaño y densidad de población. Estas vías son utilizadas principalmente por residentes locales, agricultores, y otras actividades relacionadas con la vida rural. Algunas características de los caminos vecinales son:



Longitud y extensión: Los caminos vecinales suelen tener una longitud relativamente corta y conectar áreas específicas dentro de una región rural. Pueden ser tramos de carreteras más grandes o caminos completamente independientes.

Uso local: Son utilizados principalmente por residentes locales y personas que trabajan en las áreas circundantes, como agricultores, ganaderos y trabajadores agrícolas. A menudo, no son utilizados para viajes de largo recorrido o tráfico comercial significativo.

Menor infraestructura: En comparación con las carreteras principales, los caminos vecinales pueden tener una infraestructura más básica y menos desarrollada. Esto puede incluir superficies no pavimentadas, menos señalización y menor mantenimiento general.

Acceso a propiedades rurales: Los caminos vecinales proporcionan acceso a propiedades rurales, granjas, ranchos y otras instalaciones agrícolas o residenciales dispersas en el campo. Son vitales para permitir el transporte de personas, bienes y servicios dentro de estas áreas.

Importancia local: Aunque suelen ser de menor importancia a nivel regional o nacional, los caminos vecinales son cruciales para la conectividad y la movilidad dentro de las comunidades locales. Son parte integral de la infraestructura rural y contribuyen al desarrollo y la calidad de vida en estas áreas.

2.2.6 *Slurry Seal*

El término "Slurry Seal" se refiere a un tipo de tratamiento superficial aplicado sobre carreteras para mejorar su durabilidad y resistencia. Consiste en una mezcla de agregados finos, emulsión asfáltica, agua y aditivos que se aplica sobre la superficie de la carretera existente. Este tratamiento forma una capa delgada y uniforme que sella grietas menores, mejora la textura de la superficie y proporciona protección contra la oxidación y la erosión.

El proceso de aplicación del Slurry Seal generalmente incluye varias etapas. Primero, la superficie de la carretera se limpia y, si es necesario, se realizan reparaciones menores como parcheo de baches y sellado de grietas. Luego, se aplica la mezcla de

Slurry Seal de manera uniforme sobre la superficie mediante equipos especializados. Después de la aplicación, se permite que el Slurry Seal se cure y seque antes de abrir la carretera al tráfico nuevamente.

El Slurry Seal es una técnica de mantenimiento efectiva que ayuda a prolongar la vida útil de las carreteras al protegerlas de los efectos del clima y el tráfico. También es una opción rentable en comparación con otras formas de reparación y mantenimiento de carreteras más extensivas. En resumen, el Slurry Seal es un tratamiento superficial utilizado para preservar y mejorar la calidad de las carreteras existentes.

2.2.6.1 Mantenimiento con Slurry Seal

El mantenimiento con Slurry Seal es un proceso que implica la aplicación periódica de esta mezcla sobre la superficie de una carretera para preservar su calidad y prolongar su vida útil. Aquí hay una descripción del proceso de mantenimiento con Slurry Seal:

Inspección y Preparación: Antes de aplicar el Slurry Seal, se realiza una inspección detallada de la superficie de la carretera para identificar áreas que necesitan reparación. Esto puede incluir el parcheo de baches, la reparación de grietas y la limpieza de la superficie para eliminar suciedad y escombros.

Aplicación de la Mezcla: Una vez que la superficie está preparada, se aplica la mezcla de Slurry Seal de manera uniforme sobre la carretera utilizando equipos especializados. Esta mezcla consiste en una emulsión asfáltica, agregados finos, agua y aditivos, y se aplica a una temperatura específica para garantizar una distribución uniforme.

Curado y Secado: Después de la aplicación, el Slurry Seal se deja curar y secar durante un período de tiempo específico. Durante este tiempo, se forma una capa delgada y uniforme que sella grietas menores, mejora la textura de la superficie y proporciona protección contra la oxidación y la erosión.

Reapertura al Tráfico: Una vez que el Slurry Seal ha curado completamente, la carretera se reabre al tráfico. Es importante permitir suficiente tiempo para que el Slurry Seal se seque correctamente antes de abrir la carretera para evitar daños a la capa recién aplicada.

Mantenimiento Regular: El mantenimiento con Slurry Seal es un proceso periódico que debe realizarse cada cierto tiempo, dependiendo de factores como el clima, el tráfico y el desgaste de la carretera. La frecuencia del mantenimiento varía, pero generalmente se recomienda realizarlo cada varios años para mantener la calidad de la superficie de la carretera.

2.2.6.2 Ventajas y desventajas del mantenimiento del Slurry Seal

El mantenimiento con Slurry Seal ofrece una serie de ventajas y desventajas que deben tenerse en cuenta al considerar este método. Aquí hay algunas de ellas:

Ventajas:

- **Protección de la superficie:** El Slurry Seal proporciona una capa protectora sobre la superficie de la carretera, lo que ayuda a prevenir la infiltración de agua y la formación de grietas, prolongando así la vida útil de la carretera.
- **Sellado de grietas:** La mezcla de Slurry Seal rellena pequeñas grietas y fisuras en la superficie de la carretera, evitando que se conviertan en problemas más grandes con el tiempo.
- **Mejora de la textura:** El Slurry Seal puede mejorar la textura y la rugosidad de la superficie de la carretera, lo que resulta en una conducción más suave y segura para los usuarios.
- **Costo efectivo:** En comparación con otros métodos de mantenimiento de carreteras, el Slurry Seal tiende a ser más económico, lo que lo convierte en una opción atractiva para mantener carreteras en buen estado sin gastar demasiado dinero.

Desventajas:

- **Durabilidad limitada:** Aunque el Slurry Seal es efectivo para mejorar temporalmente la calidad de la superficie de la carretera, su durabilidad es limitada en comparación con otros tratamientos más duraderos como el recubrimiento asfáltico.

- Requiere mantenimiento regular: El Slurry Seal no es una solución permanente y requiere mantenimiento periódico cada pocos años para mantener su efectividad. Esto puede resultar en costos adicionales a largo plazo.
- Impacto del tráfico: Durante el proceso de curado, el Slurry Seal es vulnerable al tráfico pesado y puede dañarse si se reabre la carretera demasiado pronto. Esto puede causar inconvenientes para los usuarios de la carretera y retrasar la finalización del proyecto de mantenimiento.
- Limitaciones climáticas: La aplicación del Slurry Seal está sujeta a las condiciones climáticas, y no se puede aplicar en días lluviosos o en temperaturas extremadamente altas o bajas, lo que puede afectar la programación y el cronograma del mantenimiento.

MORTERO ASFÁLTICO – SLURRY SEAL

Como es conocido, el Slurry Seal consiste en una mezcla que incluye emulsión asfáltica, relleno, agregado y agua. A continuación, se presenta una tabla resumida que detalla los componentes esenciales necesarios para producir esta mezcla utilizada en los sellados de lechada asfáltica.

Tabla 15

Componentes del sello asfáltico

MATERIALES COMPONENTES	LÍMITES DE ESPECIFICACIÓN
Emulsión asfáltica	Tipo I: (16.5 - 26.4) % Tipo II: (12.4 - 22.3) % Tipo III: (10.7 - 19.8) %
Asfalto residual	Tipo I: (10-16) % Tipo II:(7.5-13.5) % Tipo II: (6.5 - 12) % (sobre peso de agregado seco)
Agua	Cualquier medida necesaria para lograr una uniformidad deseable de la combinación.

Nota. Emulsified Asphalt Slurry Seal, 2010

Tabla 16

Parámetro para el A.F.

ENSAYOS	SLURRY SEAL
Granulometría	Tipo I, II, III
Durabilidad por acción de los sulfatos	15 % Max (Sodio)
Abrasión Los Ángeles	35 % Max
Equivalente de Arena	45 % Min

Nota. Emulsified Asphalt Slurry Seal, 2010

En la siguiente tabla se muestra los tres tipos de rangos granulométricos para los tres tipos de sellos de lechada asfáltica.

2.3 Marco Conceptual.

2.3.1 Mantenimiento

El mantenimiento se refiere al conjunto de actividades planificadas y ejecutadas con el fin de preservar, reparar o mejorar el estado y funcionamiento de una infraestructura, equipo o sistema. En el contexto vial, el mantenimiento se enfoca en la conservación de carreteras, caminos y vías de tránsito, con el objetivo de garantizar su seguridad, durabilidad y eficiencia operativa.

2.3.2 Suelo

El suelo es una capa superficial de la corteza terrestre que se compone de minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Es un recurso natural fundamental para la vida en la Tierra, ya que proporciona soporte a las plantas, actúa como filtro para el agua y alberga una gran diversidad de organismos.

2.3.3 Conservación Vial

La conservación vial es el conjunto de acciones y prácticas destinadas a mantener en buen estado las infraestructuras viarias, como carreteras, caminos y calles, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad y funcionalidad. Estas acciones abarcan desde el



mantenimiento rutinario, como limpieza y reparación de baches, hasta intervenciones más complejas, como la reconstrucción de pavimentos o la mejora de la señalización vial.

2.3.4 Tránsito de bajo volumen

El tráfico de bajo volumen se refiere a la cantidad relativamente baja de vehículos que transitan por una determinada vía durante un período específico, generalmente medido en términos de vehículos por día. Este tipo de tráfico suele encontrarse en carreteras secundarias, caminos rurales o vías vecinales donde el flujo vehicular es menor en comparación con las carreteras principales o autopistas.

2.3.5 Índice de condición de carretera no pavimentada

El índice de condición de carreteras sin pavimentar, a menudo conocido como URCI, es una medida que se utiliza para evaluar el estado de una superficie de carreteras sin pavimentar. En el cálculo de este índice se tienen en cuenta diversos aspectos, entre ellos la calidad de la superficie, la existencia de agujeros, grietas, desniveles y otros tipos de degradación, y la presencia de desniveles.

2.3.6 MTC

MTC son las siglas de "Ministerio de Transportes y Comunicaciones". Es una institución gubernamental encargada de formular, planificar, regular, supervisar y evaluar las políticas en materia de transporte y comunicaciones. El MTC es responsable de la gestión de infraestructuras como carreteras, puertos, aeropuertos, así como de la regulación del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo. Su función es garantizar la adecuada conectividad y movilidad de personas y bienes en el territorio nacional, así como promover el desarrollo y la modernización de las infraestructuras de transporte y comunicaciones.



2.3.7 Niveles de servicio

Los niveles de servicio según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) pueden variar dependiendo del tipo de infraestructura de transporte que se esté considerando. Por lo general, se utilizan para evaluar la calidad del servicio que una carretera, aeropuerto, puerto u otra infraestructura ofrece a los usuarios. Estos niveles de servicio pueden incluir aspectos como la capacidad de la vía, la comodidad del viaje, la seguridad, la velocidad promedio, entre otros.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

El diseño no experimental se caracteriza por la observación y análisis de fenómenos en su estado natural, sin intervención o manipulación intencionada de las variables. Este enfoque es común en estudios donde el control de las condiciones es imposible o inapropiado por restricciones éticas o prácticas, como ocurre en campos como la psicología, la sociología y otras disciplinas de las ciencias sociales y humanidades (Hernández & Baptista, 2014). En esta investigación, se empleó un diseño no experimental de tipo transversal. En este marco, la variable independiente no fue intervenida ni alterada. Se adoptó un enfoque retrospectivo, utilizando datos previamente recolectados. Además, se distinguió por ser un estudio transversal, dado que el instrumento de recolección de datos se aplicó una única vez para obtener la información de campo pertinente.

3.2 Método de la Investigación

De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2012), el método científico es un enfoque sistemático que se emplea para formular preguntas científicas, verificar hipótesis y aplicar técnicas de investigación. En este estudio, se adoptó el método científico como enfoque



central para evaluar la situación actual del camino vecinal. Se dio prioridad al método inductivo, que se basa en la recopilación y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos. A partir de la observación de casos específicos y sus características particulares, se derivaron conclusiones generales aplicables a toda la investigación. Este enfoque permitió desarrollar una comprensión más amplia y profunda sobre el estado del camino vecinal examinado.

3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la Investigación

Arias (2012) señala que el nivel de investigación se refiere a la profundidad con la que se explora un tema o fenómeno de estudio. Un estudio de nivel explicativo se distingue por establecer relaciones causa-efecto entre las variables investigadas, generando hipótesis que permiten determinar dicha relación causal (Arias y Covinos, 2021, p. 72). En este caso, el nivel de investigación es descriptivo-correlacional, ya que su objetivo es describir cada variable y establecer correlaciones entre ellas, con el fin de demostrar las relaciones existentes entre los diferentes elementos analizados.

3.3.2 Tipo de la investigación

Según Hernández y Baptista (2014), la investigación aplicada se orienta hacia la resolución de problemas específicos dentro de un campo concreto del conocimiento, ofreciendo soluciones prácticas. Este estudio se clasifica como investigación aplicada, ya que su propósito es aplicar el conocimiento científico derivado de la investigación básica. El enfoque principal es abordar situaciones concretas, en lugar de centrarse en el desarrollo de teorías, con el fin de solucionar problemas específicos que afectan a la sociedad. Esta aproximación se fundamenta en antecedentes de investigaciones previas relacionadas con la temática abordada.



3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

(Hernandez & Baptista, 2014, pág. 165) Cuando se hace referencia a una colección de componentes que tienen las mismas características y están destinados a ser utilizados como fuente de información, los términos "universo" y "población" se utilizan indistintamente. A través de la consulta se determinó que la población estará compuesta por las rutas del Distrito de Arapa.

3.4.2 Muestra

La población objetivo se divide en subconjuntos más pequeños, denominados muestras, de los cuales se recogerán los datos. Antes de proceder al análisis, es fundamental identificar o definir con precisión este subconjunto específico de la población objetivo, que debe representar fielmente a toda la población (Hernández & Baptista, 2014, p. 173). En este caso, la muestra seleccionada es una vía con bajo volumen de tránsito, que abarca un tramo aproximado de 3.00 km desde Balsarumi hasta la villa de Betanzos, en el distrito de Arapa.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de investigación científica son los medios operativos mediante los cuales se ejecuta el proceso metódico que pone en práctica las metodologías de estudio. Estas técnicas constituyen herramientas esenciales en el ámbito de la investigación científica, permitiendo la obtención de datos y su análisis de manera sistemática y ordenada (Hernández & Duana, 2020, p. 51). Estas técnicas aseguran la validez y fiabilidad de los resultados, lo que es crucial para generar conocimientos sólidos y basados en evidencias. Entre estas técnicas, Hernández, Fernández y Baptista (2015) destacan la observación, definida como "el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos



o conductas manifiestas.” En el contexto de la presente investigación, la observación científica fue clave para la recolección de datos sobre la condición actual de la carretera que se extiende desde Balsarumi hasta Villa de Betanzos, en el distrito de Arapa. Este proceso de observación incluyó la realización de un inventario exhaustivo de las características de la vía, documentando aspectos críticos para su posterior análisis. Entre los elementos evaluados, se observó el estado de la superficie de la carretera, identificando áreas con baches, erosión del terreno, y presencia de riachuelos que pudieran afectar la transitabilidad. Además, se evaluó la vegetación que podría obstruir el paso o causar daños a la infraestructura vial.

Asimismo, se examinaron con detalle las estructuras de soporte de la carretera, como cunetas, alcantarillas, badenes y la señalización presente en la vía. Este análisis permitió identificar las condiciones actuales de estas estructuras y determinar las necesidades de mejora. La información recolectada durante esta fase de observación servirá como base para desarrollar un diseño adecuado de la carretera, siguiendo las pautas establecidas en el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, asegurando así que el diseño propuesto responda eficazmente a las condiciones observadas en el terreno y a las necesidades específicas de la comunidad.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

En investigación, los instrumentos desarrollados tienen como objetivo evaluar circunstancias de manera empírica, permitiendo una comprensión objetiva y medible de los fenómenos estudiados. Para que estos instrumentos sean validados, es imprescindible que proporcionen datos fiables y consistentes, es decir, que midan con precisión los aspectos que se desean evaluar, asegurando la replicabilidad de los resultados (Hernández & Duana, 2020, p. 52). Esta fiabilidad es crucial para garantizar que los datos recopilados puedan ser utilizados para tomar decisiones informadas y fundamentadas en el contexto del estudio. En el presente proyecto, se empleó un formato de inventario vial basado en las directrices establecidas en el Manual de Inventario Vial. Este formato



permitió la recopilación sistemática de datos a lo largo de todo el trayecto de la carretera que va desde Balsarumi hasta Villa de Betanzos. A través del inventario, se documentaron diversas características de la vía, incluyendo su estado físico, las condiciones de la superficie, y la presencia de infraestructuras viales críticas como cunetas, alcantarillas, y badenes. Además de este enfoque estructurado, se utilizó la observación directa como complemento, lo que facilitó la detección de puntos críticos a lo largo de la zona estudiada, como zonas propensas a deslizamientos, erosión del suelo o áreas afectadas por inundaciones temporales.

