



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN
DE VIAS CON MESCLAS ASFÁLTICAS
EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:
ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

JULIACA – PERÚ
2025



**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN
DE VIAS CON MESCCLAS ASFALTICAS
EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :



Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

MIEMBRO DEL JURADO :



Dr. LEONEL SUASAGA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO :



Mgtr. SALVADOR TEÓDORO VALDIVIA CARDENAS

ASESOR DE TESIS :



Dr. EFRAÍN PARILLO SOZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :



TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°0222-2025-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 07 de julio del 2025

VISTOS:

El expediente N° 2025-05386 presentado por el (la) Bachiller: **ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER** quien solicita nominación de jurados, fecha y hora de sustentación de tesis, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller: **ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER** con número de DNI 42853765 con número de matrícula 1520100066 ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la Tesis Titulada: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el GRADO de: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN;**

Que, mediante Resolución N°1892-2024 -USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N°2290-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) Titulada: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50;**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN.**

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 000193 de fecha: 02 de julio de 2025 se nombra jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR APTO para la sustentación presencial del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), TITULADO: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** del (la) Bach: **ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER**, para optar el GRADO de: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - NOMINAR JURADOS para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

- Presidente : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- Primer miembro : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- Segundo miembro : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- Asesor : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ARTÍCULO TERCERO. - PROGRAMAR FECHA Y HORA de sustentación como se detalla:

- Fecha : Lunes, 14 de julio del 2025
- Hora : 2:00 p.m..
- Lugar : Aula N°309 EPG-UANCV-JULIACA

ARTÍCULO CUARTO. - El Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Dr. Javier Augusto Quiroga Zúñiga
DIRECTOR



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02290-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 18 de diciembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-014729 de fecha 29 de noviembre de 2024, el (la) Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, con DNI N° 42853765, código de matrícula N° 1520100066, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 001168-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 6 de diciembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-014729 el (la) Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del **ASESOR Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 001168-2024-UI-EPG-UANCV** y el **Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)"** en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, titulado: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (la) Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como **ASESOR** al (a) Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Leopoldo Vinoseslan Condori Casti
DIRECTOR (e)

DISTRIBUCIÓN:
DIRECCIÓN EPG, INTERESADO.
Mesa 1107/2024



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 01892-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 12 de noviembre de 2024.

VISTOS:

El Expediente N° 2024-012847 de fecha 17 de octubre de 2024, el (la) Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, con DNI N° 42853765, código de matrícula N° 1520100066, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; **INFORME N° 00811-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 5 de noviembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-012847 el (la) Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la **DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00811-2024-UI-EPG-UANCV** y el **Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación"** en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: **EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA** presentado por el (la) Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al (a) Dr. **EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Leopoldo Wenceslao Chacali Curi
DIRECTOR (e)

DISTRIBUCIÓN:
DIRECCIÓN EPG, INTERSADO,
ARCH. UNCC/epg



16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 14% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.


Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42853765
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-6308-8443
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	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0268-5061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6657-665X
Miembro del jurado 2	



Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción – P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  https://maps.app.goo.gl/Kmvm91U9TTeTFFgi9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE	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
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
ESCUELA DE POSTGRADO

Dr. Jesús Mamani Mamani
DIRECTOR
DE INVESTIGACIÓN - EPG



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER, identificado con DNI Nro. 42853765, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

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 16 de octubre del 2025


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

podrías darme una mejor dedicatoria a esta que sea única y entendible: A Dios por lo que soy y he logrado y sobre todo porque está presente en todo momento y circunstancia.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de una forma u otra, han sido parte fundamental en la consecución de mis metas. Su apoyo, orientación y confianza han sido pilares esenciales en este proceso, y cada gesto, consejo y enseñanza han dejado una huella invaluable en mi camino.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE DE CONTENIDOS iii

ÍNDICE DE TABLAS vi

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática 14

1.2 Planteamiento del problema 15

 1.2.1 Problema general 15

 1.2.2 Problemas específicos 15

1.3 Justificación de la investigación 15

 1.3.1 Justificación técnica 15

 1.3.2 Justificación económica 16

 1.3.3 Justificación social 17

 1.3.4 Justificación ambiental 18

1.4 Objetivos 19

 1.4.1 Objetivo general 19

 1.4.2 Objetivos específicos 19

1.5 Importancia y alcance de la investigación 20

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación 21

 1.6.1 Limitaciones 21

 1.6.2 Delimitación 22

1.7 Hipótesis 22

 1.7.1 Hipótesis general 22

 1.7.2 Hipótesis específicas 23

1.8 Variables e indicadores 23

 1.8.1 Variable independiente 23

 1.8.2 Variable dependiente 23



1.9 Operacionalización de variables 24

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación. 26
2.1.1 Antecedentes internacionales 26
2.1.2 Antecedente nacional..... 30
2.1.3 Antecedente local 31
2.2 Bases teóricas..... 31
2.2.1 Fallas en los pavimentos..... 31
2.2.1.1 Guía para calificar..... 32
2.2.2 Tipos de fallas en pavimentos 33
2.2.2.1 Grietas 33
2.2.2.2 Rajaduras por fatigamiento 33
2.2.2.3 Grietas de borde 34
2.2.2.4 Grietas longitudinales..... 35
2.2.2.5 Grietas transversales 35
2.2.2.6 Grietas de bloque..... 36
2.2.3 Deformaciones 36
2.2.3.1 Ahuellamientos 37
2.2.3.2 Ondulaciones y desplazamientos..... 37
2.2.3.3 Depresiones..... 38
2.2.3.1 Levantamientos..... 39
2.2.4 Desintegración 39
2.2.4.1 Baches..... 39
2.2.4.2 Desprendimiento..... 40
2.2.5 Superficies resbaladizas 41
2.2.5.1 Exudaciones 41
2.2.5.2 Perdida de áridos..... 42
2.2.6 Concretos Whitetopping..... 42
2.3 Marco conceptual 43

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación..... 46
3.2 Método de investigación 46



- 3.3 Tipo de investigación..... 47
- 3.4 Nivel de Investigación..... 47
- 3.5 Diseño de investigación..... 47
- 3.6 Población y muestra 48
 - 3.6.1 Población 48
 - 3.6.2 Muestra..... 48
 - 3.6.3 Procedimiento 48
 - 3.6.4 Técnicas e instrumentos de investigación 48
 - 3.6.4.1 Técnicas 48
 - 3.6.4.2 Instrumentos 49
- 3.7 Procesamiento y análisis de datos 49
- 3.8 Validación y de instrumentos y confiabilidad 74
 - 3.8.1 Validación de instrumentos 74
 - 3.8.2 Confiabilidad de instrumentos 74

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- 4.1 Resultados obtenidos 75
 - 4.1.1 Características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida puno 75
 - 4.1.2 Fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida puno 103
 - 4.1.3 Propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno 113
- CONCLUSIONES..... 115**
- RECOMENDACIONES 116**
- REFERENCIAS..... 117**
- ANEXOS 119**



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables24

Tabla 2 Granulometría calicata 0175

Tabla 3 Características del tipo de suelo – calicata 0176

Tabla 4 Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 0176

Tabla 5 Metodo de compactación – Calicata 0178

Tabla 6 Granulometría calicata 0280

Tabla 7 Características del tipo de suelo – calicata 0281

Tabla 8 Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 0281

Tabla 9 Metodo de compactación – Calicata 0283

Tabla 10 Granulometría calicata 0385

Tabla 11 Características del tipo de suelo – calicata 0386

Tabla 12 Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 0386

Tabla 13 Metodo de compactación – Calicata 0388

Tabla 14 Granulometría calicata 0490

Tabla 15 Características del tipo de suelo – calicata 0491

Tabla 16 Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 0491

Tabla 17 Metodo de compactación – Calicata 0493

Tabla 18 Granulometría calicata 0595

Tabla 19 Características del tipo de suelo – calicata 0596

Tabla 20 Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 0596

Tabla 21 Metodo de compactación – Calicata 0598

Tabla 22 Resumen global de granulometría 100

Tabla 23 Resumen global de especificaciones de suelos 102

Tabla 24 Tipos de fallas superficiales 103

Tabla 25 Nivel de severidad de fallas, punto 01 103

Tabla 26 Nivel de severidad de fallas, punto 02 104

Tabla 27 Nivel de severidad de fallas, punto 03 104

Tabla 28 Nivel de severidad de fallas, punto 04 105

Tabla 29 Nivel de severidad de fallas, punto 05 105



Tabla 30 Nivel de severidad de fallas, punto 06	106
Tabla 31 Nivel de severidad de fallas, punto 07	106
Tabla 32 Nivel de severidad de fallas, punto 08	107
Tabla 33 Nivel de severidad de fallas, punto 09	107
Tabla 34 Nivel de severidad de fallas, punto 10	108
Tabla 35 Índice de condicion de pavimento – PCI 01	108
Tabla 36 Índice de condicion de pavimento – PCI 02	109
Tabla 37 Índice de condicion de pavimento – PCI 03	109
Tabla 38 Índice de condicion de pavimento – PCI 04	110
Tabla 39 Índice de condicion de pavimento – PCI 05	110
Tabla 40 Índice de condicion de pavimento – PCI 06	111
Tabla 41 Índice de condicion de pavimento – PCI 07	111
Tabla 42 Índice de condicion de pavimento – PCI 08	112
Tabla 43 Índice de condicion de pavimento – PCI 09	112
Tabla 44 Índice de condicion de pavimento – PCI 10	113
Tabla 45 Clasificación por el tipo de intervención, según rango de PCI (ASTM.D6433-07).....	113
Tabla 46 Resultados de condicion de pavimento	114



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grietas de fatiga.....34

Figura 2 Grietas de borde de pavimento.....34

Figura 3 Grietas longitudinales35

Figura 4 Grietas transversales35

Figura 5 Grietas de bloque.....36

Figura 6 Grietas de reflexión36

Figura 7 Ahuellamiento37

Figura 8 Ondulaciones y desplazamientos38

Figura 9 Depresiones38

Figura 10 Levantamientos.....39

Figura 11 Baches40

Figura 12 Desprendimiento40

Figura 13 Exudaciones41

Figura 14 Perdida de áridos.....42

Figura 15 Curva granulométrica calicata 0176

Figura 16 Abaco de Casagrande - calicata 0177

Figura 17 Clasificación AASHTO - calicata 01.....77

Figura 18 Curva de compactación - Calicata 0178

Figura 19 Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 0179

Figura 20 Numero de golpes en 3 capas - Calicata 01.....79

Figura 21 Curva granulométrica calicata 0280

Figura 22 Abaco de Casagrande - calicata 02.....82

Figura 23 Clasificación AASHTO - calicata 02.....82

Figura 24 Curva de compactación - Calicata 0283

Figura 25 Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 02.....84

Figura 26 Numero de golpes en 3 capas - Calicata 02.....84

Figura 27 Curva granulométrica calicata 0385

Figura 28 Abaco de Casagrande - calicata 03.....87

Figura 29 Clasificación AASHTO - calicata 03.....87

Figura 30 Curva de compactación - Calicata 0388



Figura 31 Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 03.....	89
Figura 32 Numero de golpes en 3 capas - Calicata 03.....	89
Figura 33 Curva granulométrica calicata 04	90
Figura 34 Abaco de Casagrande - calicata 04.....	92
Figura 35 Clasificación AASHTO - calicata 04.....	92
Figura 36 Curva de compactación - Calicata 04	93
Figura 37 Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 04.....	94
Figura 38 Numero de golpes en 3 capas - Calicata 04.....	94
Figura 39 Curva granulométrica calicata 05	95
Figura 40 Abaco de Casagrande - calicata 05.....	97
Figura 41 Clasificación AASHTO - calicata 05.....	97
Figura 42 Curva de compactación - Calicata 05	98
Figura 43 Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 05.....	99
Figura 44 Numero de golpes en 3 capas - Calicata 05.....	99
Figura 45 Curva granulométrica global	100
Figura 46 Abaco de Casagrande global.....	101
Figura 47 Criterio de colapsibilidad de Gibbs	101



RESUMEN

En la investigación "Evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca ". Como objetivo principal es la evaluación y propuesta de reparación de vías. La delimitación que se tomara será la vía de la salida Puno; donde se analizaran las características físicas, mecánicas, fallas del pavimento y metodologías de reparación. El enfoque es cuantitativo, metodo científico, tipo aplicado, nivel explicativo, diseño experimental. Concerniente a los resultados se utilizó la metodología de PCI. Este método es reconocido por su eficacia en la optimización de mezclas asfálticas, ya que permite determinar las proporciones óptimas de los componentes que conforman el pavimento. La investigación se llevó a cabo a través de una serie de ensayos de laboratorio, para el específico 1, se realizaron ensayos granulométricos, límites de consistencia, en 5 calicatas. Al igual que ensayos de compactación y CBR las cuales los valores obtenidos no superan el 30% lo cual nos indica que los suelos no son óptimos y requieren estabilización; para el específico 2; se realizó la metodología de PCI en 10 puntos, con las técnicas reconocimiento visual, recolección de datos y análisis de resultados; se encontró el pavimento en deterioros medianamiento y leves, los cuales nos dieron valores de PCI que oscilan de entre 42% hasta 68%; y la condicion entre buenos y regulares; para el específico 3: se realizó una propuesta de reparación del pavimento flexible de acuerdo a los resultados encontrados en el específico 2; lo cual con ayuda de la ASTM D6433-07, nos indica que para una clasificación de buena a regular de proponer realizar un tipo de intervención de mantenimiento periódico de la vía de salida puno cada 6 meses.