Para llevar a cabo una evaluación más profunda del terreno, se utilizaron herramientas específicas, como lámparas y picos, las cuales fueron fundamentales para la recolección de muestras de suelo en las áreas más representativas de la vía. Estas muestras fueron posteriormente analizadas en el laboratorio de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez (UANCV), donde se realizaron ensayos específicos para determinar las características físicas y mecánicas del suelo, como su compactación, granulometría y capacidad de soporte. Estos ensayos fueron cruciales para obtener información detallada sobre la estabilidad del terreno, lo que permitió hacer recomendaciones para el diseño y mejora de la carretera. Además de los datos recolectados a través del inventario vial y los análisis de laboratorio, se realizó una exhaustiva recopilación de información proveniente de diversas instituciones relevantes para el proyecto, como entidades gubernamentales locales, organismos encargados de la gestión de vías y recursos hídricos, así como registros históricos de la zona. Esta información adicional fue esencial para contextualizar los hallazgos de campo y asegurar que las soluciones propuestas estuvieran alineadas con las normativas locales y las necesidades de la comunidad afectada.



Tabla 17

Técnicas e instrumentos.

Técnicas	Instrumentos	Instrumentos de seguridad
Observación	Fichas de identificación y formatos de control.	
ID y medición	Yeso, cinta métrica, plumones	Conos de seguridad, lentes, chaleco, guantes,
Bibliografía	Material bibliográfico (investigaciones)	

3.6 Procedimiento para la recolección de datos

3.6.1 *Desarrollo de plan de investigación*

ETAPA I: INFORMACION

Inicialmente, el procedimiento implica realizar una indagación de los datos que están vinculados con el tema de estudio. Examinar las tesis, artículos de revistas, libros y reglamentos pertinentes que serán fundamentales para la realización de esta investigación es un componente del procedimiento que se lleva a cabo en esta etapa.

ETAPA II: UBICACIÓN

Se debe realizar una evaluación del estado de una vía no pavimentada mediante un análisis de nivel de servicio de acuerdo con los lineamientos detallados en el capítulo 4 del Manual de Carreteras - Informe de Mantenimiento de Carreteras (2018). Dentro del alcance de este examen, es posible medir y calificar el estado de la superficie de la carretera, además de la estructura que se encuentra debajo de ella. Para efectos de realizar esta evaluación, partes de la vía se cortan en tramos que equivalen a 500 metros por cada kilómetro de longitud. Este método da como resultado la recolección de catorce muestras, cada una de las cuales se utiliza con el fin de evaluar el estado de la superficie de la carretera.

Figura 10

Ubicación de la vía analizadas



ETAPA III: MUESTREO DE SUELO

- ❖ **Selección de ubicaciones de muestreo:** Se eligen puntos representativos a lo largo de la vía afirmada que abarquen diferentes condiciones y áreas de interés, como zonas con tráfico intenso, curvas, pendientes y áreas propensas a daños.
- ❖ **Extracción de muestras:** Se extraen muestras de suelo en cada ubicación seleccionada utilizando herramientas y técnicas apropiadas, como barrenos o equipos de perforación. Las muestras se recolectan de diversas profundidades para evaluar las capas de la estructura de la vía.
- ❖ **Preparación de muestras:** Una vez recogidas las muestras, se almacenan para prepararlas para su examen en el laboratorio. Para hacer esto, es posible que sea necesario secar las muestras y eliminar cualquier elemento extraño antes de realizar la prueba.
- ❖ **Realización de ensayos de laboratorio:** En el laboratorio, se llevan a cabo una serie de ensayos para determinar las propiedades del suelo, como la granulometría, el límite líquido y plástico, la compactación, la resistencia y la capacidad de soporte. Estos ensayos proporcionan información crucial sobre la calidad y el comportamiento del suelo de la vía afirmada.



- ❖ **Análisis de resultados:** Una vez completados los ensayos, se analizan los resultados para evaluar la capacidad portante del suelo, su resistencia, su estabilidad y otras características relevantes. Esta información se utiliza para comprender la condición de la estructura de la vía y determinar cualquier necesidad de mantenimiento o mejora.

ETAPA IV: ENSAYOS DE LABORATORIO

Granulometría: El ensayo de granulometría es un procedimiento utilizado para determinar la distribución de tamaños de partículas en un suelo. Se lleva a cabo mediante el tamizado de una muestra de suelo a través de una serie de tamices de diferentes aberturas de malla. El proceso proporciona información sobre la cantidad de suelo que se encuentra en cada rango de tamaño de partículas, lo que es crucial para clasificar el suelo según su textura y para comprender su comportamiento en diversas aplicaciones de ingeniería.

El procedimiento general del ensayo de granulometría incluye los siguientes pasos:

- ❖ **Preparación de la muestra:** Se selecciona una muestra representativa del suelo y se limpia de cualquier material extraño, como piedras, vegetación o material orgánico. La muestra se seca en un horno y se pesa para obtener su peso inicial.
- ❖ **Tamizado:** La muestra se tamiza a través de una serie de tamices de diferentes aberturas de malla, que se disponen en orden decreciente de tamaño de abertura. Cada tamiz atrapa las partículas de suelo que son más grandes que su abertura de malla respectiva, mientras que las partículas más pequeñas pasan a través del tamiz.
- ❖ **Registro de pesos:** Se pesa el suelo retenido en cada tamiz después del tamizado. Estos pesos se registran y se utilizan para calcular el porcentaje de suelo retenido en cada rango de tamaño de partículas.
- ❖ **Cálculo de distribución de tamaño de partículas:** Con los pesos registrados, se calcula el porcentaje acumulado de suelo retenido en cada tamiz y se grafica en un gráfico de distribución de tamaño de partículas.



Límite de consistencia: El ensayo de límites de consistencia es una prueba utilizada para determinar las propiedades del suelo en relación con su consistencia y plasticidad. Este ensayo se centra en dos límites importantes: el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), los cuales son fundamentales para clasificar los suelos y comprender su comportamiento en ingeniería.

El procedimiento del ensayo de límites de consistencia generalmente implica los siguientes pasos:

- ❖ **Preparación de la muestra:** Se toma una muestra representativa del suelo y se mezcla con agua para formar una pasta homogénea. La muestra debe estar libre de grumos y ser lo suficientemente húmeda para poder moldearse en una forma adecuada.
- ❖ **Determinación del límite líquido (LL):** Se utiliza el aparato de Casagrande o el penetrómetro de cono para determinar el límite líquido del suelo. En este paso, se forma un surco en la pasta de suelo y se ajusta su humedad mediante la adición de agua o suelo seco. Se realiza un número especificado de golpes sobre una plataforma de impacto, y se registra el número de golpes requeridos para que el surco se cierre a lo largo de una longitud específica. El límite líquido se calcula a partir de estos datos.
- ❖ **Determinación del límite plástico (LP):** Se utiliza el ensayo de rodillo para determinar el límite plástico del suelo. En este ensayo, se forma un cilindro de suelo con una cierta cantidad de humedad y se enrolla sobre una superficie lisa hasta que se rompe. El límite plástico es el contenido de humedad en el cual el cilindro de suelo comienza a romperse al enrollarse.
- ❖ **Cálculo de otros parámetros:** Con los valores del límite líquido y límite plástico determinados, se pueden calcular otros parámetros importantes, como el índice de plasticidad (IP) y la plasticidad del suelo.

Proctor modificado: El ensayo del Proctor modificado es una prueba de laboratorio utilizada para determinar la densidad máxima y el contenido óptimo de



humedad de un suelo compactado. Este ensayo es fundamental en ingeniería civil para evaluar la capacidad de compactación de un suelo y proporciona datos importantes para el diseño y la construcción de obras de infraestructura como carreteras, presas, terraplenes, entre otros.

El procedimiento del ensayo del Proctor modificado generalmente implica los siguientes pasos:

- ❖ **Preparación de la muestra:** Se toma una muestra representativa del suelo y se seca en el horno para determinar su contenido de humedad inicial. Luego, se mezcla con diferentes cantidades de agua para obtener una serie de muestras con diferentes contenidos de humedad.
- ❖ **Compactación de la muestra:** Se coloca una porción de la muestra en un molde cilíndrico estándar y se compacta en capas uniformes mediante golpes controlados de un martillo con una energía específica. Se repite este proceso para cada muestra con diferentes contenidos de humedad.
- ❖ **Determinación de la densidad seca:** Después de compactar todas las muestras, se pesan y se calcula su volumen para determinar la densidad seca de cada una.
- ❖ **Análisis de resultados:** Se grafican los valores de la densidad seca en función del contenido de humedad y se identifica el punto que proporciona la densidad máxima. Este punto se conoce como la curva de compactación y el contenido de humedad correspondiente se considera el contenido de humedad óptimo.
- ❖ **Cálculo de parámetros:** A partir de los datos obtenidos, se pueden calcular la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo, que son importantes para el diseño y la construcción de estructuras de suelo compactado.

Capacidad de soporte: El ensayo de CBR (California Bearing Ratio) es una prueba de laboratorio ampliamente utilizada en ingeniería civil para evaluar la resistencia al corte de un suelo subyacente. Se utiliza principalmente en el diseño de pavimentos para

determinar la capacidad de soporte de un suelo bajo las condiciones de carga esperadas en la vida útil de una carretera u otra infraestructura.

El procedimiento del ensayo de CBR implica los siguientes pasos:

- ❖ **Preparación de la muestra:** Se toma una muestra representativa del suelo en el lugar donde se realizará la prueba. Esta muestra se prepara según un tamaño específico para su uso en el ensayo.
- ❖ **Colocación de la muestra en el molde:** Se coloca la muestra de suelo en un molde cilíndrico en capas uniformes de espesor conocido. Cada capa se compacta con una energía estandarizada utilizando un pisón.
- ❖ **Aplicación de carga:** Se aplica una carga vertical al suelo compactado a una tasa de deformación controlada. Esta carga simula la carga que experimentaría el suelo en el campo bajo la acción de la carga de tráfico.
- ❖ **Registro de deformaciones:** Se registra la deformación vertical del suelo en función de la carga aplicada. Esto se realiza utilizando un dispositivo de medición adecuado, como un dial o un transductor de desplazamiento.
- ❖ **Cálculo del CBR:** El valor de CBR se calcula como la relación entre la carga necesaria para penetrar un cierto nivel en el suelo y la carga necesaria para lograr la misma penetración en un material patrón estándar (generalmente una mezcla de suelo y grava bien compactada). El resultado se expresa como un porcentaje.

ETAPA V: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos serán sometidos a un análisis detallado mediante tablas comparativas, las cuales se diseñarán para resaltar las diferencias observadas entre los diversos grupos de edad y los diferentes porcentajes. Estas tablas servirán como una herramienta visual clara que permitirá una comprensión más profunda de las comparaciones realizadas. Además, facilitarán el análisis de las variaciones encontradas en relación con los distintos parámetros considerados en el estudio. Al proporcionar una representación estructurada y sistemática de los datos recopilados, estas tablas



contribuirán significativamente a la interpretación y la toma de decisiones informadas basadas en los resultados de la investigación.

3.7 Procesamiento y análisis de datos

Realizaremos un análisis en profundidad de los datos que hemos recopilado mediante el uso de una variedad de herramientas, incluidas tablas, gráficos y cálculos. Al emplear metodologías experimentales estrictas y procesos confiables para la recopilación de datos, este enfoque garantizará que se obtengan resultados correctos y confiables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos.

Este segmento analiza y discute los resultados de laboratorio, presentados de forma secuencial como el foco principal del estudio.

4.1.1 Resultados referentes a las características de la vía Balsarumi a Villa de Betanzos.

Humedad:

Tabla 18

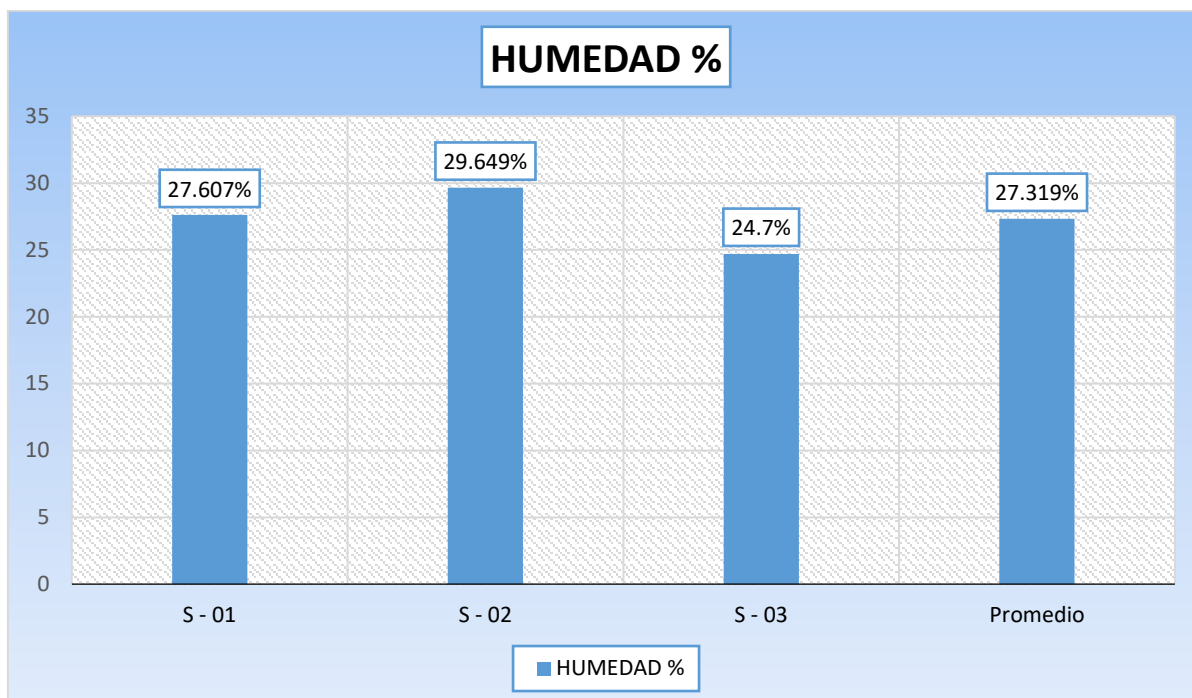
Humedad de cada calicata

CALICATA	% HUMEDAD
S - 01	Humedad (%) 27.607
S - 02	29.649
S - 03	24.700
Promedio	27.319

La Tabla 18 muestra los valores de humedad en tres calicatas (S-01, S-02 y S-03) con porcentajes de 27.607%, 29.649% y 24.700%, respectivamente, y un promedio de 27.319%. Esto permite una evaluación conjunta y comparativa de la humedad en el área de estudio, facilitando el análisis de su variabilidad.

Figura 11

% de humedad de las muestras



La Figura 11 muestra los porcentajes de humedad de las muestras C-01, C-02 y C-03, con valores de 1.86%, 2.43% y 2.07%. La gráfica conecta estos datos para visualizar la tendencia y facilitar la comparación de la humedad entre las muestras.

Granulometría

Tabla 19

Granulometría de las muestras 1, 2 y 3

MALLA	GRANULOMETRÍA – SUELO		
	% QUE PASA		
	C - 1	C - 2	C - 3
3/8"	89.7	89.9	89.7
N° 4	88.9	88.1	88.9
N° 10	82.7	81.6	82.7
N° 20	-	-	-
N° 40	81.4	79.0	81.04
N° 100	69.9	70.4	69.9
N° 200	55.5	59.8	55.5

Al pasar las muestras a través de un tamiz con un tamaño que va desde 3/8 de pulgada hasta 200 milímetros, es posible determinar el porcentaje de los materiales que se recuperaron.