PALABRAS CLAVE: PCI, pavimento flexible, CBR, granulometría. mantenimiento periódico.



ABSTRACT

In the research "Evaluation and improvement of flexible pavements of the Puno exit and proposal for the repair of roads with asphalt mixtures in the city of Juliaca". The main objective is the evaluation and proposed repair of roads. The delimitation that will be taken will be the Puno exit road; where the physical and mechanical characteristics, pavement failures and repair methodologies will be analyzed. The approach is quantitative, scientific method, applied type, explanatory level, experimental design. Concerning the results, the PCI methodology was used. This method is recognized for its effectiveness in the optimization of asphalt mixtures, since it allows determining the optimum proportions of the components that make up the pavement. The research was carried out through a series of laboratory tests, for the specific 1, granulometric tests, consistency limits, in 5 pits, were carried out. As well as compaction and CBR tests, the values obtained do not exceed 30%, which indicates that the soils are not optimal and require stabilization; for the specific 2; the methodology of PCI in 10 points was performed, with the techniques of visual recognition, data collection and analysis of results; the pavement was found in medium and slight deterioration, which gave us PCI values ranging from 42% to 68%; and the condition between good and regular; for the specific 3: a proposal was made to repair the flexible pavement according to the results found in the specific 2; which with the help of ASTM D6433-07, indicates that for a classification of good to fair, it is proposed to perform a type of periodic maintenance intervention of the exit road every 6 months..

KEY WORDS: PCI, flexible pavement, CBR, granulometry, periodic maintenance.



INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Juliaca, los pavimentos flexibles que conforman la red vial nacional y departamental frecuentemente no cumplen con los requerimientos de tránsito para el transporte de pasajeros y carga pesada. Este problema se debe a diversas circunstancias, entre las que se incluyen la utilización de materiales de mala calidad, defectos en la ejecución de las obras de construcción y la falta de un mantenimiento adecuado y periódico. Como consecuencia, los pavimentos sufren un deterioro gradual que repercute tanto en su funcionalidad como en el nivel de servicio que prestan. Es fundamental tener en cuenta las siguientes características, basadas en el análisis realizado en este estudio.

En el primer capítulo, dedicado al problema en sí, se ofrece una visión general del tema y se desarrollan cuatro cuestiones específicas. También se explica el razonamiento que subyace a la investigación, así como las hipótesis que se plantearon para su elaboración.

El objetivo del segundo capítulo, que corresponde al marco teórico, es recopilar información pertinente sobre el contexto previo, los fundamentos teóricos y los conceptos fundamentales asociados con el tema que se está investigando.

El enfoque en el que se basa la elaboración de esta investigación se describe en el tercer capítulo. Dado que este método se clasifica como investigación aplicada, funciona a nivel explicativo. También se incluye una descripción de la muestra, que se refiere a la región concreta en la que se llevará a cabo la investigación, así como información sobre las características de la población objeto de estudio.



En el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos junto con el análisis específico correspondiente. Además de un análisis exhaustivo de los enfoques utilizados, los resultados ofrecen datos concretos que permiten abordar los objetivos establecidos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

Como lo demuestran la aparición de grietas, baches y deformaciones, la infraestructura vial que conecta Puno y Juliaca muestra claros signos de deterioro continuo en sus pavimentos flexibles. La calidad del tráfico vehicular se ve afectada negativamente por estas fallas, que también provocan un aumento en los tiempos de viaje y los gastos operativos. Además, se ve comprometida la seguridad de los usuarios y se acelera el desgaste de los vehículos. La imposibilidad de realizar un mantenimiento adecuado y oportuno ha contribuido al empeoramiento de estos defectos, lo que pone de relieve la necesidad de aplicar medidas de rehabilitación eficaces. En estas circunstancias, es absolutamente necesario llevar a cabo una evaluación exhaustiva del estado actual de los pavimentos flexibles en la salida de Puno. El objetivo de esta evaluación es determinar los principales problemas y los factores que contribuyen a ellos. Las soluciones de reparación deben proponerse sobre la base de estos resultados y deben incluir mezclas asfálticas optimizadas y adaptadas a las condiciones particulares del lugar, así como al volumen de tráfico que la carretera es capaz de soportar. Como resultado de esta intervención, el



pavimento no solo será más funcional y duradero, sino que también contribuirá a mejorar la seguridad vial y el desarrollo socioeconómico de la región.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Como realizar la evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida Puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida Puno de la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuáles son las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida Puno de la ciudad de Juliaca?
3. ¿Cuál es la propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida Puno de la ciudad de Juliaca?

1.3 Justificación de la investigación.

1.3.1 Justificación técnica

Por diversas razones técnicas, entre ellas la durabilidad, el rendimiento estructural y el rendimiento medioambiental, la mejora de los pavimentos flexibles mediante la utilización de mezclas asfálticas modificadas es una propuesta justificada. En primer lugar, las mezclas asfálticas modificadas, en particular las que contienen polímeros, fibras o aditivos, proporcionan un mayor nivel de resistencia a la fatiga y permanencia. El resultado es un pavimento con una vida útil más larga, lo que a su vez reduce el número de veces que es necesario realizar tareas de mantenimiento y reparación. La capacidad del



pavimento para soportar cargas elevadas y tráfico intenso también mejora gracias a estas combinaciones. Además, aumentan la eficiencia con la que se distribuyen las tensiones inducidas por los vehículos, lo que a su vez disminuye el riesgo de que se produzcan fracturas y baches. Las grietas térmicas en invierno y el ablandamiento en verano son dos problemas que pueden mitigarse utilizando mezclas de asfalto modificadas, que ofrecen una mayor resistencia a las variaciones de temperatura. Las mezclas asfálticas modificadas están diseñadas para ofrecer un mayor rendimiento incluso cuando se exponen a condiciones climáticas adversas. La reducción de la huella de carbono y la promoción de prácticas de construcción ecológicamente responsables se logran mediante la utilización de aditivos reciclados y recursos sostenibles en las mezclas asfálticas. En conclusión, la incorporación de estas tecnologías de vanguardia en los pavimentos flexibles conduce al desarrollo de una infraestructura vial más confiable y segura. Este tipo de infraestructura vial es esencial para el crecimiento de las condiciones socioeconómicas y el tránsito eficaz de las personas dentro de los centros urbanos modernos.

1.3.2 Justificación económica

Cuando se trata de mejorar los pavimentos flexibles, sería beneficioso utilizar mezclas asfálticas modificadas. Esto permitiría optimizar los recursos y lograr grandes ahorros a largo plazo. Las mezclas asfálticas modificadas pueden tener un costo inicial más elevado debido al uso de materiales y tecnología modernos; sin embargo, ofrecen una mayor longevidad y resistencia, lo que reduce considerablemente la necesidad de reparaciones y mantenimiento. Esto se debe a que las mezclas asfálticas modificadas se fabrican con materiales y tecnología más avanzados. Si se tiene esto en cuenta, los costos de operación y mantenimiento del pavimento se reducirán a lo largo de su vida útil. Además, dado que los pavimentos mejorados tienen una vida útil más larga, existe la posibilidad de que las autoridades reasignen recursos a otras iniciativas de infraestructura, lo que daría lugar a una optimización del gasto público. Mejorar la calidad del pavimento



puede reducir el consumo de gasolina, así como los costos relacionados con los daños y el mantenimiento de los vehículos, según la perspectiva de quienes utilizan las carreteras. Tanto la economía individual como la comunitaria se benefician de ello de manera positiva. También es posible contribuir al aumento de la productividad económica reduciendo el tiempo de desplazamiento y los retrasos, lo que se puede lograr minimizando las interrupciones del tráfico causadas por los trabajos de mantenimiento, que se realizan con menos frecuencia. Por otro lado, la incorporación de materiales reciclados y procedimientos sostenibles en las mezclas asfálticas no solo fomenta acciones responsables con el medio ambiente, sino que también puede dar lugar a incentivos fiscales y otros beneficios económicos. En conclusión, aunque la inversión inicial pueda ser mayor, los beneficios económicos a largo plazo de emplear mezclas asfálticas mejoradas en pavimentos flexibles son significativos, lo que justifica plenamente su implementación desde el punto de vista del análisis coste-beneficio.

1.3.3 Justificación social

Como resultado de la buena influencia que tiene en la calidad de vida, la seguridad vial y el bienestar general de la comunidad, la mejora de los pavimentos flexibles mediante el uso de mezclas asfálticas innovadoras es una idea muy interesante. Gracias a la mejora de los pavimentos, las superficies de las carreteras son más lisas y uniformes, lo que a su vez reduce la cantidad de ruido causado por el tráfico, dando lugar a entornos urbanos más tranquilos y habitables. Al eliminar las grietas y los baches, se reduce la probabilidad de que se produzcan accidentes con vehículos y peatones, lo que a su vez mejora la seguridad de las carreteras. Esto es de suma importancia en zonas donde la seguridad de los peatones es fundamental, como las zonas educativas y residenciales. Un pavimento de alta calidad mejora la accesibilidad y la movilidad, lo que a su vez mejora la conexión espacial y hace que los desplazamientos sean más eficientes en términos de tiempo y energía. Las rutinas diarias de las personas lo necesitan porque reduce el tiempo dedicado



a los desplazamientos y la frustración que causan los retrasos. Este compromiso con la gestión medioambiental se refleja en la utilización de mezclas asfálticas que incorporan material reciclado y tecnología respetuosa con el medio ambiente. Esto demuestra una dedicación a la gestión medioambiental, lo que a su vez influye positivamente en la percepción que tiene el público de los proyectos de infraestructura. Se fomenta un sentido de orgullo y pertenencia dentro de la comunidad mediante la realización de actividades que son beneficiosas para el medio ambiente. Además, las mejoras en la infraestructura vial tienen el potencial de estimular el crecimiento económico local al atraer nuevas empresas e inversiones. Esto, a su vez, da lugar a la creación de nuevos puestos de trabajo y a una mejora de la economía de la zona. El uso de mezclas asfálticas para mejorar los pavimentos flexibles es un método que puede utilizarse para mejorar los estándares de infraestructura. Esto no solo ayuda a las comunidades a ser más cohesionadas, sino que también las hace más seguras y contribuye significativamente a su bienestar general.

1.3.4 Justificación ambiental

Un procedimiento completo y multifacético que enfatiza la importancia de la sostenibilidad y reduce los efectos adversos sobre el medio ambiente, el proceso de mejora de pavimentos flexibles con nuevas mezclas asfálticas es un procedimiento que. El asfalto recuperado y los neumáticos usados son dos ejemplos de materiales reciclables que se utilizan ampliamente en mezclas asfálticas modificadas. Otros ejemplos son el asfalto reciclado y los neumáticos usados. De este modo, no solo se reduce la cantidad de basura que se transporta a los vertederos, sino que también se reduce la cantidad de materias primas frescas que es necesario extraer. Se pueden obtener numerosas ventajas poniendo en práctica este plan de reciclaje y reutilización. Los procesos de mezcla de asfalto que han avanzado en los últimos años han permitido reducir las temperaturas



durante la fabricación y la aplicación, lo que a su vez se traduce en una reducción del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero. Minimizar la frecuencia de las obras viales reduce el polvo y los residuos, lo que protege la calidad del aire y la salud de los ecosistemas adyacentes. Por el contrario, los pavimentos de alta calidad y bien mantenidos pueden mejorar la eficiencia del combustible de los vehículos al ofrecer una superficie de rodadura más uniforme, lo que reduce la resistencia a la rodadura y, en consecuencia, las emisiones de CO₂. Finalmente, el compromiso con prácticas de construcción más verdes y sostenibles mejora la reputación de los proyectos de infraestructura y promueve una mayor conciencia ambiental tanto entre los profesionales del sector como en la comunidad en general. En conjunto, el mejoramiento de pavimentos flexibles con mezclas asfálticas avanzadas no solo proporciona beneficios prácticos y económicos, sino que también representa un avance significativo hacia la construcción de infraestructuras.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar la evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida Puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar las características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida Puno de la ciudad de Juliaca.
2. Determinar las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida Puno de la ciudad de Juliaca.



3. Realizar una propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno de la ciudad de Juliaca.

1.5 Importancia y alcance de la investigación

Cuando se utilizan mezclas asfálticas para mejorar los pavimentos flexibles, se pueden obtener diversos beneficios. Entre ellos se incluyen ventajas económicas, sociales, medioambientales y tecnológicas. La vida útil de las carreteras aumenta como resultado de estas mejoras, lo que reduce la necesidad de reparaciones costosas y que requieren mucha mano de obra. Los recursos públicos dedicados a las infraestructuras se pueden utilizar de forma más eficaz gracias a sus esfuerzos. Las pavimentaciones renovadas proporcionan mayor seguridad y comodidad a los conductores y peatones. Al simplificar el transporte y reducir los riesgos, se disminuye la posibilidad de que ocurran accidentes y se mejora la calidad de vida de las comunidades. La sostenibilidad en las prácticas medioambientales mejora considerablemente gracias al uso de mezclas asfálticas innovadoras que contienen elementos reciclables y una tecnología de producción respetuosa con el medio ambiente. Desde un punto de vista técnico, estas combinaciones ofrecen una mayor resistencia a cargas considerables y a condiciones climáticas adversas, lo que a su vez aumenta la durabilidad del pavimento y su eficacia general en comparación con otros pavimentos. Mejorar los pavimentos con mezclas asfálticas únicas inspira la innovación y el progreso tecnológico en la industria de la construcción, lo que supone otra ventaja de esta práctica. A su vez, esto fomenta la adopción de tecnologías y materiales innovadores que tienen el potencial de ser más respetuosos con el medio ambiente y eficientes desde el punto de vista operativo. La mejora de los pavimentos flexibles mediante la aplicación de mezclas asfálticas no solo satisface una necesidad inmediata de mantener y mejorar la infraestructura vial, sino que también demuestra un compromiso con la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia a largo plazo, lo que en última instancia se



traduce en beneficios evidentes y duraderos tanto para la sociedad como para el medio ambiente.

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación

1.6.1 Limitaciones

Aunque existen diversas ventajas asociadas al uso de mezclas asfálticas para la mejora de pavimentos flexibles, también hay algunas restricciones que deben tenerse muy en cuenta. En comparación con el costo inicial de los métodos tradicionales, el costo inicial de estos ajustes puede ser mucho mayor. Existe una gran variedad de materiales y tecnologías modernas que suelen ser necesarios para las mezclas asfálticas modificadas. Algunos ejemplos son los polímeros, las fibras y los aditivos específicos. Como consecuencia, aumentarán los gastos relacionados con los procesos de producción, los métodos de aplicación y los insumos. Es posible que el aumento de los precios iniciales suponga un reto considerable para las empresas que se ven limitadas por restricciones financieras, especialmente en países que cuentan con restricciones o normativas al respecto. Además, para poder utilizar estas tecnologías de vanguardia, los ingenieros y diseñadores que trabajan en el sector de la construcción deben poseer una gran experiencia técnica y una formación considerable. Cuando hay escasez de trabajadores competentes y se necesitan programas de formación específicos, es imprescindible encontrar una solución al problema que se plantea. En el proceso de fabricación y aplicación de mezclas asfálticas modificadas, los equipos y aparatos necesarios pueden ser excesivamente caros, lo que dificulta su adquisición para algunas personas. Es posible que esto provoque retrasos en el proyecto, lo que a su vez daría lugar a un aumento de los costes asociados al presupuesto. Para colmo de males, es de suma importancia reconocer que la eficacia de las mezclas asfálticas modificadas puede variar enormemente en función de diversos factores, entre ellos las condiciones meteorológicas y los vehículos que las utilizan. Sin embargo, a pesar de que estas combinaciones suelen proporcionar



una mayor resistencia y durabilidad, el rendimiento de estas mezclas puede variar mucho en función de diversas condiciones, como la temperatura, la humedad y las cargas de tráfico específicas a las que están sometidas. Como consecuencia, cada proyecto requiere diseños e investigaciones más complejos e individualizados, lo que a su vez se traduce en un aumento del tiempo y los recursos financieros que se destinan a su preparación. En caso de que no existan los incentivos adecuados y haya inercia institucional, la implementación de prácticas sostenibles puede encontrar resistencia, a pesar de que estas prácticas serán ventajosas a largo plazo. Es posible que la transición hacia la utilización de materiales reciclados y tecnologías con bajas emisiones sea un proceso gradual si no existe un marco legal y de políticas públicas que fomente activamente estas actividades. En resumen, aunque el mejoramiento de pavimentos flexibles con mezclas asfálticas ofrece ventajas significativas, es fundamental abordar y mitigar estas limitaciones para garantizar la viabilidad y el éxito de los proyectos de infraestructura.

1.6.2 Delimitación

La delimitación concerniente a esta investigación se realizará en la ciudad de Juliaca con diferentes ensayos y metodologías para realizar el mejoramiento, y reparación de pavimentos flexibles.

1.7 Hipótesis.

1.7.1 Hipótesis general

La evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida Puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca, se realizará mediante la técnica de mezcla de asfalto en caliente.



1.7.2 Hipótesis específicas.

1. Las características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida puno de la ciudad de Juliaca, que se obtendrían van a ser con el debido estudio de suelos.
2. Las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida puno de la ciudad de Juliaca, cambiara con respecto al uso de diferentes metodologías.
3. La propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno de la ciudad de Juliaca, variaran por el tipo en ensayos que se efectuarían.

1.8 Variables e indicadores

1.8.1 Variable independiente

Estado de pavimentos flexibles

Indicadores

- Características físicas y mecánicas de suelos de su capa base
- Fallas del pavimento flexible.

1.8.2 Variable dependiente

Propuesta de reparación de pavimentos flexibles

Indicadores

- Metodologías de reparación
- Rehabilitación

1.9 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Dimensiones
Independiente			
Estado de pavimentos flexibles	El estado de pavimentos flexibles se refiere a la condición actual de las superficies viales compuestas por capas. Este estado se evalúa mediante la observación y análisis de diversos factores que incluyen la presencia de deformaciones, grietas, baches, desgaste superficial y otros signos de deterioro.	Características físicas y mecánicas Fallas del pavimento flexible	-Granulometría -% humedad - SUCS - CBR - MDS - OCH - Tipos de falla
Dependiente			
Propuesta de reparación de pavimentos flexibles	Esta propuesta incluye una evaluación exhaustiva del estado actual del pavimento, identificando los tipos y causas de los daños, como grietas, baches, deformaciones o desgaste superficial. A partir de esta evaluación, se sugieren métodos específicos de reparación, que pueden incluir técnicas como el fresado y reemplazo de la capa asfáltica, la aplicación de selladores de grietas, el reciclaje de asfalto en caliente o en frío, y otras intervenciones pertinentes.	Metodologías de reparación Rehabilitación	- Granulometría % de asfalto - Marshall - Tipos de falla - Diseño de mezcla asfáltica





CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Lee et al. (2007), en su investigación "Evaluación del desempeño de mezclas asfálticas de alto módulo para pavimentos asfálticos de larga duración", sostiene que Este artículo describe los resultados de las pruebas de rendimiento en laboratorio y a escala real para un ligante asfáltico de alto módulo (HMAB) y mezclas (HMAM) desarrollados en este estudio para pavimentos asfálticos de larga duración . Primero se realizaron varias pruebas de aglutinante en el HMAB y los resultados de las pruebas mostraron que la rigidez del HMAB aumentó significativamente en comparación con el aglutinante convencional sin cambiar las propiedades del aglutinante a baja temperatura. Las pruebas de laboratorio para las mezclas incluyeron pruebas de módulo dinámico, susceptibilidad a la humedad, seguimiento de las ruedas y fatiga. Se mostraron que el módulo del HMAM era un 50% mayor que el de la mezcla convencional a altas temperaturas. Los resultados de las pruebas de rendimiento indicaron que las resistencias del HMAM contra la humedad, el surco y el daño por fatiga fueron mejores que las de la



mezcla convencional. También se encontró en las secciones de prueba a escala real que los valores de deformación por tracción en la parte inferior de la capa de asfalto para las secciones HMAM eran más bajos que los de las secciones de mezcla convencional, aunque los espesores de la capa de asfalto de las secciones HMAM eran más delgados que los de las secciones HMAM. Secciones convencionales. Todos los valores de deformación por tracción medidos en las secciones HMAM estuvieron dentro del límite de resistencia a la fatiga de 70 micro deformación, que es el criterio de fatiga de un pavimento asfáltico de larga duración. De manera similar a los resultados de la prueba de seguimiento de ruedas, la profundidad de la rodera que se produjo en la sección de prueba gruesa de HMAM fue dos veces menor que en la sección de pavimento convencional

Según Yuhong Wang et al. (2014), en su investigación "Evolución y variación localizada del envejecimiento del ligante asfáltico en pavimentos asfálticos de mezcla en caliente de larga duración", sostiene que el comprender el envejecimiento del ligante asfáltico en pavimentos de mezcla asfáltica en caliente (HMA) de larga duración es de vital importancia para el diseño racional de pavimentos y la práctica de construcción. Utilizando datos de pruebas de aglomerantes obtenidos en varios momentos de un pavimento de carretera HMA de 36 años de antigüedad con mucho tráfico, el estudio examinó la evolución del envejecimiento del aglutinante, así como las variaciones en la gravedad del envejecimiento con la profundidad del pavimento y la ubicación de la sección transversal. La consistencia del asfalto, la ductilidad y la sensibilidad a la temperatura fueron los parámetros utilizados para evaluar el estado y los efectos del envejecimiento del aglutinante. También se examinó la influencia del envejecimiento del ligante sobre el módulo dinámico (E^*) del hormigón asfáltico (AC). Se encontró que los aglutinantes asfálticos envejecen de manera continua y severa con el tiempo, independientemente de su ubicación en la estructura del pavimento. Este hallazgo difiere de la suposición de diseño de pavimentos HMA mantenida durante mucho tiempo. Los datos de las pruebas también revelaron que el tipo de mezcla y la profundidad del pavimento tienen efectos



estadísticamente significativos sobre el envejecimiento del ligante, pero el efecto de la ubicación de la sección transversal (trayectoria de las ruedas versus trayectoria sin ruedas) es insignificante. Las variaciones del envejecimiento del aglutinante con la profundidad del pavimento se pueden atribuir a las variaciones de temperatura y contenido de oxígeno en la estructura del pavimento. El endurecimiento por envejecimiento del ligante asfáltico provoca un aumento de E^* . Esto inevitablemente afecta la respuesta del pavimento inducida por la carga y su durabilidad. Se espera que los hallazgos ayuden a mejorar el diseño de pavimentos flexibles de larga duración basados en principios mecanicistas y empíricos.