Figura 12

Curva de granulometría C-1

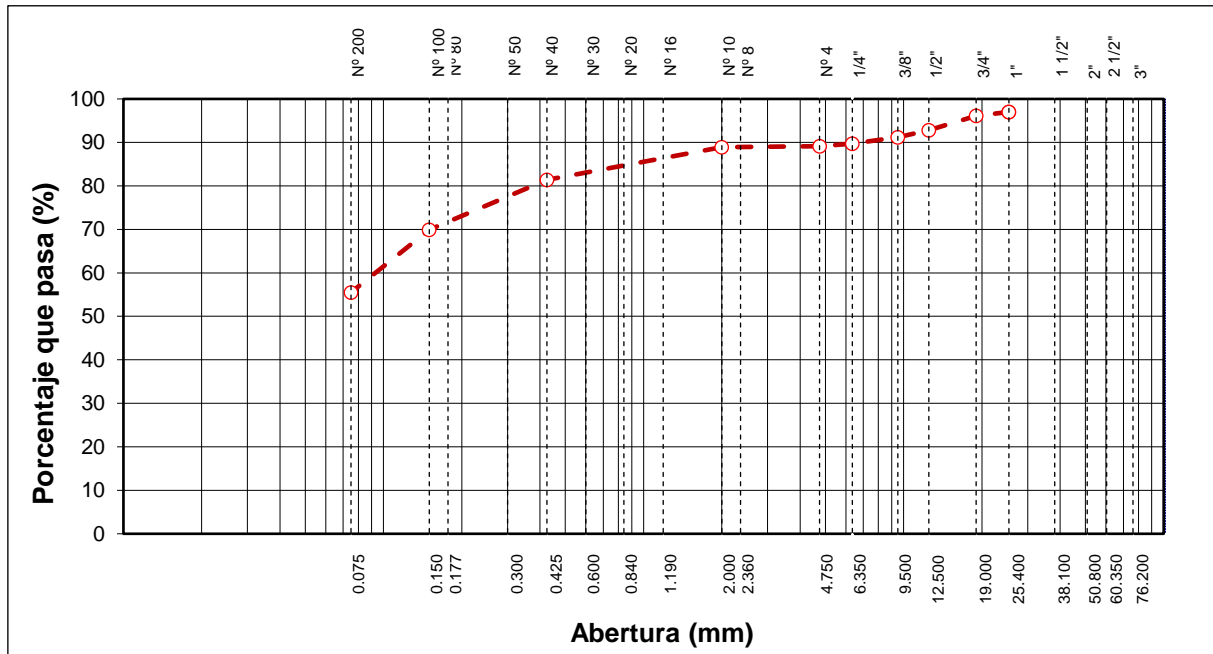


Figura 13

Curva de granulometría C-2

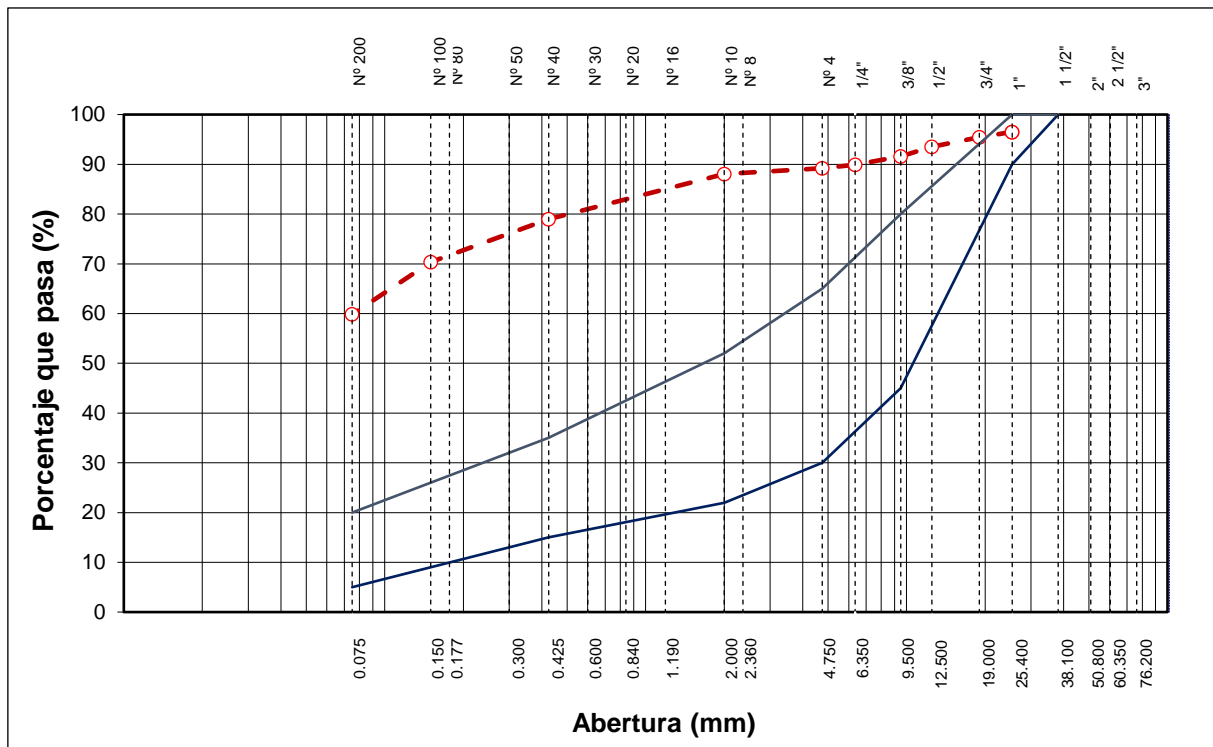
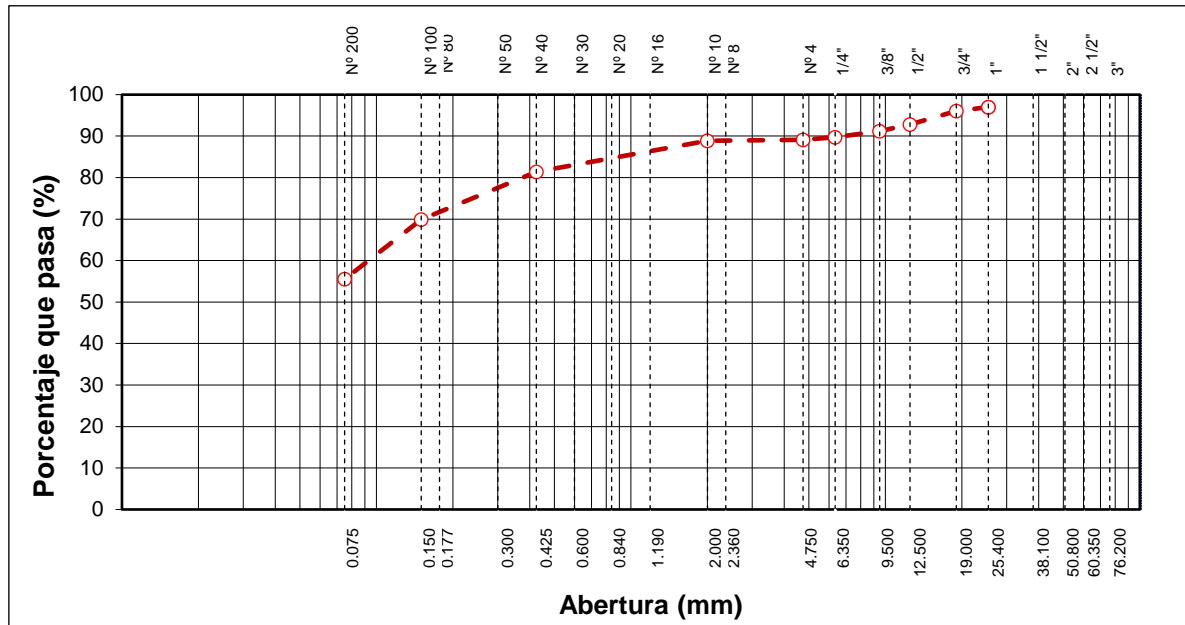


Figura 14

Curva de granulometría C-3



Límite de consistencia: Este parámetro representa la disparidad entre los límites líquido y plástico. Los resultados de las pruebas se promedian y se muestran a continuación:

Tabla 20

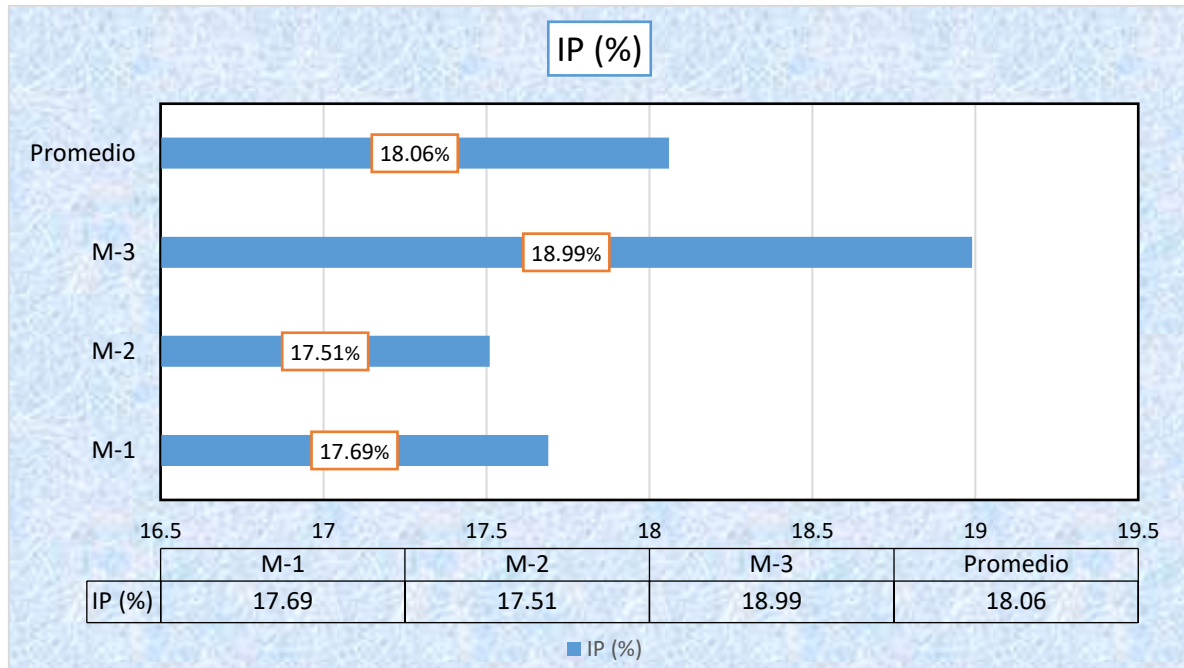
IP de las muestras

LÍMITES DE ATTERBERG				
Muestras	Ubicación	LL (%)	LP (%)	IP (%)
M-1	Vía Balsarumi – Villa de Betanzos	34.58	16.90	17.69
M-2	Vía Balsarumi – Villa de Betanzos	34.65	17.14	17.51
M-3	Vía Balsarumi – Villa de Betanzos	34.26	15.27	18.99
Promedio		-	-	18.06

La tabla muestra los resultados de tres muestras de suelo tomadas en la vía Balsarumi – Villa de Betanzos. Se presentan los límites líquido y plástico, y se calcula el índice de plasticidad, que mide la capacidad del suelo para deformarse sin romperse. El índice promedio de plasticidad es de 18.06%, lo que indica una moderada plasticidad en las muestras.

Figura 15

Índice de plasticidad.



La figura 15 muestra un gráfico comparativo del índice de plasticidad (IP%) para tres muestras de suelo (M-1, M-2, M-3) y su promedio. Los valores del IP varían entre 17.51% y 18.99%, con un promedio de 18.06%, indicando diferencias en la plasticidad entre las muestras analizadas.

Grado de compactación: Cuando la muestra se encuentra en su nivel de humedad ideal, la densidad seca máxima que alcanza juega un papel importante a la hora de determinar el grado de compactación que se ha producido:

Tabla 21

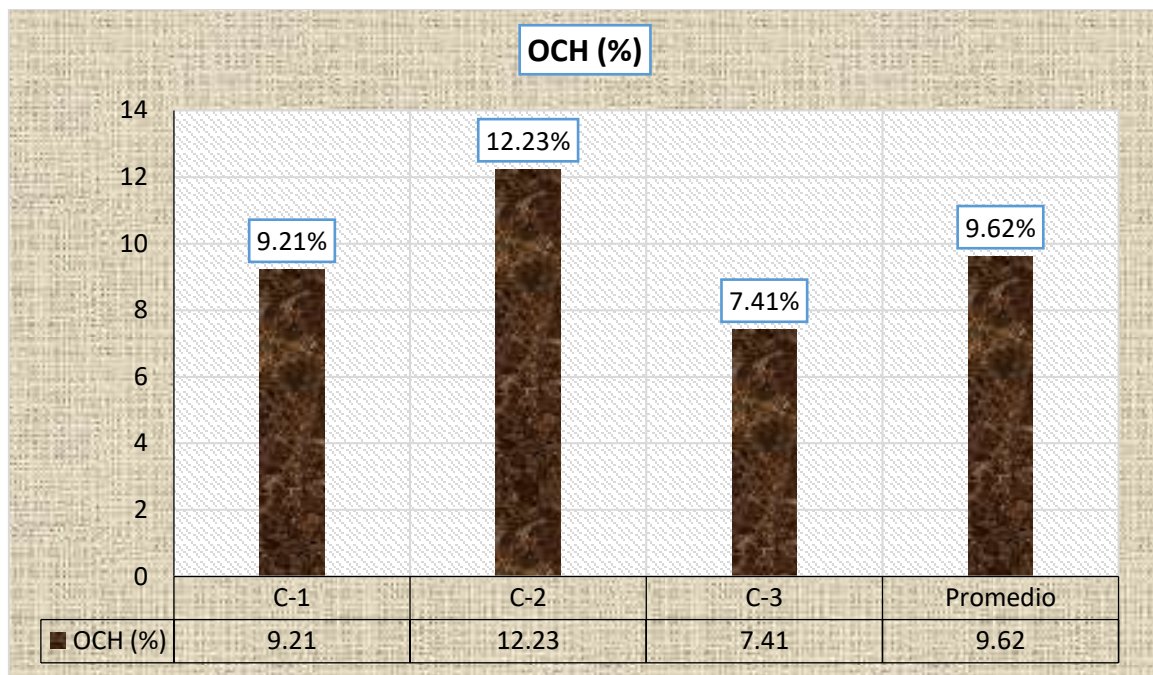
Grado de compactación muestras de cada calicata

MUESTRA	PROCTOR MODIFICADO	
	MDS (gr/cc)	OCH (%)
C-1	1.74	9.21
C-2	1.80	12.23
C-3	1.78	7.41
Promedio	1.77	9.62

La tabla 21 muestra el grado de compactación de tres muestras de suelo (C-1, C-2, C-3) medidas mediante el ensayo Proctor Modificado. Se presentan los valores de la densidad máxima seca (MDS) en gr/cc y el óptimo contenido de humedad (OCH) en porcentaje. El promedio de la MDS es 1.77 gr/cc y el promedio del OCH es 9.62%.

Figura 16

Grado de compactación.



La figura 16 presenta un gráfico de barras comparando el contenido óptimo de humedad (OCH%) de tres muestras de suelo (C-1, C-2, C-3) y su promedio. Los valores de OCH varían entre 7.41% y 12.23%, con un promedio de 9.62%, lo que indica la variación de humedad necesaria para la compactación adecuada de las muestras.

CBR: La siguiente tabla presenta los valores de CBR de los suelos de subrasante naturales al 95% del MDS. Estos datos se dan en orden cronológico:

Tabla 22

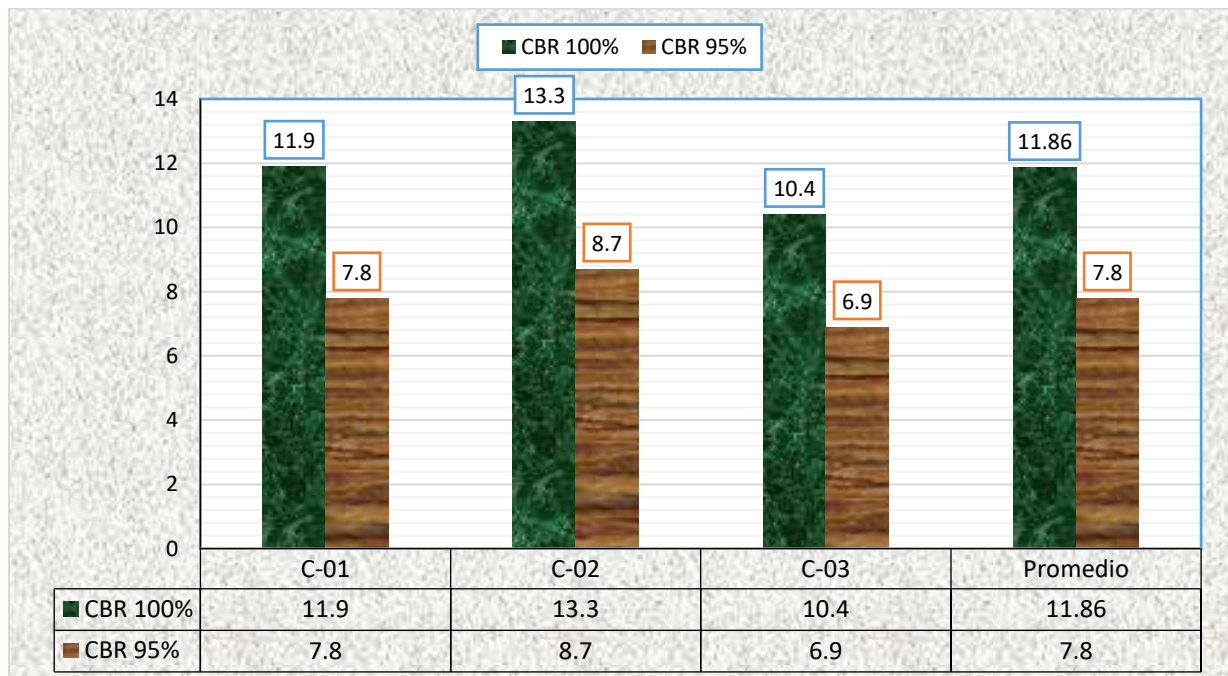
Capacidad de las muestras de calicata

Calicata	CBR	
	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
C-01	11.9	7.8
C-02	13.3	8.7
C-03	10.4	6.9
Promedio	11.86	7.8

La tabla 22 muestra la capacidad de carga (CBR) de tres muestras de calicata (C-01, C-02, C-03) bajo dos condiciones de densidad máxima seca (MDS): al 100% y al 95%. Los valores de CBR al 100% MDS varían entre 10.4 y 13.3, con un promedio de 11.86. Los valores de CBR al 95% MDS varían entre 6.9 y 8.7, con un promedio de 7.8, lo que indica la resistencia del suelo bajo diferentes niveles de compactación.