Según Aravind y Das (2007), en su investigación "Diseño de pavimento con mezclas asfálticas recicladas en caliente en planta central", sostiene que el reciclaje de mezcla en caliente en planta central es una de las técnicas populares adoptadas para el reciclaje de materiales de pavimentos asfálticos. La revisión de la literatura informa niveles variados de desempeño (tanto de laboratorio como de campo) de la mezcla reciclada en comparación con el desempeño de las mezclas vírgenes correspondientes. Por lo tanto, existe la necesidad de realizar pruebas relacionadas con el rendimiento antes de finalizar cualquier diseño de mezcla reciclada. El presente artículo analiza el estudio de laboratorio realizado sobre el diseño de mezclas recicladas de dos muestras diferentes de pavimento asfáltico recuperado (RAP) y, posteriormente, desarrolla un enfoque integrado de diseño de mezclas y diseño estructural para mezclas recicladas en caliente. El costo total de la construcción de la capa asfáltica se estima considerando la proporción de sus constituyentes y el espesor de diseño del pavimento para que el diseñador pueda elegir la mejor opción.



Según Abu (2016), en su investigación "Utilización de materiales de pavimento asfáltico regenerado (RAP) en pavimentos nuevos - revisión", sostiene que recientemente, los precios de los materiales para pavimentos asfálticos han aumentado enormemente, lo que llevó a intentar encontrar Materiales alternativos baratos. Además, cada vez hay más preocupaciones dirigidas a reservar los recursos naturales y reducir impactos ambientales del uso de aglutinantes asfálticos vírgenes, por lo que se centra más atención en el uso de materiales reciclados en diseños de pavimentos. Las agencias de transporte de todo el mundo están incorporando materiales de pavimento asfáltico recuperado (RAP) en Nuevos diseños de pavimentos. El RAP se utilizó por primera vez en 1973, sin embargo, con porcentajes bajos debido a la falta de comprensión de su efecto sobre el rendimiento de las mezclas asfálticas. Actualmente, se están utilizando porcentajes más altos (por ejemplo, >50 %). utilizados para reducir costes y recursos naturales y aprovechar antiguos pavimentos asfálticos derribados. La principal preocupación de combinar RAP en nuevas mezclas asfálticas es cómo afectará la resistencia de estas mezclas a la deformación permanente (huellas), grietas por fatiga y grietas térmicas, que son los principales deterioros que afectan el desempeño de las mezclas asfálticas. Se realizaron muchos estudios para evaluar los efectos del RAP en las mezclas asfálticas y todos los resultados mostraron que el RAP Aumentó la rigidez de las mezclas asfálticas, mejorando así la resistencia al ahuellamiento a altas temperaturas. Por otra parte, los resultados estaban en conflicto con respecto a la fatiga y el agrietamiento térmico. Recientemente, el Departamento de Obras y Servicios Públicos de Ras Al Khaimah, Emiratos Árabes Unidos, comenzó a adoptar mezclas de RAP en proyectos en curso (por ejemplo, Kadra-Shawka Road) sin claridad. lineamientos, con la esperanza de reducir costos y que estas vías tengan un mejor desempeño. Para abordar las preocupaciones de los efectos del RAP y para determinar el porcentaje correcto de RAP para proyectos en Ras Al Khaimah, se inició este estudio y como primera etapa se realizó una revisión de la literatura y se presenta en este artículo.



Según Abu (2016), en su investigación "La investigación sobre el uso de mezclas bituminosas templadas para estructuras de pavimento", sostiene que en los últimos días, cuando los precios de los combustibles superan todos los récords y el agotamiento de los gases de efecto invernadero es limitado para los productores, existen nuevas soluciones para los productores de asfalto. Una de ellas es el asfalto de mezcla templada, que permite a los productores de material de pavimentación asfáltica reducir las temperaturas a las que se mezcla el material y se coloca en la carretera. La solución del asfalto de mezcla templada permite reducir la temperatura de trabajo del asfalto hasta 30 oC. En este artículo se presenta una visión general de las diferentes tecnologías de producción de asfalto de mezcla templada, los méritos y deméritos de estas tecnologías. Después de la investigación de laboratorio con diferentes tipos y cantidades de aditivos para la reducción de la temperatura y diferentes tipos de asfalto, se eligieron las tecnologías más adecuadas para el asfalto de mezcla templada. En otoño de 2008 se construirán los tramos experimentales en las carreteras lituanas aplicando estas tecnologías.

2.1.2 Antecedente nacional

Según Aranguri y Valverde (2018), en su investigación "Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos" De acuerdo con los análisis obtenidos a través de los ensayos realizados con el método Marshall, el contenido óptimo de mezcla asfáltica en caliente, utilizando cemento asfáltico PEN 60/70, se determina en un 5.47%, con una dosificación de 30% de agregado grueso y 70% de agregado fino. Por otro lado, los resultados obtenidos para la mezcla asfáltica en frío, también mediante el método Marshall, indicaron que el porcentaje óptimo de asfalto líquido RC-250 es del 6.63%, manteniendo la misma proporción de 30% de agregado grueso y 70% de agregado fino.



Según Robles (2018), en su investigación "Comportamiento de la mezcla asfáltica agregando caucho reciclado en pavimentos flexibles, Ate, Lima Perú, 2018",. Posteriormente, se prepararon una serie de muestras conocidas como briquetas, las cuales se elaboraron a temperaturas entre 140° y 170°C. Una vez fabricadas, estas briquetas fueron sometidas a pruebas utilizando la máquina Marshall, lo que proporcionó datos sobre estabilidad y flujo. Los resultados obtenidos mediante el ensayo Marshall fueron organizados adecuadamente, permitiendo su representación gráfica y facilitando la determinación de los porcentajes óptimos para cada tipo de pavimento asfáltico.

2.1.3 Antecedente local

Con respecto a esta investigación no se encontraron referencias locales a este tipo de investigación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fallas en los pavimentos

Suelen originarse debido a las cargas generadas por los vehículos sobre la superficie, lo que provoca alteraciones en la estructura mecánica de las vías. Estas se rigen por principios físicos y se manifiestan a través de estados como tensión, deformación unitaria y deflexión. Estos estados de carga están vinculados a diversas consecuencias, denominadas deterioro, que se van acumulando a lo largo del tiempo. Los daños más frecuentes incluyen agrietamientos, deformaciones y deflexiones en la superficie del pavimento (Sotil, 2019).

Fallas operativas: Son irregularidades que aparecen en la capa superficial del pavimento, las cuales deterioran la experiencia de conducción, sin llegar a bloquear completamente su utilización. Estos inconvenientes afectan de manera importante

aspectos como la seguridad vial, el confort del conductor y los costos asociados para los usuarios.

Deficiencias estructurales: Son fallos en la integridad del pavimento que, en el corto, mediano o largo plazo, pueden comprometer su capacidad de soportar cargas. Estos problemas pueden progresar hasta causar un deterioro generalizado del pavimento. Dichas fallas, que tienen un impacto considerable y pueden afectar el uso adecuado de la vía, pueden originarse en la subbase, base o capa de rodadura.

2.2.1.1 Guía para calificar

(5) Calificación Representa una condición ideal de la vía, con una textura adecuada que asegura su impermeabilidad y proporciona la rugosidad necesaria para evitar deslizamientos. Debe estar libre de grietas, irregularidades o hundimientos, y ser capaz de soportar de manera segura y cómoda las velocidades operativas de la sección, asegurando así una experiencia de conducción de alta calidad.

(4) Calificación. La clasificación se realizará teniendo en cuenta la presencia de grietas, las cuales se clasificarán según su ancho, que no excederá los 3 milímetros, y que formen un patrón semejante a la piel de cocodrilo en áreas menores a 5 m².

(2.5) Calificación. En este caso concreto se observan fisuras amplias en patrón de cocodrilo. Estas fisuras van acompañadas de numerosas grietas que alcanzan un ángulo de una pulgada. También se evidencian ondulaciones, depresiones y hundimientos recurrentes, con profundidades que varían entre 2.5 y 4 cm.

(2) Calificación Se observa un agrietamiento generalizado acompañado de signos de hundimientos, desprendimientos, ondulaciones y depresiones recurrentes, con

profundidades que oscilan entre 2.5 y 4 cm. Además, se encuentran baches y un desgaste significativo, lo que requiere una reconstrucción integral del pavimento.

(1.5) Calificación Se observan diversas grietas extendidas, acompañadas de ondulaciones y depresiones recurrentes, con profundidades superiores a 4 cm. Además, la superficie presenta una textura deteriorada y una transitabilidad vehicular inadecuada, lo que exige una reducción de la velocidad en un 30%.

Calificación 1.0 a 0. En esta condición de deterioro extremo, se presentan ondulaciones y depresiones frecuentes con profundidades de hasta 10 cm. La clasificación de velocidad varía entre 1.0 y 0.0. Un valor de 1.0 implica una reducción del 40% en la velocidad respecto al funcionamiento habitual del tramo, mientras que un valor de 0.0 indica que la velocidad máxima permitida debe disminuir en un 60%, señalando zonas casi intransitables que exigen medidas de seguridad adicionales.

2.2.2 Tipos de fallas en pavimentos

2.2.2.1 Grietas

Según Llorach (2020), Diversos factores pueden provocar grietas en los pavimentos asfálticos, siendo los daños por agrietamiento los más frecuentes, generados por procesos de contracción y tensiones mecánicas causadas por sobrecargas. Además de estos factores, el envejecimiento y la oxidación, influenciados por condiciones ambientales como la exposición al viento, la radiación solar y las precipitaciones, también desempeñan un papel crucial en el deterioro del pavimento.

2.2.2.2 Rajaduras por fatigamiento

Estas fisuras generan una red conectada que se origina por el desgaste de la capa asfáltica debido al paso repetido de vehículos.

Figura 1

Grietas de fatiga



2.2.2.3 Grietas de borde

Las fracturas continuas que provocan discontinuidad en la estructura del pavimento se conocen como grietas y se encuentran a lo largo de los bordes del pavimento. Es posible que estas fracturas vayan acompañadas de grietas transversales situadas en los bordillos pavimentados en determinados casos. Este daño suele deberse a la falta de soporte lateral, como se muestra en la imagen que se presenta a continuación.

Figura 2

Grietas de borde de pavimento



2.2.2.4 Grietas longitudinales

Estas grietas pueden generarse debido a la dilatación del pavimento, afectando la cohesión entre sus capas estructurales. En particular, cuando dichas fisuras coinciden con las marcas de rodadura dejadas por el tránsito vehicular, su impacto sobre la funcionalidad del pavimento puede ser más evidente, generalmente indican una deficiencia en la construcción, originada por una cimentación inadecuada que no proporciona el soporte necesario para la estructura.

Figura 3

Grietas longitudinales



2.2.2.5 Grietas transversales

Este tipo de fisuras se originan debido a defectos en el pavimento y, por lo general, se disponen de manera y presentan de manera perpendicular al eje vial y suelen manifestarse en pavimentos asfálticos que carecen de una base de hormigón o de una cimentación tratada con cemento, como se muestra a continuación:

Figura 4

Grietas transversales



2.2.2.6 Grietas de bloque

Las grietas en bloque suelen estar conectadas entre sí, dividiendo la calzada en secciones rectangulares de tamaño variable, con dimensiones que oscilan entre aproximadamente 0,3 x 0,3 metros y 3 x 3 metros. Por lo tanto, el tamaño de los bloques puede variar desde 0,30 x 0,30 metros hasta 3,00 x 3,00 metros

Figura 5

Grietas de bloque



Figura 6

Grietas de reflexión



2.2.3 Deformaciones

Las deformaciones se refieren a la alteración de la forma original de la superficie del pavimento, que ocurre debido a diferentes factores, como una compactación insuficiente en las capas del pavimento, la aplicación excesiva de asfalto o material de

pavimentación, el hundimiento y otros. Adicionalmente, las condiciones climáticas desfavorables también pueden influir en la aparición de estas deformaciones en el pavimento.

2.2.3.1 Ahuellamientos

Las roderas son depresiones que aparecen en la capa superficial del pavimento asfáltico como consecuencia del tránsito vehicular repetitivo. Estas irregularidades pueden generarse por distintos factores, entre ellos, la compactación progresiva debido a la carga constante del tráfico, el desplazamiento lateral de las capas estructurales inferiores o alteraciones en la propia capa superior de asfalto.

Figura 7

Ahuellamiento



2.2.3.2 Ondulaciones y desplazamientos

Las ondulaciones en un pavimento asfáltico se caracterizan por la presencia de irregularidades alternas en forma de crestas y valles a lo largo de la calzada, mientras que los desplazamientos corresponden a deformaciones localizadas que incluyen tanto hundimientos como elevaciones en la superficie del pavimento.

Figura 8

Ondulaciones y desplazamientos



2.2.3.3 Depresiones

Las depresiones son áreas hundidas en la superficie del pavimento. Generalmente, son pequeñas y aisladas, y la aparición de fisuras varía según las condiciones de la capa superficial, y tienden a acumular agua cuando alcanzan una profundidad considerable. Estas depresiones pueden ser causadas por cargas de tráfico mayores a las que el pavimento fue diseñado para soportar y/o por fallos en el proceso constructivo.

Figura 9

Depresiones



2.2.3.1 Levantamientos

El levantamiento hace referencia a un ascenso controlado de la superficie del pavimento, que comúnmente se origina por defectos en la subrasante

Figura 10

Levantamientos



2.2.4 Desintegración

La desintegración se manifiesta como la fragmentación del pavimento en pequeñas porciones, lo que genera su progresivo deterioro, evidenciado en la formación de baches o zonas con desprendimiento superficial. Dado que la persistencia de estos daños podría afectar a la seguridad vial y aumentar el riesgo de accidentes, es de suma importancia intervenir lo antes posible para solucionarlos. (Llorach, 2020).

2.2.4.1 Baches

El deterioro localizado del pavimento es el origen de los baches, que son cavidades de diámetros variados y que a menudo tienen una sección transversal circular. La aplicación de una capa extremadamente fina o un sistema de drenaje ineficaz son dos ejemplos de defectos de diseño estructural que se citan con frecuencia como causa de su aparición. Asimismo, pueden generarse debido a problemas en las propiedades de la

subbase, lo que compromete la estabilidad y resistencia del pavimento. (Braja, 2015, pág. 79)

Figura 11

Baches



2.2.4.2 Desprendimiento

La erosión es el principal factor que contribuye al proceso de desprendimiento, término que describe el deterioro gradual de las partículas que componen el pavimento. La falta de una compactación adecuada durante la construcción, las malas condiciones meteorológicas, como la alta humedad o las bajas temperaturas, la presencia de materiales contaminados o dañados y una formulación inadecuada en el diseño de la mezcla asfáltica son factores que pueden provocar el desprendimiento de los bordes. (Gonzales y Oteo, 2002).

Figura 12

Desprendimiento



2.2.5 Superficies resbaladizas

Cuando la superficie del pavimento tiene una textura lisa y está cubierta por una fina capa de agua, pueden darse condiciones de pavimento resbaladizo. Estas condiciones pueden hacer que los vehículos pierdan adherencia y derrapen, lo que a su vez aumenta el riesgo de accidentes. Del mismo modo, la existencia de acumulaciones considerables de agua, junto con las altas velocidades del tráfico, puede agravar aún más esta situación. Para reducir la probabilidad de que se produzcan estos peligros, es necesario restaurar las condiciones óptimas del pavimento, lo que permitirá un drenaje adecuado del agua. Esto se puede lograr limpiando a fondo la superficie y permitiendo que el agua se drene hacia los sistemas de drenaje de la manera adecuada. (Llorach, 2020)

2.2.5.1 Exudaciones

En la superficie del pavimento, esto se refiere a la aparición de una capa de asfalto que no incluye gránulos. Esto suele dar lugar a un acabado brillante y, en algunos casos, puede incluso resultar pegajoso. Cuando la mezcla de asfalto contiene una cantidad excesiva de aglutinante, este fenómeno se produce con mayor frecuencia. Por lo general, el problema se inicia en las zonas donde las ruedas de los vehículos ejercen contacto directo y continuo sobre la superficie del pavimento.

Figura 13

Exudaciones



2.2.5.2 Pérdida de áridos

Este problema surge como resultado del deterioro gradual del pavimento, que provoca la pérdida de áridos y la exposición parcial de partículas más grandes. Estas partículas más sustanciales tienden a acumularse en las huellas de las ruedas. La razón principal de la separación de estos componentes de la mezcla asfáltica es que el aglutinante no tiene la capacidad de garantizar una adhesión adecuada con los áridos. Este tipo de deterioro generalmente está asociado a un diseño ineficiente de la mezcla, que puede incluir el uso de un ligante inadecuado.

Figura 14

Pérdida de áridos



2.2.6 Concretos Whitetopping

De acuerdo con Cedeño (2019). En el presente informe, se abordará el uso de hormigones de rápida fraguabilidad y su integración con la metodología del Whitetopping. Estos tipos de hormigón se diferencian de los tradicionales por emplear métodos efectivos para evaluar su resistencia y por requerir lapsos reducidos antes de habilitar la circulación vehicular. La aplicación de pavimentos Fast-Track surgió como una solución para disminuir los plazos en la rehabilitación de carreteras, reduciendo las interrupciones del tráfico y posibilitando su reparación en periodos cortos, como un solo fin de semana. (Peck y Reed, 2018).



Uno de los nuevos aspectos a tener en cuenta es el logro de una alta resistencia. Se trata de un proceso largo que provoca importantes retrasos en el flujo del tráfico, especialmente en zonas urbanas con alta densidad de tráfico, cuando se trata de pavimentos de hormigón convencionales. Esto se debe a que el desarrollo de la resistencia en el hormigón convencional es un proceso gradual. En cambio, el hormigón Fast-Track permite alcanzar la resistencia estructural requerida en un período de entre 5 y 15 días, representando una optimización significativa del tiempo en comparación con las 5 a 15 semanas que requiere el hormigón convencional.

2.3 Marco conceptual

➤ **Ahuellamiento.** Se refiere a las depresiones longitudinales con forma de surco que se forman en la superficie de los pavimentos asfálticos como consecuencia del paso repetitivo de las ruedas de los vehículos. Esta deformación es producto de la carga dinámica ejercida por el tráfico, generando alteraciones en la regularidad del pavimento. (Llorach, 2020)

➤ **Deformaciones.** Corresponden a alteraciones en la superficie del pavimento, las cuales pueden originarse por una compactación inadecuada de sus capas, un contenido excesivo de asfalto o la expansión de las capas de soporte. Estos factores comprometen la uniformidad y el desempeño estructural del pavimento. (Llorach, 2020).

➤ **Depresiones.** Se trata de hundimientos localizados en la superficie del pavimento, los cuales, aunque de dimensiones menores en comparación con el área total de la vía, no se consideran baches abiertos. Estas zonas deprimidas pueden presentarse con o sin fisuras, dependiendo de las condiciones particulares que las originan. Usualmente, alcanzan una profundidad mínima de 2 cm, lo que favorece la acumulación de agua y contribuye al deterioro progresivo del pavimento. (Sotil, 2019).



➤ **Fallas de pavimentos.** Las acciones dinámicas ejercidas por los vehículos, junto con las cargas inducidas, impactan directamente la estructura del pavimento, generando reacciones mecánicas inmediatas que obedecen a los principios físicos. Estas respuestas, denominadas estados de tensión, deformación unitaria y deformación, están asociadas a procesos específicos que contribuyen al deterioro de las vías. (Sotil, 2019).

➤ **Grietas.** Son fracturas que aparecen en los pavimentos asfálticos como consecuencia de múltiples factores. Entre las principales causas se encuentran la contracción del material, la aplicación de cargas mecánicas excesivas y el proceso de envejecimiento y oxidación del asfalto. Este último es acelerado por la influencia de agentes ambientales como la radiación solar, el viento y las precipitaciones, los cuales contribuyen al deterioro progresivo de la superficie del pavimento. (Llorach, 2020).

➤ **Grietas de fatigamiento.** Son fisuras interconectadas que aparecen en el pavimento como resultado del deterioro progresivo de la carpeta asfáltica, provocado por la aplicación repetitiva de cargas vehiculares. Las tensiones causadas por el contacto de la rueda con la superficie son la causa inicial de estas grietas, que se encuentran en el interior del pavimento. Tras un tiempo, las grietas comenzaron a extenderse a las capas superiores, formando finalmente un patrón distintivo de fracturas paralelas. (Llorach, 2020)

➤ **Grietas de borde.** Las grietas de este tipo suelen tener forma semicircular y tienden a desarrollarse gradualmente, lo que provoca una discontinuidad en la estructura del pavimento. En algunos casos, es posible que se desarrollen grietas transversales y que estas avancen hacia el arcén; sin embargo, este fenómeno no siempre se produce. Se ha observado que la ausencia de pavimento en los arcenes está relacionada con la aparición de estas grietas transversales en algunas circunstancias. (Llorach, 2020).



➤ **Grietas longitudinales.** Este tipo de fractura se conoce comúnmente como «juntas longitudinales» y se desarrolla en una dirección paralela al eje de la carretera. Estas separaciones en el pavimento deben colocarse cuidadosamente dentro de los carriles con mayor flujo de tráfico para maximizar su eficacia y limitar la influencia que tienen en la estructura de la carretera. (Llorach, 2020).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo se distingue por la utilización de métodos de recopilación de datos con el fin de validar hipótesis mediante el uso de medidas numéricas y procedimientos de análisis estadístico. Tanto la identificación de patrones de comportamiento como la verificación de ideas mediante la cuantificación de sucesos observables son los objetivos principales de esta técnica. En conclusión, la investigación que se lleva a cabo de acuerdo con esta técnica se diferencia por el hecho de que pone un énfasis particular en la cuantificación y el análisis estadístico de los datos recopilados. (Ccanto, 2018).

3.2 Método de investigación

Basada en los principios fundamentales de la metodología científica, esta investigación se lleva a cabo desde el principio con el fin de garantizar la precisión y fiabilidad de las correlaciones entre los hechos, los descubrimientos y la nueva información

La evaluación y el procesamiento de los datos se llevan a cabo de manera exhaustiva y metódica con el fin de alcanzar este objetivo. (Ccanto, 2018).



3.3 Tipo de investigación

El término «investigación aplicada» se refiere al estudio que se lleva a cabo con la intención de resolver problemas relacionados con la producción o la práctica. Las teorías se pondrán a prueba en este estudio para que podamos determinar si son correctas o no.

Uno de los objetivos principales de este método es encontrar soluciones a los problemas que se plantean en el mundo real. Esto se logra poniendo rápidamente en práctica las conclusiones obtenidas. Teniendo en cuenta este concepto, se podría llegar a la conclusión de que la investigación se considera aplicada (Ccanto, 2018).

3.4 Nivel de Investigación

La utilidad de estos procesos es especialmente importante debido a las circunstancias en las que se utilizan, es decir, cuando se desarrollan teorías basadas en una cantidad limitada de evidencia empírica. La cuantificación, delimitación y definición precisa de los eventos, variables o fenómenos que son el foco de la investigación son los objetivos principales de estos enfoques cualitativos y cuantitativos del análisis.

Teniendo en cuenta esta perspectiva, se puede llegar a la conclusión de que el enfoque en cuestión es análogo al de un estudio descriptivo. (Ccanto, 2018).

3.5 Diseño de investigación

Es fundamental llevar a cabo una serie de tareas en el orden previsto para garantizar que los resultados de un proyecto de investigación tengan un impacto significativo en el mundo. Tanto el plan como la base teórica se incluyen en la definición de diseño. Esta investigación empleó una metodología denominada investigación experimental. Los sujetos son predeterminados o reconocidos de antemano debido a que el diseño de este estudio no utiliza un método de selección aleatoria para la participación. La investigación cuasi-experimental se distingue de otros tipos de estudios por esta característica definitoria. (Ccanto, 2018).