Figura 17

CBR.



La figura 17 presenta un gráfico comparativo de los valores de CBR (Capacidad de carga) al 100% y al 95% de la densidad máxima seca (MDS) para tres muestras de calicata (C-01, C-02, C-03) y su promedio. Se observa que los valores de CBR al 100% MDS son

consistentemente mayores que los valores al 95% MDS, con un promedio de 11.86 para el 100% MDS y 7.8 para el 95% MDS, lo que indica que la compactación completa del suelo mejora su resistencia.

4.1.2 Resultados referentes a los tipos de deterioro que presenta a nivel superficial de la vía Balsarumi a Villa Betanzos.

Se realizó el análisis de la vía, donde se identificó los tipos de deterioros que presenta a nivel superficial.

Tabla 23

Tipos de daños identificados

Progresiva		Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deterioradas
Del Km	Al Km								
TRAMO 01. 00+000 - 00+500									
0+000.00	0+100.00	100.0	4.50	EROSION	2	1	1.36	80.0	108.8
0+100.00	0+200.00	100.0	4.50	ENCALAMINADO	4	2	0.80	50.0	40.0
0+200.00	0+300.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.40	50.0	20.0
0+300.00	0+400.00	100.0	4.50	BACHES	3	1	1.10	100.0	110.0
0+400.00	0+500.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.65	80.0	52.0
TRAMO 02. 00+500 - 01+000									
0+500.00	0+600.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	1.32	100.0	132.0
0+600.00	0+700.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	1	1.30	70.0	91.0
0+700.00	0+800.00	100.0	4.50	BACHES	3	1	0.80	100.0	80.0
0+800.00	0+900.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	1.60	85.0	136.0
0+900.00	1+000.00	100.0	4.50	ENCALAMINADO	4	1	0.60	100.0	60.0
TRAMO 03. 01+000 - 01+500									
1+000.00	1+100.00	100.0	4.50	ENCALAMINADO	4	2	0.35	100.0	35.0
1+100.00	1+200.00	100.0	4.50	BACHES	3	1	0.15	100.0	15.0
1+200.00	1+300.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.48	85.0	40.8
1+300.00	1+400.00	100.0	4.50	BACHES	3	2	0.50	100.0	50.0
1+400.00	1+500.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	1	0.20	77.0	15.4
TRAMO 04. 01+500 - 02+000									
1+500.00	1+600.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	1.35	100.0	135.0
1+600.00	1+700.00	100.0	4.50	BACHES	3	2	0.32	25.0	8.0
1+700.00	1+800.00	100.0	4.50	ENCALAMINADO	4	1	0.15	100.0	15.0
1+800.00	1+900.00	100.0	4.50	ENCALAMINADO	4	1	0.44	49.0	21.6
1+900.00	2+000.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.96	100.0	96.0



TRAMO 05. 02+000 - 02+500									
2+000.00	2+100.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.15	100.0	15.0
2+100.00	2+200.00	100.0	4.50	BACHES	3	1	0.40	50.0	20.0
2+200.00	2+300.00	100.0	4.50	BACHES	3	2	0.36	88.0	31.7
2+300.00	2+400.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.40	92.0	36.8
2+400.00	2+500.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	1	0.58	100.0	58.0
TRAMO 06. 02+500 - 03+000									
2+500.00	2+600.00	100.0	4.50	ENCALAMINADO	4	1	3.65	22.0	80.3
2+600.00	2+700.00	100.0	4.50	BACHES	3	2	1.20	100.0	120.0
2+700.00	2+800.00	100.0	4.50	BACHES	3	2	0.40	50.0	20.0
2+800.00	2+900.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	2	0.15	100.0	15.0
2+900.00	3+000.00	100.0	4.50	DEFORMACION	1	1	0.40	80.0	32.0

La Tabla 23 identifica los tipos de daños en una vía dividida en tramos de 100 metros. Se evalúan daños como erosión, encalaminado, deformación y baches, cada uno con un código y nivel de gravedad. La tabla detalla la longitud y ancho de la vía, el ancho y longitud del deterioro, así como el área deteriorada para cada tramo. Por ejemplo, en el tramo 00+000 a 00+100, se identifica erosión con un ancho de deterioro de 1.36 metros y una longitud de 80 metros, cubriendo un área de 108.8 metros cuadrados.

4.1.3 Resultados referentes al nivel de condición a nivel superficial de la vía Balsarumi a Villa Betanzos, según estándares de conservación al manual de conservación del MTC.

Tabla 24

Calificación de condición del tramo 1

CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL			
TRAMO 1. (00+000 - 00+500)	CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN =	500 - Σ (Puntaje de Condición) =	333.33
	<u>Bueno</u>	≥ 400	REGULAR
	<u>Regular</u>	> 150 y ≤ 400	
	<u>Malo</u>	≤ 150	

La tabla 24 muestra la calificación de la condición de transitabilidad del tramo 1 de un camino vecinal. Con un puntaje de 333.33, el tramo es clasificado como "Regular" según la escala

presentada, donde una calificación entre 150 y 400 indica una condición regular, mientras que puntajes mayores de 400 indican "Bueno" y menores de 150 se clasifican como "Malo".

Tabla 25*Calificación de condición del tramo 2*

CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL			
TRAMO 2. (00+500 - 01+000)	CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN =	500 - Σ (Puntaje de Condición) =	385.07
	<u>Bueno</u>	≥ 400	REGULAR
	<u>Regular</u>	> 150 y ≤ 400	
	<u>Malo</u>	≤ 150	

La tabla 25 presenta la calificación de la condición de transitabilidad del tramo 2 de un camino vecinal. Con un puntaje de 385.07, el tramo se clasifica como "Regular" según la escala utilizada, donde los puntajes entre 150 y 400 indican una condición regular, superiores a 400 indican "Bueno" y menores de 150 se consideran "Malo".

Tabla 26*Calificación de condición del tramo 3*

CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL			
TRAMO 3. (01+000 - 01+500)	CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN =	500 - Σ (Puntaje de Condición) =	385.78
	<u>Bueno</u>	≥ 400	REGULAR
	<u>Regular</u>	> 150 y ≤ 400	
	<u>Malo</u>	≤ 150	

La tabla 26 presenta la calificación de la condición de transitabilidad del tramo 3 de un camino vecinal. Con un puntaje de 385.78, el tramo se clasifica como "Regular" de acuerdo con la escala de evaluación, donde los puntajes entre 150 y 400 indican una condición regular, valores mayores a 400 se califican como "Bueno" y menores de 150 como "Malo".

Tabla 27

Calificación de condición del tramo 4

CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL			
TRAMO 4. (01+500 - 02+500)	CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN =	500 - Σ (Puntaje de Condición) =	385.78
	<u>Bueno</u>	> 400	REGULAR
	<u>Regular</u>	> 150 y ≤ 400	
	<u>Malo</u>	≤ 150	

La tabla 27 muestra la calificación de la condición de transitabilidad del tramo 4 de un camino vecinal. Con un puntaje de 385.78, el tramo se clasifica como "Regular" según la escala de evaluación, donde una calificación entre 150 y 400 indica una condición regular, por encima de 400 se califica como "Bueno" y por debajo de 150 como "Malo".

Tabla 28

Calificación de condición del tramo 5

CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL			
TRAMO 5. (02+000 - 02+500)	CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN =	500 - Σ (Puntaje de Condición) =	384.62
	<u>Bueno</u>	> 400	REGULAR
	<u>Regular</u>	> 150 y ≤ 400	
	<u>Malo</u>	≤ 150	

La tabla 28 muestra la calificación de la condición de transitabilidad del tramo 5 de un camino vecinal. Con un puntaje de 384.62, el tramo es clasificado como "Regular" según la escala, donde un puntaje entre 150 y 400 indica una condición regular, mientras que valores superiores a 400 indican "Bueno" y menores de 150 se califican como "Malo".

Tabla 29

Calificación de condición del tramo 6

CALIFICACIÓN DE ESTADO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL			
TRAMO 6. (02+500 - 03+000)	CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN =	500 - Σ (Puntaje de Condición) =	397.78
	<u>Bueno</u>	> 400	REGULAR
	<u>Regular</u>	> 150 y ≤ 400	
	<u>Malo</u>	≤ 150	

La tabla 29 muestra la calificación de la condición de transitabilidad del tramo 6 de un camino vecinal. Con un puntaje de 397.78, el tramo se clasifica como "Regular" según la escala utilizada, donde un puntaje entre 150 y 400 indica una condición regular, mientras que un puntaje superior a 400 se clasifica como "Bueno" y un puntaje inferior a 150 como "Malo".

Calificación promedio de la vía de 3.00 Km. (Tramos de 500m)

Se hizo la calificación promedio de los tramos evaluadas, a cada 500m.

Tabla 30

Tramos evaluadas de la vía.

T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6
00+000 - 00+500	00+500 - 01+000	01+000 - 01+500	01+500 - 02+000	02+000 - 02+500	02+500 - 03+000
333.33	385.07	385.78	385.78	384.62	397.78

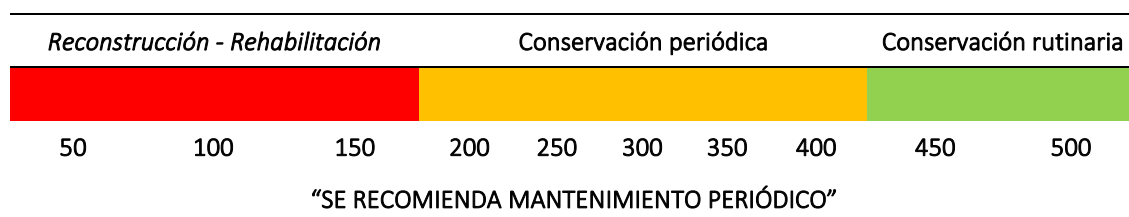
Promedio: 378.73

Bueno	> 400	REGULAR
Regular	> 150 y <= 400	
Malo	<= 150	

La Tabla 30 presenta la evaluación de tramos de una vía, con seis tramos numerados del T-1 al T-6, y sus respectivos valores que oscilan entre 333.33 y 397.78. El promedio de estos valores es 378.73, lo que clasifica el estado de la vía como "Regular" según la escala que define "Bueno" con valores mayores a 400, "Regular" entre 150 y 400, y "Malo" con valores iguales o menores a 150.

Tabla 31

Calificación de tipos conservación según clasificación de condición



Después de evaluar los resultados y compararlos con los criterios de calificación establecidos, se ha determinado que el estado de este tramo de la vía se clasifica como "Regular". Este resultado indica que la vía no muestra condiciones excepcionales, ni especialmente buenas ni malas, sino más bien un estado medio. Además, al considerar la comparación con otros estándares y parámetros, se ha identificado que el tipo de conservación requerido para este tramo es la "Conservación Periódica". Esto sugiere que, aunque el estado actual de la vía no es crítico, requiere intervenciones regulares y planificadas para mantener su calidad y funcionalidad a lo largo del tiempo.

4.1.4 Resultados referentes del tratamiento superficial con la aplicación de Slurry

Seal de la vía Balsarumi a Villa Betanzos.

Preparación del mortero Asfáltico – Slurry Seal

Tabla 32

Resultado del material (Slurry Seal)

TAMIZ	% PASA	TIPO II (ESPECIFICACIÓN ISSA)
3/8 "	100	100
N° 4	91.95	90-100
N° 8	71.08	65-90
N° 16	57.68	45-70

TAMIZ	% PASA	TIPO II (ESPECIFICACIÓN ISSA)
N° 30	37.49	30-50
N° 50	22.74	18-30
N° 100	12.35	10-21
N° 200	10.02	5-15

La Tabla 32 muestra los resultados de tamizado del material (Slurry Seal), comparando el porcentaje que pasa por cada tamiz con las especificaciones del Tipo II según la ISSA. Los tamices evaluados van desde el 3/8" hasta el N° 200. Por ejemplo, el 100% pasa por el tamiz de 3/8", 91.95% por el N° 4, y así sucesivamente. Los resultados se comparan con

los rangos especificados por la ISSA, indicando que los valores obtenidos están dentro de los rangos aceptables para la mayoría de los tamices.

Emulsión Asfáltica

Se usa una emulsión asfáltica de rotura lenta producida por la planta Industrias Quimisa Perú S.A.C

Tabla 33

Características de la emulsión asfáltica

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Viscosidad Saybol - Furol (seg., 25 C)	18 min
Contenido en agua (% Vol.)	43 máx.
Asfalto residual, destilación. (% Peso)	57 min
Retenido en malla 20 (% Peso)	0.10 máx.
Asentamiento (Sedimentación) 7 días (dif.)	7.00 máx.
Carga partícula	(Positiva)
P. h.	7.00 máx.
Aditivo tipo ADP - II	-
Filler de Aportación (cemento portland normal)	%
Agua de Aportación(amasado) Lts.	Lts

La Tabla 33 describe las características de la emulsión asfáltica, especificando varias propiedades y sus valores. La viscosidad medida con Saybol-Furol a 25°C es de 18 minutos, el contenido en agua es de un máximo del 43% en volumen, y el asfalto residual obtenido por destilación es de un mínimo del 57% en peso. Además, el retenido en malla 20 es de un máximo de 0.10%, la sedimentación a 7 días es de un máximo de 7.00%, y el pH máximo es de 7.00. La carga de partícula es positiva, y se mencionan otros componentes como aditivos y agua de aportación, aunque sin valores específicos detallados para estos últimos.

Tabla 34*Dosificación obtenida*

COMPONENTE	% PESO A. SECO
Emulsión	16.72
Filler de aportación	0.72
Agua envuelta	19.96
Óptima de asfalto	8.02

La Tabla 34 muestra la dosificación obtenida para la mezcla, desglosada por componentes y su porcentaje en peso a seco. Los componentes incluyen la emulsión con un 16.72%, el filler de aportación con un 0.72%, el agua envuelta con un 19.96%, y la óptima de asfalto con un 8.02%. Esta dosificación indica la proporción precisa de cada elemento necesario para la composición adecuada de la mezcla.

Análisis de costos para realizar el mantenimiento de la vía con Slurry Seal.

Cuando se trata de caminos no pavimentados, específicamente aquellos pavimentados con material granular, la capacidad de servicio se puede evaluar utilizando diversas medidas de control como perfilado, rugosidad y espesor de la capa de pavimento. Para lograr un nivel satisfactorio de capacidad de servicio, se deben emplear en conjunto métodos de tratamiento granular tradicionales.

Tabla 35*Dosificación obtenida*

MANTENIMIENTO GRANULAR CONVENCIONAL	
TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO / Km (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO MANUAL	S/. 12,568.25
MANTENIMIENTO RUTINARIO MECANIZADO	S/. 13,542.11
MANTENIMIENTO PERIODICO	S/. 49,675.14
TOTAL	S/. 75,785.50

La Tabla 35 presenta los costos asociados al mantenimiento granular convencional, desglosado por tipo de mantenimiento y su costo por kilómetro. El mantenimiento rutinario manual tiene un costo de S/. 12,568.25, el mantenimiento rutinario mecanizado cuesta S/.



13,542.11, y el mantenimiento periódico asciende a S/. 49,675.14. El costo total del mantenimiento por kilómetro es de S/. 75,785.50.

Costos de mantenimiento en Vías no Pavimentadas con Slurry Seal

Después de la aplicación o rehabilitación del tratamiento de Slurry Seal, se llevará a cabo un procedimiento adicional que incluye la aplicación de una capa superficial utilizando emulsión asfáltica y slurry seal. Este proceso se realiza para cubrir las reparaciones efectuadas y abordar aspectos como fisuras, baches, deformaciones superficiales, textura, rugosidad y deflexiones, asegurando así un nivel de servicio óptimo. Todo esto se realiza considerando un costo por kilómetro. El objetivo final es lograr una superficie de rodadura suave y uniforme, donde las reparaciones y los controles queden integrados sin ser visibles.

Tabla 36

Costo de mantenimiento para vías no pavimentadas con Slurry Seal

MANTENIMIENTO POR SLURRY SEAL	
Mantenimiento Rutinario Manual	Permanente
Mantenimiento Periódico	Cada 04 Años

La Tabla 36 detalla el costo de mantenimiento para vías no pavimentadas tratadas con Slurry Seal. El mantenimiento rutinario manual se debe realizar de forma permanente, mientras que el mantenimiento periódico es necesario cada cuatro años. Esta tabla resalta la frecuencia de mantenimiento requerida para asegurar la funcionalidad y durabilidad de las vías tratadas con Slurry Seal.