3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

En este estudio se analiza el problema de los pavimentos flexibles en la ciudad de Juliaca, que tienen una vida útil corta debido a diversas circunstancias. Como solución a este desafío.

3.6.2 Muestra

Propuesta de optimización y reparación de pavimentos de superficie flexible a través de la aplicación de mezcla asfáltica, en la salida Puno de la ciudad de Juliaca.

3.6.3 Procedimiento

1. Análisis de la salida Puno de la ciudad de Juliaca.
2. Recolección de datos.
3. Evaluación de la confiabilidad de los datos.
4. Establecimiento de los parámetros
5. Identificación de zonas con características semejantes.
6. Análisis de inconsistencias y uniformidad.
7. Verificación de la consistencia y variabilidad de los datos.
8. Selección de pruebas
9. Cálculo de valores extremos.
10. Elaboración de representaciones gráficas

3.6.4 Técnicas e instrumentos de investigación

3.6.4.1 Técnicas

- Reconocimiento de campo
- Recolección de muestras
- Proceso de ensayos en laboratorio



- Recolección de datos obtenidos en laboratorio
- Análisis de resultados
- Procesamiento de resultados

3.6.4.2 Instrumentos

- Captura manual de datos a través de anotaciones.
- Cámara fotográfica digital.
- Equipos de laboratorio para estudios de suelos.
- Fuentes bibliográficas y textos técnicos especializados.
- Herramientas informáticas.

3.7 Procesamiento y análisis de datos

1. Reconocimiento de campo

1.1. Propiedades físicas y mecánicas

- Ensayo de contenido de humedad

Esta técnica, comúnmente conocida como proceso de secado en horno, ha sido estandarizada por normas internacionales como la ASTM D2216 y se utiliza ampliamente debido a su eficacia y fiabilidad. Existen varias formas de utilizarla además de este método. Estas técnicas incluyen la determinación de la humedad mediante métodos gravimétricos, químicos y electrónicos, cada uno de los cuales tiene sus propias ventajas e inconvenientes. En el campo de la ingeniería, tener un conocimiento profundo del contenido de humedad es de suma importancia por varias razones, entre ellas el diseño de cimientos, la construcción de terraplenes y presas de tierra, la predicción de asentamientos y la evaluación del comportamiento del suelo ante cargas estructurales.

- Limite de consistencia

Cuando se trata de la estabilidad de taludes, la capacidad de carga de los cimientos, la sensibilidad a la expansión y contracción, y la composición de las mezclas de



suelo y cemento, los límites de consistencia son algo que se debe tener en cuenta. Además, cuando se tienen en cuenta estos límites, ofrecen información extremadamente importante sobre la mineralogía del suelo. La montmorillonita es un ejemplo de mineral expansivo que se encuentra con frecuencia en suelos con un alto grado de resistencia y elasticidad.

En resumen, realizar una evaluación precisa de los límites de consistencia es un componente vital tanto de la ingeniería geotécnica como de la construcción civil. Gracias a ello, es posible llevar a cabo una evaluación y un control más precisos de los riesgos relacionados con el comportamiento del suelo.

- SUCS

Con el fin de identificar y describir los suelos en función de sus propiedades granulométricas y de plasticidad, se trata de un método estandarizado que se utiliza ampliamente en ingeniería geotécnica. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), también conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, se conoce también como USCS.

El sistema tiene en cuenta el porcentaje de partículas que pueden pasar por un tamiz con un tamaño de 0,075 milímetros (n.º 200) al tratar suelos gruesos. Se determina que el suelo se considera fino si más del cincuenta por ciento de la muestra puede pasar por este tamiz. En caso contrario, el material se clasifica como grueso y se fragmenta aún más en grava (si más del cincuenta por ciento de la fracción gruesa queda retenida en el tamiz n.º 4) y arena (si menos del cincuenta por ciento queda retenida en el tamiz n.º 4). Además, la grava y la arena se clasifican según su grado de clasificación como bien graduadas (GW, SW) o mal graduadas (GP, SP), así como por su contenido fino en suelos limosos (GM, SM) o arcillosos (GC, SC). Esta clasificación se basa en la presencia de partículas finas en el suelo.

Los límites de liquidez y plasticidad se utilizan para distinguir entre limos (L) y arcillas (C) en suelos finos, así como su comportamiento en términos de compresibilidad y expansión.



Los suelos de turba (PT) y los suelos orgánicos (O) se consideran conceptos complementarios en el contexto de la metodología SUCS. Es en la industria de la construcción donde los ingenieros geotécnicos son capaces de prever y gestionar cuestiones relacionadas con el comportamiento del suelo bajo diversas cargas y condiciones ambientales, como su compresibilidad, la capacidad de carga y la susceptibilidad al asentamiento y la expansión, cuando han recibido una clasificación precisa según el SUCS. Este conocimiento es necesario para la construcción de cimientos, presas de tierra, autopistas y otras estructuras geotécnicas, con el fin de garantizar que estén diseñadas correctamente. A efectos de la evaluación y gestión del suelo, el Sistema de Construcción Urbana Sostenible (SUCS) ofrece un marco completo y científico. Este marco tiene por objeto garantizar que la construcción de edificios e infraestructuras se lleve a cabo de forma segura y eficaz.

- Compactación

Esta técnica, que consiste en aplicar fuerzas mecánicas para compactar el suelo, tiene como resultado una disminución de la porosidad del suelo y un aumento de su densidad seca.

Cuando se somete a cargas de tráfico repetidas, esto conduce a un aumento de la capacidad de carga del suelo, así como a una reducción de su susceptibilidad al asentamiento y la deformación. La reducción de problemas como el asentamiento diferencial, la formación de baches y la contracción se puede lograr con el uso de una compactación adecuada del suelo.

Es habitual que el primer paso del proceso de compactación sea la preparación del terreno. La eliminación de materiales orgánicos, residuos y escombros, así como la nivelación y humectación del suelo, forman parte de este proceso, que es necesario para obtener el contenido de humedad ideal. La prueba tradicional de Proctor y la prueba modificada de Proctor son las dos variantes más comunes. En cada una de estas pruebas se utilizan diferentes niveles de energía de compactación para adaptarse a una variedad de suelos y proyectos, cada uno de los cuales posee un conjunto único de características.



La compactación adicional del suelo se logra mediante el uso de maquinaria especializada, como rodillos vibratorios, rodillos neumáticos, compactadores de placa vibratoria y apisonadoras mecánicas. Una vez completados los preparativos necesarios para el suelo, esta operación continúa.

El tipo de suelo y la profundidad de la capa que se debe compactar son dos factores que se deben tener en cuenta a la hora de elegir el equipo adecuado para la compactación. Los rodillos vibratorios son muy útiles para compactar suelos granulares, mientras que los apisonadores mecánicos son más adecuados para solidificar suelos cohesivos.

Como medio para llevar a cabo el control de calidad a lo largo del proceso de compactación, las pruebas in situ, que incluyen técnicas de evaluación de la densidad como el método del cono de arena, el método de la bola de goma y los densímetros nucleares, constituyen una opción viable. Esta etapa es de suma importancia.

Estas pruebas garantizan que la densidad y el contenido de humedad del suelo compactado se ajustan a las especificaciones diseñadas para él. La capacidad de carga del suelo compactado también se puede determinar mediante ensayos de carga con placa, que se pueden realizar.

En la construcción de pavimentos, se puede lograr una base y una subbase niveladas y uniformes mediante una compactación correcta. En consecuencia, mejora la resistencia del pavimento a las cargas del tráfico y, como resultado, disminuye la posibilidad de deformaciones irreversibles. El pavimento es menos propenso a romperse y deformarse cuando la base está bien compactada, ya que ofrece un soporte uniforme para la capa de rodadura. Mejora la resistencia a la penetración del agua, lo que reduce la probabilidad de daños causados por los ciclos de congelación-descongelación en regiones frías.

- CBR

Para realizar una prueba CBR, primero se compacta una muestra de suelo dentro de un molde cilíndrico y, a continuación, se deja que sea penetrada por un pistón de área conocida mientras la velocidad del pistón permanece constante. Cuando se evalúa la



resistencia a la penetración en términos de carga unitaria (en kilogramos por centímetro cuadrado o libras por pulgada cuadrada), se compara con la resistencia de un material estándar, lo que da como resultado el índice CBR expresado en porcentaje.

En la mayoría de los casos, la prueba se lleva a cabo en dos condiciones de humedad diferentes: la muestra se deja en su estado original (lo que se conoce como CBR sin humedecer) y se remoja durante 96 horas (lo que se conoce como CBR humedecido). Esto se hace con el fin de imitar las condiciones más adversas que pueden darse en el terreno, especialmente en zonas donde el suelo puede estar expuesto a la influencia del agua. En el proceso de diseño y dimensionamiento del pavimento, los resultados de las pruebas CBR son indicadores esenciales de la calidad del suelo y de si es adecuado o no para su uso como subrasante, subbase o base.

A la hora de interpretar el CBR, se tienen en cuenta el tipo de pavimento y las cargas previstas, si es necesario. Si el valor del coeficiente de fricción (CBR) del pavimento de una carretera es inferior al tres por ciento, puede ser una indicación de que es necesario estabilizar el suelo o incorporar más capas de material granular para mejorar la capacidad de carga de la superficie de estacionamiento.

Los materiales con valores CBR superiores al 20 % se consideran generalmente adecuados para su uso en aplicaciones de subbase. Por otro lado, los materiales con valores CBR superiores al 20 % son aptos para su uso en aplicaciones primarias. El índice CBR tiene varias aplicaciones en el campo de la ingeniería civil, una de las cuales es la construcción de plataformas y terraplenes.

Proporcionar datos similares y reproducibles es algo que se puede hacer para tomar decisiones sobre el diseño de planes de pavimentación. Además de ser relativamente sencilla de realizar y económica, la prueba CBR ofrece una serie de ventajas significativas a quienes desean utilizarla. No es capaz de representar adecuadamente las circunstancias de carga dinámica que se producen en servicio, lo cual es una de sus limitaciones inherentes



Como consecuencia de ello, estas restricciones han dado lugar a la creación de pruebas complementarias más sofisticadas, como la prueba del módulo de resiliencia, que trata de superar estos límites. Debido a que depende de la densidad de la muestra, así como de su contenido de humedad, estas limitaciones son aún más difíciles de superar.

1.2. Metodología PCI

Mediante una evaluación visual completa de una serie de defectos y del grado en que estos afectan al pavimento, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos creó un método conocido como Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés). Este enfoque se diseñó para evaluar el deterioro del pavimento. Mediante el uso de una escala que va de 0 a 100, el sistema PCI proporciona una calificación al pavimento. Es necesario realizar una investigación de evaluación cuantitativa y objetiva para determinar la calidad de la superficie de las infraestructuras pavimentadas, lo que incluye aeropuertos, autopistas y otros lugares pavimentados.

El método para calcular el Índice de Condición del Pavimento (PCI) comienza con la selección de unidades de muestreo representativas del pavimento que se está estudiando mediante el proceso de muestreo. En el siguiente paso, se examinan las unidades con el fin de detectar y registrar cualquier signo de deterioro, que puede incluir grietas, baches, deformaciones, desgaste de la superficie y pérdida de agregados.

De acuerdo con este sistema de categorización, cada tipo de deterioro se clasifica en uno de los tres niveles de gravedad: bajo, medio o alto. El grado de deterioro de cada tipo se evalúa en función de su extensión, que puede determinarse por diversos factores, como la longitud de la grieta o el área del bache, entre otros. Al determinar el valor de deducción de cada componente examinado, es necesario tener en cuenta la interacción entre el tipo de deterioro, la gravedad del deterioro y la extensión del deterioro.

Al sumar todos los números de deducción y luego aplicar un algoritmo empírico específico para los ajustes, se puede establecer el índice PCI para el segmento. Con el fin de promover una comparación coherente entre los distintos segmentos o áreas del



pavimento, este número, que indica el estado actual del pavimento, puede ser de gran utilidad durante el proceso. Las actividades relacionadas con el mantenimiento y la restauración se priorizan y programan con la ayuda del PCI. Esto nos permite identificar las regiones que requieren una intervención inmediata y elegir la terapia más adecuada para esas áreas, ya sea en forma de mantenimiento preventivo, reparaciones modestas, rehabilitación considerable o reconstrucción total.