Tabla 37

Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas para un periodo de 4 años según frecuencia de mantenimiento.

MANTENIMIENTO GRANULAR CONVENCIONAL			
TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO/Km (S/.)	N DE VECES EN 4 AÑOS	TOTAL (S/.)
MANTENIMIENTO RUTINARIO MANUAL	S/ 12,568.25	4	S/ 50,273.00
MANTENIMIENTO RUTINARIO MECANIZADO	S/ 13,542.11	8	S/ 108,336.88
MANTENIMIENTO PERIODICO	S/ 49,675.14	1	S/ 49,675.14
TOTAL	S/ 75,785.50		S/ 208,285.02

Se considera que los precios son costos totales que incluyen los salarios de los trabajadores, incluyendo al capataz, sumando un total de 7 personas. Además, se especifica que estos costos son para una vía específica que ha recibido mantenimiento, situada en un acceso no pavimentado, donde los recursos de transporte, herramientas y equipos son limitados.

Tabla 38

Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas divididos por semestre.

	TIPO DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO RUTINARIO MANUAL	MANTENIMIENTO RUTINARIO MECANIZADO	MANTENIMIENTO PERIODICO	TOTAL
MANTENIMIENTO GRANULAR CONVENCIONAL	COSTO/Km (S/.)	S/ 12,568.25	S/ 13,542.11	S/ 49,675.14	S/ 75,785.50
	"N" DE VECES EN 4 AÑOS	4	8	1	
	AÑO 1 – MES 06	S/ 6,284.13	S/ 13,542.11	S/ 6,209.39	S/ 26,035.63
	AÑO 1 – MES 12	S/ 12,568.25	S/ 27,084.22	S/ 12,418.79	S/ 52,071.26
	AÑO 2 – MES 18	S/ 18,852.38	S/ 40,626.33	S/ 18,628.18	S/ 78,106.88
	AÑO 2 – MES 24	S/ 25,136.50	S/ 54,168.44	S/ 24,837.57	S/ 104,142.51
	AÑO 3 – MES 30	S/ 31,420.63	S/ 67,710.55	S/ 31,046.96	S/ 130,178.14
	AÑO 3 – MES 36	S/ 37,704.75	S/ 81,252.66	S/ 37,256.36	S/ 156,213.77
	AÑO 4 – MES 42	S/ 43,988.88	S/ 94,794.77	S/ 43,465.75	S/ 182,249.39
	AÑO 4 – MES 48	S/ 50,273.00	S/ 108,336.88	S/ 49,675.14	S/ 208,285.02
	TOTAL	S/ 50,273.00	S/ 108,336.88	S/ 49,675.14	S/ 208,285.02

La Tabla 38 presenta los costos de mantenimiento de vías no pavimentadas, desglosados por semestre durante un período de cuatro años. Los tipos de mantenimiento considerados son rutinario manual, rutinario mecanizado y periódico, con sus respectivos costos por

kilómetro: S/. 12,568.25, S/. 13,542.11 y S/. 49,675.14. Se detalla el costo acumulado cada seis meses, alcanzando un total de S/. 50,273.00 para el mantenimiento rutinario manual, S/. 108,336.88 para el rutinario mecanizado, y S/. 49,675.14 para el periódico, sumando un total global de S/. 208,285.02.

Tabla 39

Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas con Slurry Seal para un periodo de 4 años según frecuencia de mantenimiento.

MANTENIMIENTO POR SLURRY SEAL			
TIPO DE MANTENIMIENTO	COSTO/Km. (S/.)	"N" DE VECES EN 4 AÑOS	TOTAL (S/.)
SLURRY SEAL	S/ 103,854.35	1	S/ 103,854.35
MANTENIMIENTO MANUAL	S/ 9,952.45	4	S/ 39,809.80
TOTAL	S/ 113,806.80		S/ 143,664.15

La Tabla 39 detalla los costos de mantenimiento de vías no pavimentadas con Slurry Seal durante un período de cuatro años, según la frecuencia de mantenimiento. El mantenimiento por Slurry Seal tiene un costo de S/. 103,854.35 por kilómetro, realizado una vez en cuatro años. El mantenimiento manual, con un costo de S/. 9,952.45 por kilómetro, se realiza cuatro veces en el mismo período. El costo total del mantenimiento por Slurry Seal asciende a S/. 143,664.15, con un costo acumulado de S/. 113,806.80 por el Slurry Seal y S/. 39,809.80 por el mantenimiento manual.

Tabla 40

Costos de mantenimiento de vías no pavimentadas con Slurry Seal desagregados por semestre

	TIPO DE MANTENIMIENTO	SLURRY SEAL	MANTENIMIENTO MANUAL	TOTAL
	MANTENIMIENTO POR SLURRY SEAL	COSTO/Km (S/.)	S/ 103,854.35	S/ 9,952.45
	"N" DE VECES EN 4 AÑOS	1	4	
	AÑO 1	S/ 12,981.79	S/ 4,976.23	S/ 17,958.02
	AÑO 1	S/ 25,963.59	S/ 9,952.45	S/ 35,916.04
	AÑO 2	S/ 38,945.38	S/ 14,928.68	S/ 53,874.06
	AÑO 2	S/ 51,927.18	S/ 19,904.90	S/ 71,832.08
	AÑO 3	S/ 64,908.97	S/ 24,881.13	S/ 89,790.09



AÑO 3	S/ 77,890.76	S/ 29,857.35	S/ 107,748.11
AÑO 4	S/ 90,872.56	S/ 34,833.58	S/ 125,706.13
AÑO 4	S/ 103,854.35	S/ 39,809.80	S/ 143,664.15
TOTAL	S/ 103,854.35	S/ 39,809.80	S/ 143,664.15

La Tabla 40 presenta los costos de mantenimiento de vías no pavimentadas con Slurry Seal, desglosados por semestre durante un período de cuatro años. El costo del mantenimiento por Slurry Seal es de S/. 103,854.35 por kilómetro, realizado una vez en cuatro años. El mantenimiento manual, realizado cuatro veces en el mismo período, tiene un costo de S/. 9,952.45 por kilómetro. La tabla desglosa los costos acumulativos semestrales, alcanzando un total de S/. 143,664.15, con S/. 103,854.35 correspondientes al Slurry Seal y S/. 39,809.80 al mantenimiento manual.

COMPARACIÓN Y ANÁLISIS FINAL

1. Costo Total en 4 Años:

- Mantenimiento Granular Convencional: S/. 208,285.02
- Mantenimiento con Slurry Seal: S/. 143,664.15

2. Frecuencia de Mantenimiento:

- Granular Convencional: Requiere múltiples mantenimientos rutinarios manuales y mecanizados, además de un mantenimiento periódico.
- Slurry Seal: Requiere un mantenimiento periódico cada cuatro años y mantenimientos manuales permanentes.

3. Eficiencia y Costos a Largo Plazo:

- El método de Slurry Seal presenta un costo total menor en comparación con el mantenimiento granular convencional, además de ofrecer una superficie de rodadura más uniforme y menos necesidad de mantenimientos frecuentes.

Esta comparación indica que, aunque el mantenimiento inicial de Slurry Seal puede ser mayor, a largo plazo resulta más eficiente y económico, mejorando la durabilidad y calidad de las vías no pavimentadas.



4.2 Discusión de resultados.

La presente investigación propone mejoras en una vía no pavimentada de bajo volumen de tráfico en la Municipalidad Distrital de Arapa, con el objetivo de promover el desarrollo socioeconómico entre el Centro Poblado Balsarumi y la población de Villa Betanzos. El análisis exhaustivo de los 3.00 km de longitud de la vía ha permitido determinar el tipo de mantenimiento necesario en tramos de 500 metros, revelando que el 79.26% de la vía requiere mantenimiento periódico, mientras que el 20.74% restante necesita mantenimiento rutinario. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de implementar mejoras a lo largo de toda la vía para garantizar una circulación más fluida y segura para los vehículos.

Características del Suelo y Necesidades de Mantenimiento

En cuanto a las características físicas y mecánicas del suelo, se han registrado índices de plasticidad medios, una máxima densidad seca de 1.900 gramos por centímetro cúbico con un contenido óptimo de humedad del 10.05%, y una capacidad de soporte CBR promedio del 22.30% al 95% de la MDS. Estos valores son congruentes con los hallazgos de Sánchez Tamay (2018), quien identificó condiciones similares en un camino rural no asfaltado en Chachapoyas. La similitud en los resultados refuerza la validez de las metodologías empleadas y destaca la consistencia de las condiciones del suelo en diferentes regiones.

Los índices de plasticidad medios sugieren que el suelo tiene una capacidad moderada para deformarse bajo presión, lo que puede afectar la durabilidad de la superficie de la carretera. La densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad indican que el suelo tiene características favorables para la compactación, un factor crucial en la construcción y mantenimiento de vías. La capacidad de soporte CBR del 22.30% al 95% de la MDS señala que el suelo posee una resistencia moderada, adecuada para soportar el tráfico ligero característico de la vía en cuestión.

Identificación de Puntos Críticos y Propuestas de Mejora

El análisis ha identificado puntos críticos en la vía, principalmente debido a la falta de estructuras de drenaje adecuadas como badenes y alcantarillas. Esta deficiencia es un factor significativo en el deterioro de la vía, lo que subraya la necesidad de implementar soluciones de drenaje eficaces para mejorar la durabilidad de la infraestructura vial. La implementación de dichas estructuras no solo mejorará la calidad de la vía, sino que también mitigará los costos a largo plazo asociados con el mantenimiento frecuente.

La ausencia de un sistema de drenaje eficiente permite que las aguas pluviales se acumulen y penetren en el suelo de la carretera, causando erosión y debilitamiento de la estructura. La incorporación de badenes y alcantarillas permitirá un desalojo adecuado del agua, protegiendo la integridad de la vía y reduciendo el impacto negativo de las precipitaciones. Además, la implementación de estas estructuras mejorará la seguridad vial al prevenir la formación de charcos y áreas resbaladizas que pueden provocar accidentes.

Análisis de Costos y Beneficios: Aplicación de Slurry Seal

El análisis exhaustivo de costos y beneficios concluye que la aplicación de Slurry Seal es esencial para prolongar la vida útil de la vía entre Canayre y Puerto Palmeras. Este tratamiento es más rentable y rápido de aplicar en comparación con alternativas como Bicapa o Riego con gravillas, debido a su menor espesor y método de aplicación eficiente. La elección de Slurry Seal se fundamenta en su capacidad para proporcionar una capa protectora duradera que reduce significativamente la frecuencia de mantenimiento requerido, resultando en una solución económica y sostenible para mejorar la infraestructura vial en zonas rurales.

El Slurry Seal es una mezcla de asfalto emulsionado, agregados finos y aditivos que se aplica en una capa delgada sobre la superficie de la carretera existente. Este tratamiento mejora la resistencia al deslizamiento, sella pequeñas grietas y previene la infiltración de agua, extendiendo la vida útil de la vía. Además, su aplicación rápida y



económica permite minimizar las interrupciones en el tráfico y reducir los costos asociados con el mantenimiento prolongado.

Implicaciones Socioeconómicas

Las mejoras propuestas no solo tienen implicaciones técnicas y económicas, sino también socioeconómicas. La mejora de la vía facilitará un acceso más eficiente y seguro entre las comunidades de Balsarumi y Villa Betanzos, promoviendo el desarrollo socioeconómico regional. Una infraestructura vial mejorada es fundamental para el transporte de bienes y servicios, lo que puede potenciar la actividad económica y mejorar la calidad de vida de los residentes.

El desarrollo socioeconómico derivado de la mejora de la vía incluye beneficios como el aumento del comercio local, la reducción de costos de transporte y la mejora en el acceso a servicios educativos y de salud. Una vía en buen estado facilita el desplazamiento de personas y mercancías, estimulando el crecimiento económico y la cohesión social. Además, una infraestructura vial adecuada puede atraer inversiones y proyectos de desarrollo, generando empleo y mejorando las condiciones de vida de la población.

Conclusión: En resumen, los hallazgos de este estudio subrayan la necesidad de llevar a cabo mejoras en toda la extensión de la vía, con un enfoque particular en la implementación de estructuras de drenaje y la aplicación de Slurry Seal. Estas acciones no solo mejorarán la durabilidad y seguridad de la vía, sino que también promoverán el desarrollo socioeconómico en la región. La consistencia de estos resultados con estudios previos refuerza la validez de las conclusiones y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura vial en áreas rurales.

La investigación destaca la importancia de considerar tanto los aspectos técnicos como los socioeconómicos en la planificación de mejoras viales. Las soluciones propuestas, basadas en un análisis detallado de las condiciones actuales y los costos y beneficios asociados, ofrecen un enfoque integral para abordar los desafíos de



infraestructura en la Municipalidad Distrital de Arapa. Al implementar estas mejoras, se espera que la región experimente un crecimiento económico y social sostenible, beneficiando a las comunidades locales a largo plazo.



CONCLUSIONES

- C.1. En el estudio de suelo de la vía, el suelo es CL, con un índice de plasticidad del 12.69%, una humedad del 2.12%, asimismo, la densidad seca máxima (MDS) promedio del suelo es de 1.900gr/cc, con un contenido de humedad óptimo del 10.05%, lo que sugiere una compactación relativamente baja. En cuanto a su capacidad de soporte CBR al 95% de la MDS, se sitúa en 22.30%.
- C.2. Los tipos de deterioros en la vía incluyen deformaciones de severidad moderada y bacheo con un nivel de severidad alto. Estas condiciones combinadas resultan en una calidad de servicio insatisfactoria para la vía.
- C.3. El estado de la vía analizada, según la calificación del Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, se sitúa en 378.73, clasificándose como "regular" dentro de la escala de condición.
- C.4. Reducir la frecuencia de mantenimiento necesaria para mantener los caminos no pavimentados en buenas condiciones y prolongar su vida útil se puede lograr mediante la aplicación de la metodología Slurry Seal. Esta técnica no solo preserva la superficie, sino que también protege la base subyacente. Se llegó a la conclusión de que la compactación con Slurry Seal optimiza los costos de mantenimiento de los caminos sin pavimentar.



RECOMENDACIONES

- R.1. Se recomienda experimentar calicatas en diferentes partes de la vía para variar de suelos y así tener una gama completa de resultados.

- R.2. Se recomienda utilizar diferentes metodologías más completas del estado de la vía y poder identificar otros tipos de defectos o fallos presentes en ella

- R.3. Se recomienda explorar y aplicar otros métodos que también puedan evaluar la condición superficial de las vías afirmadas efectuar.

- R.4. La aplicación de lechada asfáltica se sugiere como una alternativa fundamental para vías con un bajo volumen de tráfico, ya que resulta más económica que la instalación de una capa asfáltica completa, al tiempo que proporciona una adecuada capacidad para soportar el tráfico.



REFERENCIAS

- Amaya Camargo, A. F., & Rojas Guavita, E. E. (2017). *Análisis comparativo entre metodologías vizir y pci para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá*. Bogota: Universidad Santo Tomas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/4566>
- Arévalo Justiniano, J. A., & Rivera Rodríguez, M. J. (2022). *Diseño estructural de pavimento con slurry seal de la Avenida Martínez de Compañón, Sullana - Piura*. Piura: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88294>
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria*.
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.
- Chavarro-Acuña, W. E., & Molina-Pinzón, Y. C. (2015). *Evaluación de alternativas de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito*. Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/2617>
- Coy Pineda, O. M. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a A 53c comparando los métodos Vizir y Pci*. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/16508>
- Florez Encinas, I. L. (2023). *Diagnóstico del slurry seal para años de vida útil en el pavimento económico de la carretera Huancané Crucero, Puno*. Huancane: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/116068>



- Gutiérrez Soto, M. A. (2017). *Gestión de carreteras no pavimentadas*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid. Obtenido de <https://oa.upm.es/52693/>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- López Sumarriva, J. J., & Ortíz Pinares, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay*. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes. Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/152>
- Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.
- Quispe Chambi, M. E. (2022). *Evaluación del mantenimiento vial de la vía vecinal samán Mocco - DV Quejón Mocco, Distrito de Samán y propuesta de alternativa de intervención vial*. SAMAN: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/9167>
- Saldaña Yauri, B. B., & Taípe Arestegui, W. (2018). *Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre - Puerto Palmeras - Ayacucho*. Ayacucho: Universidad San Martín de Porres. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4545>
- Sanchez Tamay, D. Y. (2018). *Evaluación de la condición superficial de la carretera no pavimentada El Milagro – El Zapote mediante dos técnicas unsurfaced road maintenance management y conservación vial, Provincia de Utcubamba, 2018*. Utcubamba: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1629>
- Zarate Alegre, G. M. (2016). *Modelo de gestión de conservación vial para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular del camino vecinal Raypa - Huanchay - Molino, distrito Culebras - Huarmey*. Huarmey: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2544>



ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cómo será el mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel de tratamiento superficial en Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar el mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel de tratamiento superficial en Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa.</p>	<p>Hipótesis General: La implementación de un tratamiento superficial en la carretera de bajo volumen de tránsito, en el tramo Balsarumi a Villa de Betanzos, en el Distrito de Arapa, mejorará la calidad de la superficie vial, incrementando su durabilidad y la seguridad para los usuarios.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Mejoramiento y rehabilitación</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de suelos. • Diseño del afirmado. <p>Variable Dependiente</p> <p>Transitabilidad de la vía.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Slurry Seal 	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál será las características que presenta la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa?</p> <p>¿Qué tipos de deterioros presenta a nivel superficial la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, tomando en consideración el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial?</p> <p>¿Cuál será el nivel de condición a nivel superficial de la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, según criterios de calificación del Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial?</p> <p>¿Cómo se aplicará el tratamiento superficial Slurry Seal en la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Balsarumi – Villa de Betanzos, para mejorar la transitabilidad?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las características que presenta la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa.</p> <p>Identificar los tipos de deterioros que presenta a nivel superficial la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, tomando en consideración el manual de carreteras mantenimiento o conservación vial.</p> <p>Determinar el nivel de condición a nivel superficial de la vía Balsarumi a villa de Betanzos del Distrito de Arapa, según criterios de calificación del Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial.</p> <p>Aplicar el tratamiento superficial Slurry Seal en la vía de bajo volumen de tránsito del tramo Balsarumi – Villa de Betanzos, para mejorar la transitabilidad.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>La vía entre Balsarumi y Villa de Betanzos presentara una superficie irregular, con huecos, vegetación en los márgenes y zonas susceptibles a la erosión.</p> <p>Los deterioros comunes en la vía serán grietas, baches, deformaciones, desgaste por abrasión y pérdida de material.</p> <p>Según el Manual de Carreteras de Mantenimiento, la condición superficial de la vía será deficiente, debido a los múltiples deterioros y la necesidad de reparaciones significativas.</p> <p>La aplicación del tratamiento superficial Slurry Seal en este tramo mejorará la transitabilidad, reducirá la formación de baches y grietas, y prolongará la vida útil del pavimento.</p>		

Anexo. Panel Fotográfico

Fotografía 1. Inicio de la vía Balsarumi, progresiva 0+000.



Fotografía 2. Fin de la vía Centro Poblado Villa de Betanzos, progresiva 3+000.



Fotografía 3. Estableciendo progresivas y recolección de datos de la vía.



Fotografía 4. Parte de la vía de levantamiento topográfico.



Fotografía 5. Pintado de progresivas a cada 100 metros.



Fotografía 6. Vía afectada por las inclemencias climáticas.



Fotografía 7. Tamizado de material.



Fotografía 8. Ensayo Peso específico.



Fotografía 9. Ensayo Zarandeo del suelo.



Fotografía 10. Cuarteo de material.



Fotografía 11. Pesaje del material.



Fotografía 12. Secado del material en horno.



Fotografía 13. Ensayo de cuchara de Casagrande.



Fotografía 14. Ensayo de Peso unitario.





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



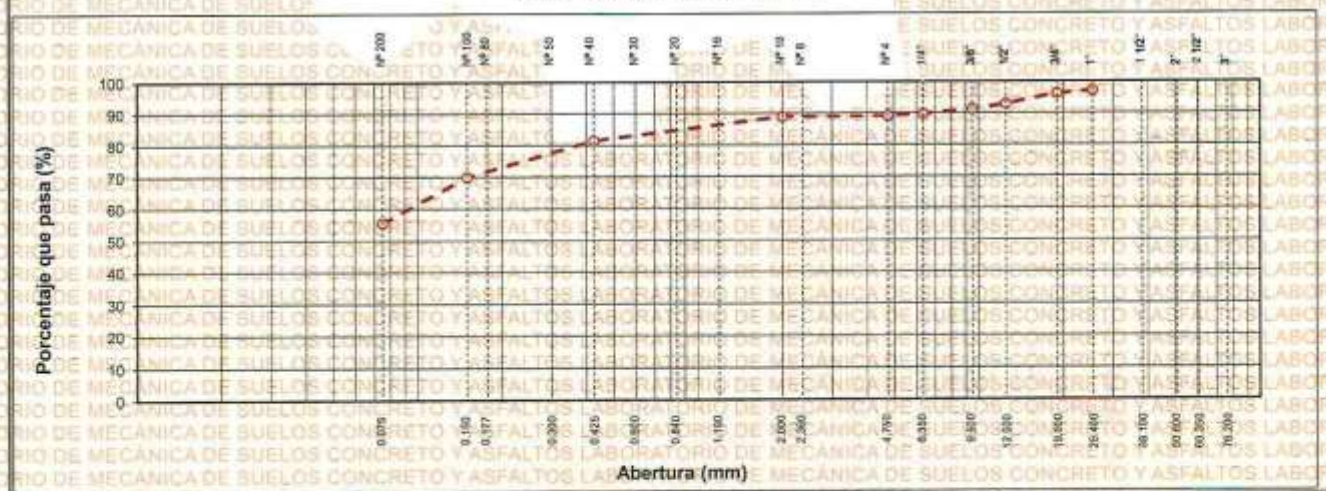
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)

PROYECTO	MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO		
EJECUTOR	Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA		
ESTRUCTURA	SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01		
FECHA	25 de Setiembre del 2023		
PROCEDENCIA:	SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01	TAMAÑO MÁXIMO:	75 CONCRETO Y ASFALTOS LABORATORIO
TRAMO:	000+000 km. A/ 01+000 Km.	LADO:	Derecho
MATERIAL:	Suelo de Fundación		
PROFUND:	0.00 - 1.80 m.		

TAMIZ	ASBITO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						
6"	152.400						Peso inicial seco : 2432.0 gr
5"	127.000						100.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 27.6
2-1/2"	60.350	0.0			100.0		
2"	50.800	45.0	1.9	1.9	98.1		Límite Líquido (LL): 34.6
1-1/2"	38.100	28.0	1.2	3.0	97.0	100 100	Límite Plástico (LP): 16.9
1"	25.400	22.0	0.9	3.9	96.1	90 100	Índice Plástico (IP): 17.7
3/4"	19.000	80.0	3.3	7.2	92.8	65 100	Clasificación (SUCS) : CL
1/2"	12.500	40.0	1.6	8.8	91.2		Clasificación (AASHTO) : A-6 (7)
3/8"	9.500	35.0	1.4	10.3	89.7	45 80	Índice de Consistencia :
1/4"	6.350	15.0	0.6	10.9	89.1		
N° 4	4.750	5.0	0.2	11.1	88.9	30 65	Descripción (AASHTO): MALO
N° 8	2.360						Descripción (SUCS):
N° 10	2.000	150.0	6.2	17.3	82.7	22 52	
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840						Turba :
N° 30	0.600	0.0					CU : 0.000 CC : 0.000
N° 40	0.425	32.0	1.3	18.6	81.4	15 35	OBSERVACIONES : Se recomienda zarando más
N° 50	0.300						Grava > 2" : 1.9
N° 60	0.177						Grava 2" - N° 4 : 9.3
N° 100	0.150	280.0	11.5	30.1	69.9		Arena N° 4 - N° 200 : 33.4
N° 200	0.075	350.0	14.4	44.5	55.5	5 20	Finos < N° 200 : 55.5
< N° 200	FONDO	1350.0	55.5	100.0	0.0		%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA





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



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-03

FECHA: Agosto del 2023

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-03

TRAMO: 000+000 km. Al 01+000 Km.

MATERIAL: Suelo de Fundación

PROFUND: 0.00 - 1.80 m.

TAMAÑO MÁXIMO: 0.0

LADO: Derecho

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

N° TARRO	14	11	17
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	65.13	66.14	64.53
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	59.23	59.20	58.43
PESO DE AGUA (g)	6.90	6.94	6.10
PESO DEL TARRO (g)	39.16	38.42	39.64
PESO DEL SUELO SECO (g)	19.07	20.78	18.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.16	33.40	33.40
NUMERO DE GOLPES	16	27	40

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

N° TARRO	17	15
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	24.26	24.10
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	22.03	22.06
PESO DE AGUA (g)	2.23	2.04
PESO DEL TARRO (g)	14.31	12
PESO DEL SUELO SECO (g)	7.72	10.06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.89	16.90

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	34.58
LIMITE PLASTICO	16.90
INDICE DE PLASTICIDAD	17.69

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Mtro. Wladimir 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



ASTM D-2216, J. E. Bowles (Experimento N° 1) , MTC E 108-2000

PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01

FECHA : Agosto del 2023

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01
 000+000 Km. Al 01+000 Km. **TAMAÑO MÁXIMO:** 0

TRAMO: **LADO:** Derecho

MATERIAL: Suelo de Fundacion

PROFUND: 0.00 - 1.80 m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara				
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	1068.0	944.0	694.1
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	822.3	739.3	554.2
Peso Tara	(gr.)			
Peso Agua	(gr.)	245.7	204.7	139.9
Peso Suelo Seco	(gr.)	822.3	739.3	554.2
Contenido de Humedad	(gr.)	29.9	27.7	25.2
Promedio (%)		27.607		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Attilio Yana 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



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM-D-1557, MTC-115)

PROYECTO : MEJORAMIENTO EN VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN : DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR : Sacht. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01

FECHA : JUNIO 2022

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01

TRAMO : 000+000.km. Al 01+000 Km.

MATERIAL : Suelo de Fundación

PROFUND : 0.00 - 1.80 m.

TAMAÑO MÁXIMO: Concreto y Asfaltos

LADO: Derecho

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	9779	10415	10291	9819	
Peso molde	gr	6350	6350	6350	6350	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3429	4065	3941	3469	
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.615	1.915	1.856	1.634	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	496.80	478.05	369.84	468.40	
Peso del suelo seco + tara	gr	474.37	444.83	338.45	479.82	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	22.24	33.22	31.39	8.58	
Peso del suelo seco	gr	474.37	444.83	338.45	479.82	
Contenido de agua	%	4.69	7.47	9.28	1.79	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.543	1.782	1.699	1.605	
Gravedad Específica (gr/cm ³)		0.000		Densidad máxima (gr/cm ³)		1.74
				Humedad óptima (%)		9.21



Observaciones:

Método Seco.
Pison Manual.
Retenido en la FALSO.
Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
E.I.C.R. - CAR. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN



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 SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.

(ASTM D 1883 - MTC E 132)

PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01

TRAMO: 000+000 km. Al 01+000 Km.

FECHA: 25 de Setiembre del 2023

MATERIAL: Suelo de Fundacion

PROFUND. 0.00 - 1.80 m

CLASF.(SUCS): CL

CLASF.(AASHTO): A-6 (7)

	DENSIDAD MAXIMA		1.740		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		9.2	
Molde N°	17		25		40			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12480	12540	12300	12220	12230			
Peso de molde (g)	7690	6992	7680	7248	7735			
Peso del suelo húmedo (g)	4790	5548	4620	4972	4495			
Volumen del molde (cm³)	2150	2283	2150	2120	2135			
Densidad húmeda (g/cm³)	2.228	2.430	2.148	2.345	2.105			
Tara (N°)	11	15	21	8	7			
Peso suelo húmedo + tara (g)	483.5	514.6	454.3	415.3	486.4			
Peso suelo seco + tara (g)	451.6	480.5	422.6	384.2	461.7			
Peso de tara (g)								
Peso de agua (g)	31.9		31.7		34.8			
Peso de suelo seco (g)	428.9		422.6		461.7			
Contenido de humedad (%)	7.43		7.49		7.50			
Densidad seca (g/cm³)	2.074		1.999		1.959			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/10/2023	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13/10/2023	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200
14/10/2023	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400
15/10/2023	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600
16/10/2023	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 17				MOLDE N° 25				MOLDE N° 40					
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		mm	in	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000														
0.635	0.025		56.3			27.5						18.5			
1.270	0.050		96.3			45.0						27.5			
1.905	0.075		123.8			82.5						55.0			
2.540	0.100	70.5	150.0	168.7	11.9	105.0	110.9	7.8	89.0	72.1	5.1				
3.810	0.150		172.5			165.1						103.5			
5.080	0.200	105.7	337.5	332.8	15.6	213.8	206.5	9.7	130.5	131.5	6.2				
6.350	0.250		406.0			241.3						160.3			
7.620	0.300		466.0			270.0						160.5			
10.160	0.400		575.0			315.0						182.3			

Observaciones:

Método seco.
 Sobre carga de Saturación y Penetración anular y ranurada.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza.
 Certificado N° CFM-278-2020

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JEFATURA



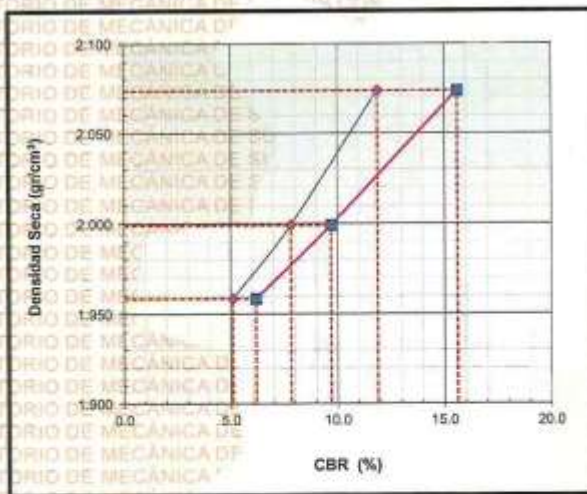
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.

(ASTM D 1883 - MTC E 132) Código: F-354

PROYECTO	: MEJORAMIENTO EN VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA	CLASF. (SUCS)	: CL
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO	CLASF. (AASHTO)	: A-6 (7)
EJECUTOR	: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA	LADO	: Derecho
ESTRUCTURA	: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01		
PROCEDENCIA	: SUBRAZANTE CALICATA N° 01 - M-01		
FECHA	: 25 de Setiembre del 2023		
TRAMO	: 000+000 km. Al 01+000 Km.		
MATERIAL	: Suelo de Fundación		
PROFUND.	: 0.00 - 1.80 m		

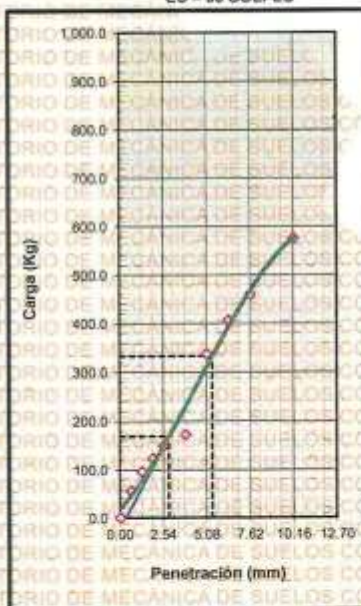


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.740
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.653
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

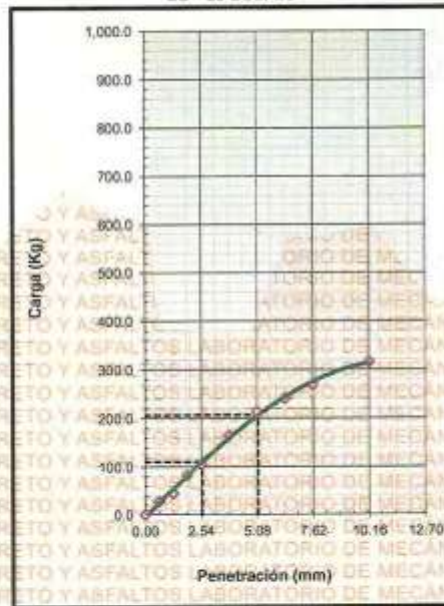
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	11.9	0.2"	15.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	7.8	0.2"	9.7

RESULTADOS CBR a 0.1" = 11.9 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.8 (%)

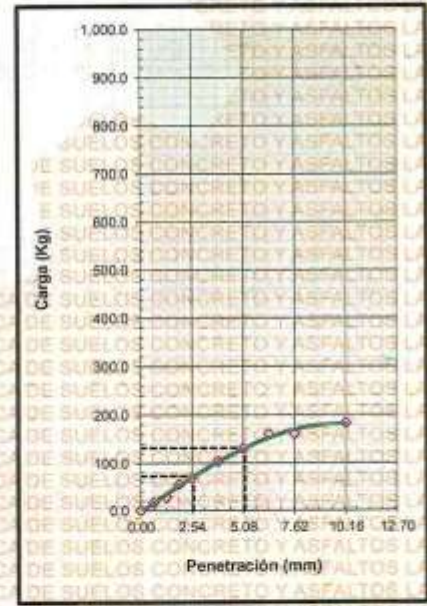
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 F.I.C.P. - CAP INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA
 Mg. Arnaldo Yano Torres
 D.P. 1112747