El índice de condición del pavimento (PCI) es útil para la gestión y el mantenimiento de los pavimentos existentes, así como para las fases de diseño y planificación de nuevos pavimentos. El papel que desempeña en el establecimiento de estándares de rendimiento y la vida útil promedio también contribuye a que sea ventajoso y útil. El uso del análisis PCI tiene la capacidad de mejorar la relación costo-beneficio en el mantenimiento de la infraestructura vial. Esto, a su vez, permite a las organizaciones y departamentos de transporte llevar a cabo una gestión más eficiente de los recursos y la asignación de fondos.

Hemos logrado mejorar la aplicación de la técnica PCI con la ayuda de equipos tecnológicos y software especializados. Esto ha permitido recopilar y analizar datos más confiables y completos. Gracias al uso integrado de los sistemas de información geográfica (SIG) y las tecnologías de inspección automatizada, el proceso de evaluación del pavimento está experimentando actualmente una auténtica revolución. Como consecuencia, se ha mejorado la toma de decisiones y la recopilación de datos en tiempo real.

1.3. Índice de asfalto

- Granulometría

La distribución del tamaño de las partículas del asfalto sigue siendo un tema increíblemente importante en lo que respecta al diseño y el rendimiento de las combinaciones que incorporan materiales como arena, grava y polvo mineral. Cuando se trata de la creación de la estructura interna del pavimento, la importancia de estas



partículas no puede reducirse a un nivel insignificante. En términos del peso total de la mezcla asfáltica, representan entre el 90 y el 95 por ciento del total. La clasificación adecuada de estos componentes es esencial para lograr una mezcla densa y resistente a la deformación. Esto se puede lograr con mayor facilidad mediante la unión y compactación del material de manera eficiente durante el proceso.

Lo primero que hay que hacer para establecer la distribución granulométrica de las mezclas asfálticas es elegir una curva granulométrica adecuada que cumpla con los criterios normativos y las condiciones del proyecto que sean relevantes para la obra. Normas como la ASTM D3515 y la AASHTO M323 son ejemplos de normas internacionales que ofrecen una descripción general de estos principios, en el que se definen los rangos de tamaño de partícula permitidos para las distintas categorías de mezclas asfálticas. A continuación, se muestran algunos ejemplos de normas que se utilizan a nivel internacional. En la mayoría de los casos, estas características se determinan utilizando estos criterios como referencia. Es habitual utilizar un gráfico semilogarítmico para representar gráficamente las distribuciones del tamaño de las partículas. En este gráfico se representan los porcentajes acumulativos de los agregados que pueden pasar por los tamices tradicionales.

Para producir una estructura interna duradera, es muy necesario lograr una distribución óptima del tamaño de las partículas que logre un equilibrio entre los agregados gruesos y finos. Esta es la única manera de lograrlo. Para aumentar la resistencia de la combinación al desgaste y a la carga, las partículas gruesas se mantienen en tamices más grandes mediante la mezcla. Por otro lado, los agregados finos y el polvo mineral se mantienen en tamices más pequeños y se encargan de rellenar los espacios entre los agregados gruesos y proporcionar cohesión a la mezcla. La distribución adecuada de la mezcla no solo evita la segregación durante el transporte y la instalación de la mezcla, sino que también mejora la compactación in situ, lo que finalmente da como resultado una reducción en el número de huecos de aire y un aumento en la intensidad de la mezcla.



Hay una serie de características esenciales de la mezcla asfáltica que se ven afectadas por la gradación, entre ellas la estabilidad, la resistencia al agrietamiento, la formación de roderas y la durabilidad. Además de reducir la cantidad de deformación plástica que se produce y prolongar la vida útil del pavimento, una mezcla que ha sido debidamente graduada ofrece un alto nivel de estabilidad y resistencia a las cargas que aplica el tráfico. Dado que una distribución adecuada del tamaño de las partículas puede limitar la infiltración de agua y, en consecuencia, la susceptibilidad al daño por humedad y la desintegración como resultado de los ciclos de congelación-descongelación, también tiene un efecto sobre la permeabilidad de la mezcla al afectar a la distribución del tamaño de las partículas.

Las pruebas de laboratorio se utilizan para realizar el control de la gradación. Estas pruebas consisten en preparar una muestra de la mezcla asfáltica y pasarla por una serie de tamices estándar para evaluar la distribución del tamaño de las partículas. Los áridos se someten a estas pruebas para confirmar que cumplen los criterios de diseño, lo que también permite realizar las revisiones necesarias en la mezcla. Durante la fabricación y construcción del pavimento, se llevan a cabo controles de calidad in situ para verificar que la mezcla que se está colocando sigue conservando la distribución granulométrica prescrita. Esto se hace para garantizar la máxima durabilidad.

- Lavado asfáltico

El fenómeno conocido como desgaste del asfalto, al que a menudo se hace referencia como descarga, es un problema importante que puede surgir en los pavimentos asfálticos. El desgaste del asfalto es el término utilizado para describir el aspecto del asfalto en la superficie del pavimento. Debido a la interacción entre la dinámica del tráfico y las circunstancias ambientales, este fenómeno hace que el aglutinante asfáltico suba a la superficie de la mezcla, lo que finalmente da lugar a una superficie resbaladiza.

Cuando se produce el sangrado del asfalto, se produce un impacto perjudicial tanto en la calidad estética como en la seguridad operativa de la superficie. Esto se debe a que



disminuye la fricción entre los neumáticos y la superficie, lo que a su vez aumenta la probabilidad de deslizamientos y accidentes.

El desgaste del asfalto puede deberse a diversas variables, la mayoría de las cuales están relacionadas con el diseño de la mezcla, la construcción y las condiciones ambientales. El diseño de la mezcla es una de las causas más comunes del desgaste del asfalto. Entre las causas más habituales se encuentran una gradación inadecuada de los áridos, que no ofrece la estructura suficiente para mantener el asfalto, una compactación excesiva o insuficiente durante la colocación del pavimento y un contenido excesivo o insuficiente de asfalto en la mezcla. Las temperaturas extremadamente altas, que hacen que el asfalto se vuelva más fluido, y la presión ejercida por los neumáticos del tráfico pesado, que empujan el asfalto hacia la superficie, también son causas potenciales de este fenómeno.

El desgaste del asfalto se puede identificar visualmente por la presencia de partes de la superficie del pavimento que son notablemente más oscuras y brillantes que la zona circundante. Este fenómeno suele ir acompañado de la presencia de parches de asfalto sueltos o pegajosos. Los resultados de las pruebas de fricción, que muestran que las zonas afectadas presentan una disminución significativa de la resistencia al deslizamiento, también pueden aportar pruebas adicionales de que esto es así.

Es necesario adoptar una estrategia integral para evitar y tratar adecuadamente el desgaste del asfalto. Hay una serie de componentes que deben incorporarse a esta estrategia, entre ellos el diseño de la mezcla, los procedimientos de construcción y, en particular, el mantenimiento del pavimento. Durante el proceso de diseño de la mezcla, es de suma importancia asegurarse de que la cantidad de agregados y aglutinante sea la adecuada y que la gradación sea precisa.

De esta manera, se garantizará que el asfalto se distribuya de manera uniforme. Aunque es de suma importancia eliminar el uso excesivo de asfalto, es igualmente importante elegir un aglutinante que posea la viscosidad y la resistencia al flujo suficientes para ser utilizado en las circunstancias actuales.



Para obtener una estructura interna densa que sea resistente a la migración del asfalto, es fundamental lograr una compactación uniforme y adecuada de la mezcla asfáltica durante la construcción. Esta es la única forma de lograr una construcción exitosa. Proceda de la manera que se describe a continuación para garantizar que la capa sea gruesa. Además, es de suma importancia asegurarse de que la temperatura de la mezcla se controle estrictamente durante la aplicación para evitar que el asfalto se sature en exceso.

Algunos ejemplos de técnicas de mantenimiento que podrían ser necesarias para los pavimentos existentes son el fresado y la repavimentación. Estos son solo dos ejemplos de los tipos de técnicas que podrían ser necesarias. Una vez que se han eliminado las capas superficiales dañadas mediante el uso de estos métodos, se coloca una nueva capa de mezcla asfáltica que ha sido meticulosamente formulada.

La reducción del desgaste del asfalto y la mejora de la vida útil del pavimento son dos resultados muy deseables. Estos objetivos pueden alcanzarse mediante un monitoreo continuo y el uso de selladores de superficie, como selladores de arena o lechadas bituminosas. El uso de estos tratamientos permite crear una capa protectora capaz de absorber el exceso de asfalto y mejorar la rugosidad de la superficie. De este modo, el pavimento se vuelve más seguro y recupera su fricción con el paso del tiempo.

1.4. Deformaciones

- Ahuellamientos

El daño estructural y funcional que se produce en los pavimentos se denomina formado de roderas. La expresión «formado de roderas. En el caso de este tipo de degeneración, las ruedas del pavimento presentan deformaciones longitudinales persistentes, lo que se conoce más comúnmente como «formado de roderas. La acumulación de deformaciones plásticas causadas por cargas de tráfico repetitivas, especialmente las procedentes de vehículos grandes, es la causa de este fenómeno, que es especialmente frecuente en los pavimentos asfálticos. El surcado no solo afecta a la



calidad de la conducción y al confort de los conductores, sino que también puede poner en peligro la seguridad vial al aumentar el riesgo de aquaplaning. Esto ocurre cuando se acumula una cantidad excesiva de agua en los surcos en condiciones de lluvia.

El surco se debe a varios factores, algunos de los cuales están relacionados con el diseño de la mezcla asfáltica, la construcción, las condiciones del tráfico y el medio ambiente. En cuanto al diseño, una mezcla asfáltica que no esté correctamente proporcionada, que tenga una cantidad excesiva de asfalto o que tenga una gradación de áridos no aceptable puede ser más propensa a la deformación plástica. Otros factores que provocan la formación de roderas son las mezclas que contienen áridos de mala calidad, que no proporcionan el nivel de resistencia y estabilidad requerido. La temperatura del pavimento es un factor importante, ya que las altas temperaturas hacen que el asfalto pierda su viscosidad, lo que a su vez hace que la mezcla sea más propensa a sufrir deformaciones cuando se somete a carga.

En lo que respecta a la construcción, pueden quedar huecos si la mezcla de asfalto no se compacta adecuadamente o de forma desigual durante la instalación. Estos huecos pueden provocar una deformación plástica cuando se aplica la carga. Del mismo modo, el problema se agrava por la ausencia de un soporte subyacente suficiente, que puede ser una subbase o una sub calzada que no sea lo suficientemente resistente como para proporcionar la rigidez necesaria para soportar la distribución de las cargas del tráfico.

En el proceso de evaluación y medición de los surcos, se utilizan diversos procedimientos. Algunos de estos métodos incluyen inspecciones visuales y perfilometría. Mediante estas técnicas, es posible determinar la profundidad de los surcos, además de su perfil. Dado que permiten identificar los lugares que requieren intervención antes de que el deterioro del pavimento se agrave aún más, estas mediciones son de suma importancia para el mantenimiento del pavimento.

Es fundamental desarrollar un plan completo que abarque el diseño más eficaz de la mezcla asfáltica, las técnicas de construcción más adecuadas y el mantenimiento



preventivo más eficiente para reducir y erradicar los surcos. Esta es la única forma de lograr este objetivo. Solo con este método será posible alcanzar estos objetivos.

Con el fin de lograr el máximo nivel posible de estabilidad y resistencia a la deformación plástica, es fundamental utilizar agregados de alta calidad y preparar la mezcla de tal manera que la proporción de asfalto sea la adecuada. Se puede producir una mezcla más resistente al desgaste añadiendo modificadores de asfalto, como polímeros, a la mezcla asfáltica. Gracias a ello, las propiedades viscoelásticas de la mezcla mejoran como resultado de su presencia.