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



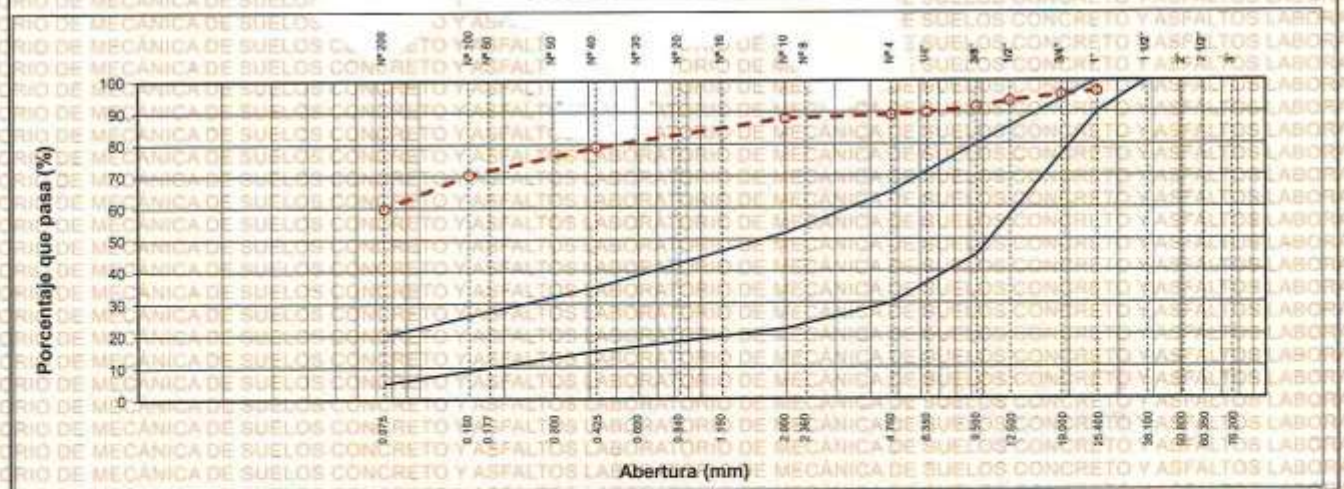
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)

PROYECTO	MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO		
EJECUTOR	Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA		
ESTRUCTURA	SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02		
FECHA	27 de Setiembre del 2023		
PROCEDENCIA	SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02	TAMAÑO MÁXIMO:	150 mm
TRAMO:	D2+000 km. Al 03+000 Km.	LADO:	Derecho
MATERIAL:	Suelo de Fundación		
PROFUND:	0.00 - 1.80 m.		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000						Peso inicial seco : 2089.0 gr.
8"	152.400						100.0 gr.
5"	127.000						Contenido de Humedad (%): 29.6
4"	101.600						Limite Líquido (LL): 34.7
3"	76.200						Limite Plástico (LP): 17.7
2-1/2"	60.350	0.0			100.0	100	Índice Plástico (IP): 17.5
2"	50.800	45.0	2.2	2.2	97.8	100	Clasificación (SUCS): CL
1-1/2"	38.100	28.0	1.3	3.5	96.5	100	Clasificación (AASHTO): A-6 (B)
1"	25.400	22.0	1.1	4.5	95.5	90	Índice de Consistencia:
3/4"	19.000	41.0	2.0	6.5	93.5	85	Descripción (AASHTO): MALD
1/2"	12.500	40.0	1.9	8.4	91.6	80	Descripción (SUCS):
3/8"	9.500	35.0	1.7	10.1	89.9	45	Materia Orgánica:
1/4"	6.350	15.0	0.7	10.8	89.2	80	Turba: -
N° 4	4.750	23.0	1.1	11.9	88.1	30	CU: 0.000 CC: 0.000
N° 8	2.360					52	OBSERVACIONES: Se recomienda zarando ma
N° 10	2.000	135.0	6.5	18.4	81.6	22	Grava > 2": 2.2
N° 16	1.190					15	Grava 2" - N° 4: 9.6
N° 20	0.840					35	Arena N°4 - N° 200: 28.2
N° 30	0.600	0.0					Finos < N° 200: 59.8
N° 40	0.425	55.0	2.6	21.0	79.0		%>3": 0.0%
N° 50	0.300						
N° 60	0.177						
N° 100	0.150	180.0	8.6	29.6	70.4		
N° 200	0.075	220.0	10.5	40.2	59.8	5	
< N° 200	FONDO	1250.0	59.8	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 R.I.C.P. - CA INGENIERÍA CIVIL
 MSc. Armando Jara 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



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA: CAPA NIVELANTE - AFIRMADO

FECHA: 27 de Setiembre del 2023

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

TRAMO: 02+000 km. A/03+000 Km.

MATERIAL: Suelo de Fundación

PROFUND: 0.00 - 1.80 m

TAMAÑO MÁXIMO: 0.075 mm

LADO: Derecho

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

N° TARRO		14	11	17
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	65.13	66.14	64.53
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	58.23	59.20	58.43
PESO DE AGUA	(g)	6.90	6.94	6.10
PESO DEL TARRO	(g)	39.16	38.42	39.04
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.07	20.78	18.79
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.16	33.40	33.40
NUMERO DE GOLPES		20	25	44

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

N° TARRO		17	15
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.26	24.10
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.03	22.06
PESO DE AGUA	(g)	2.23	2.04
PESO DEL TARRO	(g)	14.31	12
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.72	10.06
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	17.23	17.05

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	34.65
LIMITE PLASTICO	17.34
INDICE DE PLASTICIDAD	17.51

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 MSc. Arnoldo Yana Torres
 C/P 103247



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



ASTM D-2216, J. E. Bowles (Experimento N° 1) , MTC E 108-2000

PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA: SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

FECHA: 27 de Setiembre del 2023.

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02 **TAMAÑO MÁXIMO:** 0

TRAMO: 02+000 km. Af 03+000 Km. **LADO:** Derecho

MATERIAL: Suelo de Fundacion

PROFUND: 0.00 - 1.80 m.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	1085.1	959.1	705.2
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	822.3	739.3	554.2
Peso Tara (gr.)			
Peso Agua (gr.)	262.8	219.8	151.0
Peso Suelo Seco (gr.)	822.3	739.3	554.2
Contenido de Humedad (gr.)	32.0	29.7	27.3
Promedio (%)	29.649		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP-CAP-INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Daniel Yano Torres
2023



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 PROCTOR MODIFICADO

(ASTM D-1557, MTC-115)

PROYECTO : MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN : DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR : Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

FECHA : JUNIO 2022

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

TRAMO : 02+000 km. Al 03+000 Km.

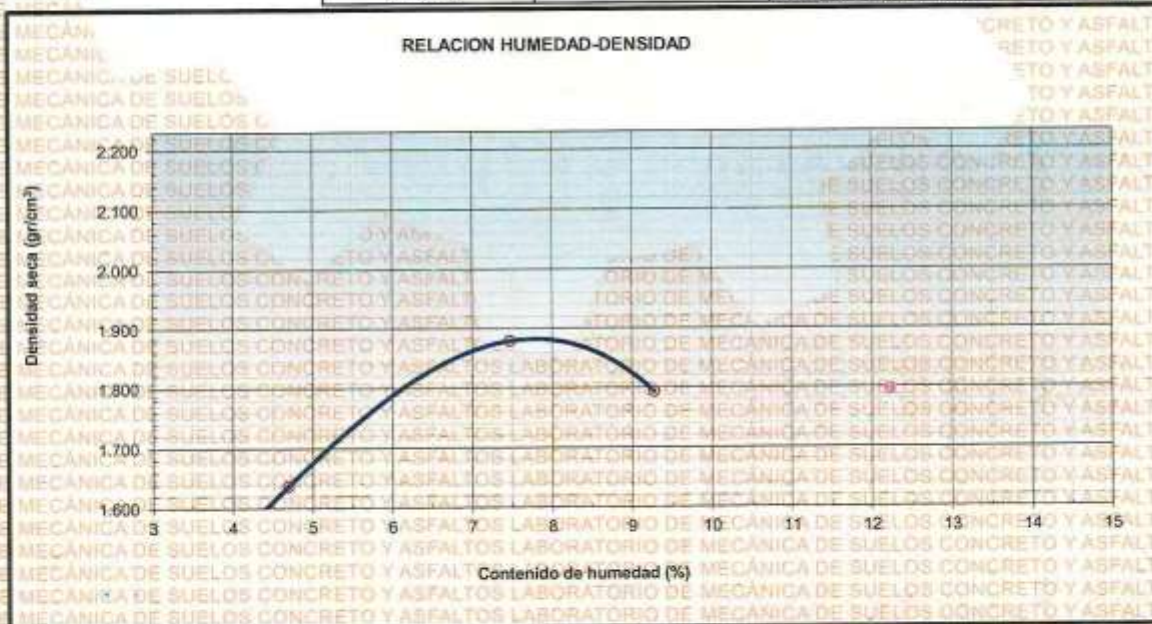
MATERIAL : Suelo de Fundación

PROFUND : 0.00 - 1.80 m.

TAMAÑO MÁXIMO: 0

LADO: Derecho

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	9987	10637	10510	10028	
Peso molde	gr	6350	6350	6350	6350	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3637	4287	4160	3678	
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.713	2.019	1.960	1.733	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	523.94	504.37	390.20	488.40	
Peso del suelo seco + tara	gr	500.48	469.32	357.08	506.23	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	23.46	35.05	33.12	-17.83	
Peso del suelo seco	gr	500.48	469.32	357.08	506.23	
Contenido de agua	%	4.69	7.47	9.28	-3.52	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.636	1.879	1.793	1.796	
Gravedad Especifica (gr/cm ³)		0.000		Densidad máxima (gr/cm ³)		1.80
				Humedad óptima (%)		12.23



Observaciones:

Método Seco: _____
 Pison Manual: _____
 Retenido en la FALSO: _____
 Método de Gravedad Especifica MTC E 205 y MTC E 206.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP ANDENBUJA CIVIL
 Ing. Fernando Yana 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 SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.

(ASTM D 1883 - MTC E 132)

PROYECTO : MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN : DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR : Bch. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

PROCEDENCIA : SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

TRAMO : 02+000 km. Al 03+000 Km.

FECHA : 27 de Setiembre del 2023

MATERIAL : Suelo de Fundación

PROFUND. : 0.00 - 1.80 m

CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-6 (8)

	DENSIDAD MÁXIMA		1.796		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		12.2	
Molde N°	11		14		21			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12480	12540	12300	12220	12230			
Peso de molde (g)	7690	8261	7680	8031	7735			
Peso del suelo húmedo (g)	4790	4279	4620	4189	4495			
Volumen del molde (cm ³)	2150	2249	2150	2263	2135			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.228	1.903	2.149	1.851	2.105			
Tara (N°)	11	15	21	8	7			
Peso suelo húmedo + tara (g)	483.5	514.6	454.3	415.3	496.4			
Peso suelo seco + tara (g)	451.6	480.5	422.6	384.2	461.7			
Peso de tara (g)								
Peso de agua (g)	31.9		31.7		34.6			
Peso de suelo seco (g)	428.9		422.6		461.7			
Contenido de humedad (%)	7.43		7.49		7.50			
Densidad seca (g/cm ³)	2.074		1.999		1.999			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/10/2020	08:00	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00
13/10/2020	08:00	24	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00
14/10/2020	08:00	48	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00
15/10/2020	08:00	72	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00
16/10/2020	08:00	96	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 11			MOLDE N° 14			MOLDE N° 21		
			CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
mm	In	kg/cm ²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000	0.000										
0.635	0.025			63.0			30.8			18.5	
1.270	0.050			107.8			50.4			30.8	
1.905	0.075			138.6			62.4			61.6	
2.540	0.100	70.5		166.0	189.0	13.3	117.6	124.2	8.7	77.3	80.8
3.810	0.150			193.2			184.9			115.9	
5.080	0.200	105.7		378.0	372.8	17.5	239.4	231.2	10.8	146.2	147.3
6.350	0.250			454.7			270.2			179.5	
7.620	0.300			515.2			302.4			178.8	
10.160	0.400			644.0			352.8			204.1	

Observaciones:

Método seco.
Sobre carga de Saturación y Penetración anular y ranurada.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



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 SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132) Código: F-354

PROYECTO : MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN : DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR : Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

PROCEDENCIA : SUBRAZANTE CALICATA N° 02 - M-02

FECHA : 27 de Setiembre del 2023

TRAMO : 02+000-km. Al 03+000-Km.

MATERIAL : Suelo de Fundacion

PROFUND. : 0.00 - 1.80 m

CLASF. (SUCS) : CL

CLASF. (AASHTO) : A-6 (B)

LADO : Derecho

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.796

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.2

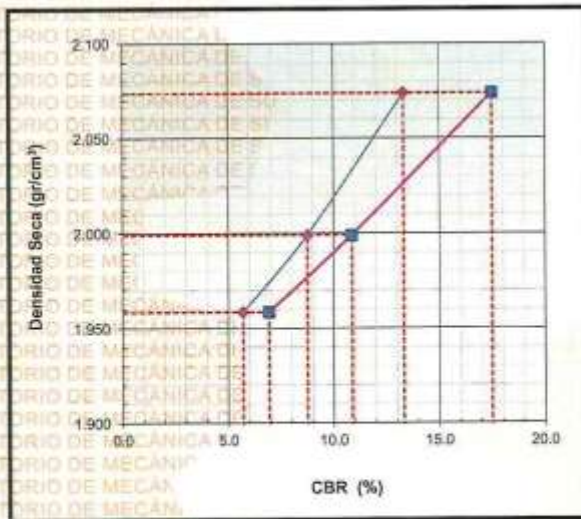
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.706

DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

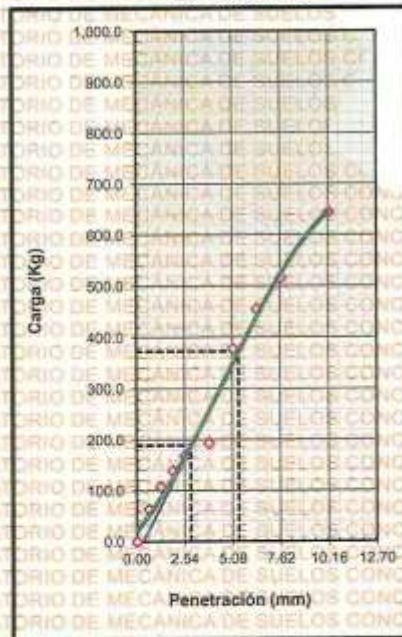
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	13.3	0.2"	17.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	8.7	0.2"	10.8

RESULTADOS CBR a 0.1" = 13.3 (%)

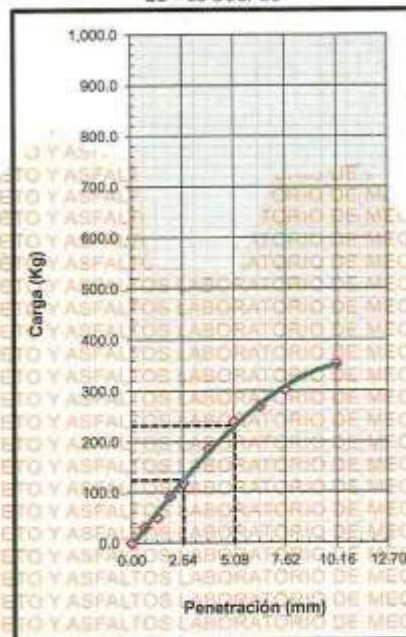
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.7 (%)



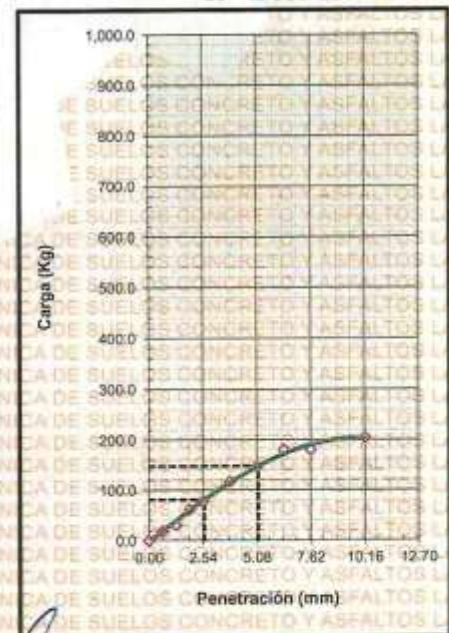
EC = 56 GÓLPES



EC = 25 GÓLPES



EC = 12 GÓLPES



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Mely Arnoldo Yana Torres



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



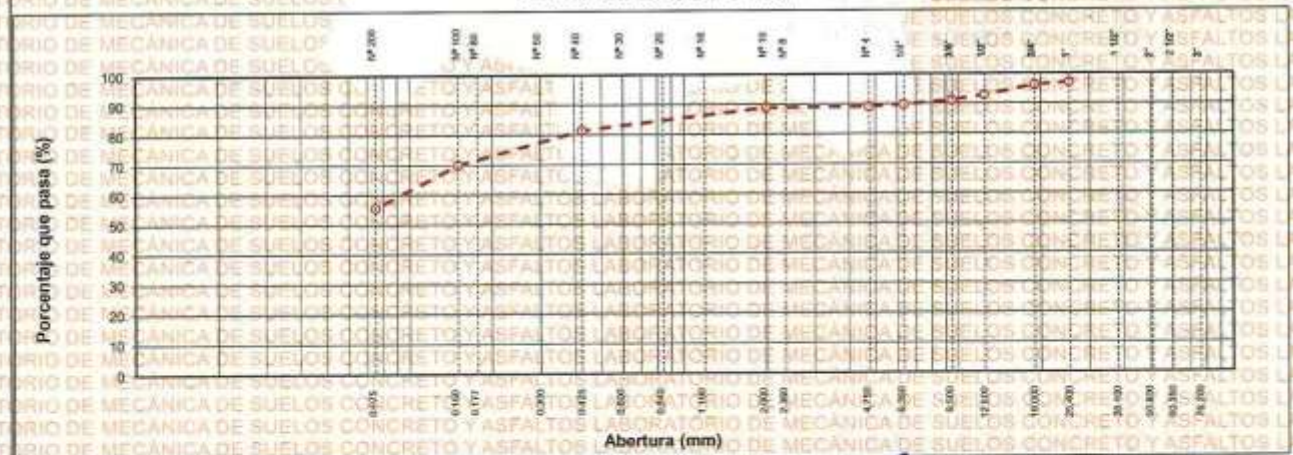
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136)

PROYECTO	MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO		
EJECUTOR	Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA		
ESTRUCTURA	SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03		
FECHA	2 de Octubre del 2023		
PROCEDENCIA	SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03	TAMAÑO MÁXIMO:	
TRAMO:	03+000 km. Al 04+000 Km.	LADO:	Derecho
MATERIAL:	Suelo de Fundación		
PROFUND:	0.00 - 1.80 m.		

TAMIZ	AASHTO (µm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000						
6"	152.400						Peso inicial seco : 2432.0 gr.
5"	127.000						100.0 gr.
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 24.7
2 1/2"	60.350	0.0			100.0		
2"	50.800	45.0	1.9	1.9	98.1		Límite Líquido (LL): 94.3
1 1/2"	38.100	26.0	1.2	3.0	97.0	100 100	Límite Plástico (LP): 15.3
1"	25.400	22.0	0.9	3.9	96.1	90 100	Índice Plástico (IP): 19.0
3/4"	19.000	80.0	3.3	7.2	92.8	65 100	Clasificación (SUCS) : CL
1/2"	12.500	40.0	1.6	8.8	91.2		Clasificación (AASHTO) : A-6 (8)
3/8"	9.500	35.0	1.4	10.3	89.7	45 80	Índice de Consistencia :
1/4"	6.350	15.0	0.6	10.9	89.1		
N° 4	4.750	5.0	0.2	11.1	88.9	30 65	Descripción (AASHTO): MALO
N° 5	2.360						Descripción (SUCS):
N° 10	2.000	150.0	6.2	17.3	82.7	22 52	
N° 16	1.190						Materia Orgánica :
N° 20	0.840						Turba : CU : 0.000 CC : 0.000
N° 30	0.600	0.0					OBSERVACIONES : Se recomienda zarandeo manual
N° 40	0.425	32.0	1.3	18.6	81.4	15 35	Grava > 2" : 1.9
N° 50	0.300						Grava 2" - N° 4 : 9.3
N° 80	0.177						Arena N° 4 - N° 200 : 33.4
N° 100	0.150	280.0	11.5	30.1	69.9		Finos < N° 200 : 55.5
N° 200	0.075	350.0	14.4	44.5	55.5	5 20	% > 3" : 0.0%
< N° 200	FONDO	1350.0	55.5	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

M. Sc. INVESTIGADOR

Armando Yana Torres



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



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE SETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA: CAPA NIVELANTE - AFIRMADO

FECHA: 2 de Octubre del 2023

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03

TRAMO: 03+000 km. A 04+000 Km.

MATERIAL: Suelo de Fundación

PROFUND: 0.00 - 1.80 m.

TAMAÑO MÁXIMO: 0.0

LADO: Derecho

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110)

N° TARRO		22	13	18
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	85.13	86.14	84.53
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	58.23	59.20	58.43
PESO DE AGUA	(g)	6.90	6.94	6.10
PESO DEL TARRO	(g)	39.16	38.42	39.84
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.07	20.78	18.79
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.18	33.40	33.40
NUMERO DE GOLPES		17	25	35

LIMITE PLASTICO (MTC E 111)

N° TARRO		11	14	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.26	24.10	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.03	22.06	
PESO DE AGUA	(g)	2.23	2.04	
PESO DEL TARRO	(g)	14.31	12	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.72	10.06	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	15.12	15.42	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	34.26
LIMITE PLASTICO	15.27
INDICE DE PLASTICIDAD	18.99

OBSERVACIONES

LABORATORIO M.S.C.A. (E) FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mestr. Arnaldo Yano 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



PROYECTO: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR: Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA: SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03

FECHA: 2 de Octubre del 2023

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03
 03+000 km. Al 04+000 Km.

TAMAÑO MÁXIMO: 0

LADO: Derecho

MATERIAL: Suelo de Fundación

PROFUND: 0.00 - 1.80 m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara	(gr.)			
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	2563.3	2265.6	1665.9
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	2037.8	1818.3	1348.0
Peso Tara	(gr.)			
Peso Agua	(gr.)	525.5	447.4	317.9
Peso Suelo Seco	(gr.)	2037.8	1818.3	1348.0
Contenido de Humedad	(gr.)	25.8	24.6	23.6
Promedio (%)		24.7		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257

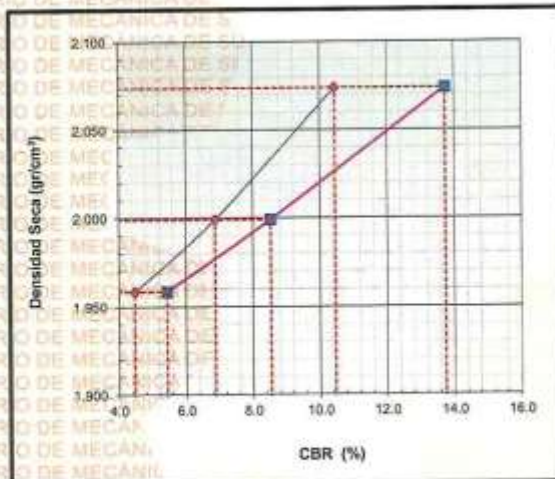


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y
 ASFALTOS



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132) Código: F-354

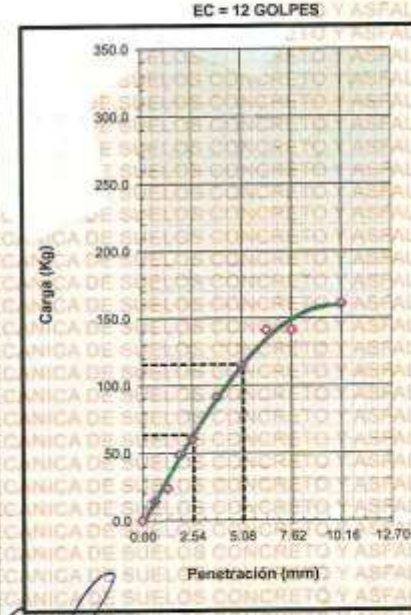
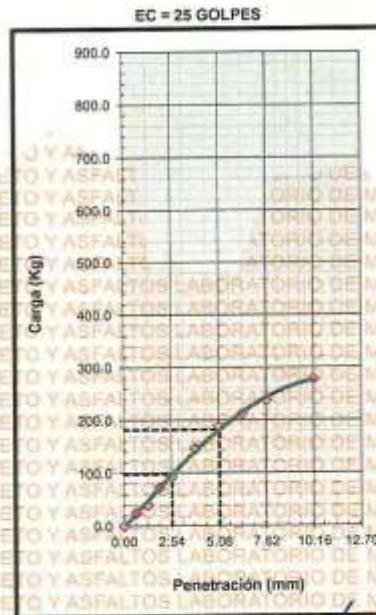
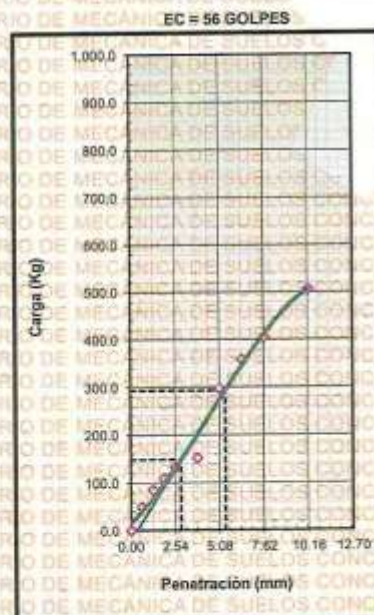
PROYECTO	MEJORAMIENTO EN VIAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO		
EJECUTOR	Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA		
ESTRUCTURA	SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03		
PROCEDENCIA	SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03		
FECHA	2 de Octubre del 2023		
TRAMO	03+000 km. Al 04+000 Km.		
MATERIAL	Suelo de Fundacion		
PROFUND.	0.00 - 1.80 m		
	CLASF. (SUCS)	: CL	
	CLASF. (AASHTO)	: A-6 (8)	
	LADO	: Derecho	



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.782
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 1.693
DENSIDAD INSITU (g/cm3)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	10.4	0.2"	13.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	6.9	0.2"	8.5

RESULTADOS CBR a 0.1": = 10.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.9 (%)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAR INGENIERIA CIVIL

Mestr. Arnaldo Yana Torres
 21/10/2023



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 SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)

PROYECTO : MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA

UBICACIÓN : DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR : Bach. DENNIS JORGE TIJONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03

PROCEDENCIA : SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03

TRAMO : 03+000 km. Al 04+000 Km

FECHA : 2 de Octubre del 2023

MATERIAL : Suelo de Fundación

PROFUND. : 0.00 - 1.80 m

CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-6 (B)

	DENSIDAD MAXIMA		1.782		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		7.4	
Molde N°	11		14		21			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12480	12540	12300	12220	12230			
Peso de molde (g)	7690	8261	7680	8031	7735			
Peso del suelo húmedo (g)	4790	4279	4620	4189	4495			
Volumen del molde (cm ³)	2150	2249	2150	2263	2135			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.228	1.903	2.149	1.891	2.105			
Tara (N°)	11	15	21	8	7			
Peso suelo húmedo + tara (g)	483.5	514.6	454.3	415.3	496.4			
Peso suelo seco + tara (g)	451.6	480.5	422.6	384.2	461.7			
Peso de tara (g)								
Peso de agua (g)	31.9		31.7		34.6			
Peso de suelo seco (g)	428.9		422.6		461.7			
Contenido de humedad (%)	7.43		7.49		7.50			
Densidad seca (g/cm ³)	2.074		1.999		1.999			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/05/2023	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13/05/2023	08:00	24	1	0.600	0.600	3.000	0.300	1.500	0.200	0.200	1.000
14/05/2023	08:00	48	2	0.900	0.900	4.500	0.700	3.500	0.400	0.400	2.000
15/05/2023	08:00	72	3	1.200	1.200	6.000	0.900	4.500	0.600	0.600	3.000
16/05/2023	08:00	96	4	1.200	1.200	6.000	0.900	4.500	0.600	0.600	3.000

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 11			MOLDE N° 14			MOLDE N° 21		
			CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
mm	in.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000	0.000										
0.635	0.025			48.5			24.2			14.5	
1.270	0.050			84.7			39.6			24.2	
1.905	0.075			108.9			72.6			48.4	
2.540	0.100	70.5		132.0	148.5	10.4	82.4	97.6	8.9	60.7	83.5
3.175	0.150	105.7		151.8			145.3			91.1	
3.810	0.200	141.0		178.2	192.9	13.7	188.1	181.7	8.5	114.8	115.7
4.445	0.250	177.2		197.3			212.3			141.0	
5.080	0.300	213.4		204.8			237.6			141.2	
5.715	0.400	284.1		206.0			277.2			160.4	

Observaciones:

Método seco.
Sobre carga de Saturación y Penetración angular y ranurada.
Prueba de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza.
Certificado N° CFM-278-2020



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

M.Sc. JEFATURA
Metr. Arnaldo Yano Torres
CIP 103257

BIE - B006 - 00296318



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 PROCTOR MODIFICADO

(ASTM D-1557, MTC-115)

PROYECTO : MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL, DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS DEL DISTRITO DE ARAPA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA AZANGARO - REGION PUNO

EJECUTOR : Bach. DENNIS JORGE TICONA CANAZA

ESTRUCTURA : SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03

FECHA : JUNIO 2022

PROCEDENCIA: SUBRAZANTE CALICATA N° 03 - M-03

TAMAÑO MÁXIMO: Derecho

TRAMO : 03+000 km. Al 04+000 Km.

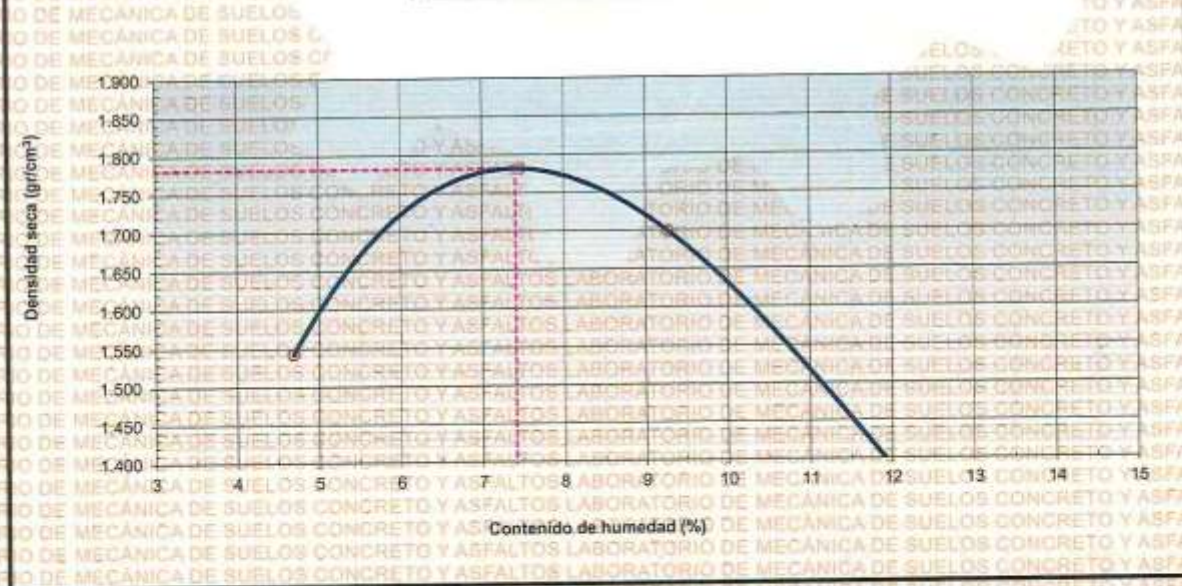
LADO: Derecho

MATERIAL : Suelo de Fundación

PROFUND : 0.00 - 1.80 m.

Número de Ensayo		1	2	3	4	5
Peso suelo + molde	gr	9779	10415	10291	9819	
Peso molde	gr	6350	6350	6350	6350	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3429	4065	3941	3469	
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.615	1.915	1.856	1.634	
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr	419.15	403.49	312.16	488.40	
Peso del suelo seco + tara	gr	400.38	375.45	285.66	404.98	
Tara	gr					
Peso de agua	gr	18.77	28.04	26.50	83.42	
Peso del suelo seco	gr	400.38	375.45	285.66	404.98	
Contenido de agua	%	4.69	7.47	9.28	20.60	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.543	1.762	1.699	1.355	
Gravedad Específica (gr/cm ³)		0.000		Densidad máxima (gr/cm ³)		1.78
				Humedad óptima (%)		7.41

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Observaciones:

Método Seco.
 Pison Manual.
 Retenido en la FALSO.
 Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.
 MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 29-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DENNIS JORGE TICONA CANAZA

Dirección: Av. UNIVERSITARIA 698 URB. VILLA FLORIDA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70364119

Teléfono: 927 446 596 email: dennisjr2796@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: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: MEJORAMIENTO EN VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO A NIVEL DE

TRATAMIENTO SUPERFICIAL EN BALSARUMI A VILLA DE BETANZOS

DEL DISTRITO DE ARAPA

Palabras claves, (3 a 5 términos): ESTUDIO SUELOS, NIVEL DE CONDICIÓN, TIPOS DE DAÑOS, CALIFICACIÓN DE LA VÍA, SLURRY SEAL

¿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, entre 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: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

29-08-2024

Fecha