Con el fin de evitar la formación de surcos durante el proceso de construcción, es de suma importancia asegurarse de que las capas de asfalto se coloquen con la mayor precisión posible y que la compactación sea uniforme y adecuada. Además, es de suma importancia asegurarse de que las capas situadas debajo de la superficie, como la subbase y la subrasante, posean el nivel necesario de rigidez y resistencia para poder soportar las cargas provocadas por el tráfico.

Es posible eliminar las capas desgastadas y restaurar la integridad estructural del pavimento mediante el uso de técnicas de rehabilitación como el fresado y el reciclaje en caliente. Estos procesos son útiles en términos de mantenimiento, ya que permiten eliminar las capas desgastadas. La utilización de estrategias de rehabilitación es el medio por el cual se logran ambos objetivos. Otros factores que pueden contribuir a prolongar la vida útil del pavimento son la aplicación de capas de recubrimiento que incluyen mezclas mejoradas y la implementación de normas de control del tráfico que distribuyen las cargas de manera más uniforme por todo el pavimento.

- Baches

Estas depresiones, comúnmente conocidas como «baches», pueden estar causadas por el deterioro y la pérdida de material que se produce en la superficie de la carretera. Estas situaciones pueden hacer que las depresiones adopten diversas formas y profundidades, dependiendo de la profundidad y la forma de la depresión. Este fenómeno supone un obstáculo considerable para la gestión de la infraestructura vial, Tiene un efecto



perjudicial en la seguridad y la comodidad de quienes utilizan la carretera, aumenta los gastos de mantenimiento y, si no se repara de manera eficaz, puede causar daños más graves al pavimento. Hay una serie de factores, entre los que se incluyen la antigüedad del pavimento, el exceso de tráfico, las malas condiciones meteorológicas y la infiltración de agua, que influyen en la aparición de baches. A continuación, se enumeran algunos de estos factores.

Como resultado de la oxidación del aglutinante que se produce durante el proceso de envejecimiento del pavimento, especialmente en las mezclas asfálticas, el aglutinante adquiere un aspecto más frágil y duro. Como consecuencia, se agrieta con mayor frecuencia cuando se ve sometido a tensiones provocadas por variables como las fluctuaciones de temperatura y el tráfico.

La formación de baches depende de la penetración del agua, que se convierte en un factor clave cuando aparecen grietas. Las grietas en el pavimento permiten que el agua penetre en las capas inferiores, donde puede acumularse y, con el tiempo, debilitar la base y la subbase. Las fisuras se agravan por la expansión y contracción del agua que se produce durante los ciclos de congelación-descongelación.

La formación de baches requiere que el material asfáltico se desintegre, lo que se debe a la acumulación de tensiones adicionales provocadas por la conducción pesada y repetitiva sobre estos lugares que se han debilitado. Uno de los factores que contribuye al desplazamiento del material suelto es la acción de los neumáticos de los automóviles, especialmente cuando el vehículo circula a gran velocidad o mientras frena. Esto hace que el bache se vuelva más ancho y profundo con el tiempo.

La reparación de baches es un proceso esencial, pero difícil, en el ámbito del mantenimiento de pavimentos. Existen diversos tratamientos de reparación, que van desde soluciones temporales hasta permanentes. Las reparaciones que son simplemente temporales, como rellenar baches con mezcla asfáltica en frío, se pueden realizar rápidamente y prácticamente en cualquier condición climática; sin embargo, suelen ser menos duraderas que las reparaciones más permanentes.



Fresar la zona afectada, limpiar los bordes del bache, aplicar una capa de imprimación para favorecer la adhesión y rellenar el bache con una mezcla de asfalto caliente bien compactada son los pasos habituales para realizar reparaciones permanentes. Es imprescindible tomar cada una de estas medidas para garantizar que el bache se repare de forma permanente. Seguir este procedimiento garantiza que la reparación dure más tiempo y que la superficie quede más uniforme.

Es fundamental combinar procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo para lograr el resultado deseado de evitar la formación de baches. Además de impedir que el agua penetre en el pavimento, la técnica de sellado de grietas, que es un método eficaz, prolonga la vida útil del pavimento. Además, es muy necesario realizar tareas de mantenimiento rutinarias, como la aplicación de revestimientos superficiales y la renovación del asfalto.

Para garantizar que el pavimento siga conservando su flexibilidad y resistencia. Para evitar que el agua se acumule en las carreteras y reducir la probabilidad de daños provocados por los ciclos de congelación-descongelación, también es fundamental contar con un sistema eficaz de gestión del drenaje.

- Corrugaciones

En los pavimentos, el surcado, también conocido como ondulaciones transversales o «washboarding», es una deformación longitudinal que se manifiesta en la superficie del pavimento. Se caracteriza por crestas y valles paralelos a la dirección en la que se mueve el tráfico. Especialmente en las zonas del pavimento sometidas a fuertes cargas y frenadas repetidas, este tipo de deterioro está muy extendido en las carreteras y los pavimentos de los aeropuertos. Varias variables, como la acción de los neumáticos sobre la superficie, la deformación plástica repetida de la mezcla asfáltica y las malas condiciones meteorológicas, son responsables de la oxidación. El surcado es el resultado de una combinación de estos elementos.

Una de las principales causas del surcado es la deformación persistente de la mezcla asfáltica que se produce cuando se somete a cargas direccionales. Las fuerzas



horizontales provocadas por el tráfico intenso y las frenadas frecuentes pueden deformar el pavimento en las zonas donde la mezcla asfáltica es más propensa a la deformación plástica. Esto ocurre porque el pavimento está sometido a estas cargas.

La acumulación de distorsiones puede dar lugar a la producción de ondulaciones, que son un patrón específico que se puede identificar por la formación de crestas y valles idénticos a las huellas que dejan los neumáticos.

Los baches también pueden empeorar por factores meteorológicos como la temperatura y la humedad, que pueden agravar aún más el problema. El tráfico puede complicar mucho más la situación, lo que añade otra capa de complejidad al escenario. La aplicación de calor al asfalto puede ablandarlo, lo que aumenta su fluidez y facilita su deformación. Esto ocurre cuando el asfalto se somete a carga, la integridad estructural del pavimento puede verse comprometida por las variaciones en el contenido de humedad del suelo, lo que puede agravar aún más los fenómenos de deformación plástica.

Las ondulaciones pueden analizarse y medirse mediante procedimientos relacionados con la perfilometría. Con este tipo de métodos, es posible determinar la profundidad y la longitud de las crestas y los valles que se observan en todo el pavimento. Para determinar el alcance del problema y desarrollar planes de mantenimiento eficaces, es necesario recopilar estas mediciones.

Para controlar y evitar la formación de surcos, es necesario adoptar un enfoque exhaustivo. Entre los aspectos importantes de esta estrategia se incluyen la selección de una mezcla asfáltica adecuada, la implementación de métodos de construcción que minimicen la compactación desigual y la implementación de procedimientos de mantenimiento preventivo. En el campo del diseño, es de suma importancia elegir una mezcla asfáltica que posea suficientes cualidades viscoelásticas y reduzca la cantidad de deformación plástica que se produce cuando el material se somete a carga.

Durante el proceso de construcción, es fundamental asegurarse de que el pavimento se compacte de manera adecuada y uniforme. Esto ayudará a minimizar la formación de surcos. Además, realizar reparaciones rutinarias del pavimento, como el



sellado de grietas y el recubrimiento de la superficie, puede ayudar a preservar la integridad estructural del pavimento y a ralentizar la progresión de los surcos en el mismo.

- Desplazamiento del borde

Es necesario comprender de manera integral los factores que contribuyen al desplazamiento de los bordes en los pavimentos e implementar estrategias eficaces de diseño, construcción y mantenimiento para prevenir este tipo de deterioro y garantizar que los pavimentos sean seguros y duraderos en diversas condiciones de tráfico y ambientales.

- Piel de cocodrilo

Es fundamental adoptar un enfoque integral para gestionar adecuadamente la infraestructura vial. Este enfoque no solo debe abordar las causas subyacentes del deterioro, sino que también debe abordar soluciones eficaces de reparación y mantenimiento preventivo. Esto es importante para garantizar la administración adecuada de la infraestructura vial. Para resolver el creciente problema de las grietas en forma de cocodrilo en los pavimentos, es necesario tomar medidas.

- Grietas longitudinales

En lo que respecta a la gestión de la infraestructura vial, hay un problema importante que debe abordarse, y ese problema es la aparición de fracturas longitudinales en los pavimentos. Es necesario implementar una estrategia integrada para abordar este desafío de manera eficaz. Es necesario que esta estrategia tenga en cuenta los factores fundamentales que contribuyen al deterioro e implemente soluciones eficientes en las áreas de diseño, construcción y mantenimiento preventivo.

- Grietas transversales

Las grietas transversales en los pavimentos suponen una grave dificultad para los responsables de la gestión de las infraestructuras viarias. Para superar este obstáculo, es esencial poner en marcha una estrategia integral que tenga en cuenta los factores que provocan el deterioro del pavimento y emplee enfoques eficaces en términos de diseño, construcción y mantenimiento preventivo.

- Grietas de reflexión

Es fundamental adoptar un enfoque holístico que aborde tanto las causas subyacentes de la degradación como soluciones eficaces de rehabilitación y mantenimiento preventivo para combatir el agrietamiento por reflexión en los pavimentos, lo cual supone un reto crítico en la gestión de las infraestructuras viarias. Esto es lo que se necesita para abordar este problema. Para prevenir el agrietamiento por reflexión, esto es absolutamente necesario.

- Grietas de bloque

La aparición de grietas en el pavimento supone un obstáculo importante para la gestión de la infraestructura vial. Es necesario contar con una estrategia integral que tenga en cuenta los elementos que contribuyen al deterioro del pavimento e implemente soluciones eficaces para la rehabilitación y el mantenimiento preventivo, a fin de poder superar esta dificultad. Es fundamental aplicar técnicas de gestión de pavimentos de última generación y emplear tecnología punta para garantizar la durabilidad y la seguridad de los pavimentos ante factores cambiantes, como las condiciones ambientales y las necesidades del tráfico.

1.5. Reparación

- Barrido de carreteras y bermas

La operación conocida como «barrido», que es un componente esencial del mantenimiento de las carreteras, tiene como objetivo principal la eliminación de basura y otros elementos indeseables de la superficie de la carretera y las zonas cercanas. El procedimiento para el mantenimiento de la superficie de la carretera incluye la realización de esta acción como parte del proceso.

Este enfoque no solo busca mejorar el atractivo estético de las carreteras, sino que también pretende garantizar la seguridad de los usuarios eliminando cualquier riesgo potencial y preservando la funcionalidad estructural del material del pavimento a lo largo del tiempo.



Cuando se utilizan las carreteras, se puede acumular una gran variedad de residuos, lo que puede poner en peligro tanto la fiabilidad del pavimento como la seguridad de las carreteras. Esta categoría de residuos incluye componentes que se han vertido al medio ambiente como consecuencia de accidentes o derrames de carga. Los escombros, la tierra suelta, las hojas y otros residuos vegetales constituyen otros tipos de basura que se incluyen en esta categoría. Además, los residuos de vehículos y neumáticos también se incluyen en este grupo.

La presencia de estos materiales no solo puede provocar la obstrucción de los desagües y los sistemas de drenaje, lo que a su vez aumenta la probabilidad de acumulación de agua y aquaplaning, sino que también puede dañar la integridad del pavimento y acelerar el proceso de corrosión que se produce en la superficie de la carretera.

Para llevar a cabo el proceso de barrido, se utiliza maquinaria especializada. Las barredoras mecánicas y los camiones equipados con cepillos giratorios y sistemas de succión son ejemplos de maquinaria que pueden entrar en esta categoría. Con la ayuda de este equipo, es posible limpiar eficazmente la superficie de la carretera y los arcenes, y se pueden retirar los residuos sin causar más daños ni debilitar la integridad del pavimento.

Además, el barrido periódico contribuye a la preservación de la calidad del agua y la salud medioambiental, ya que evita que los contaminantes lleguen a las masas de agua circundantes a través de la escorrentía superficial.

En lo que respecta al proceso de barrido, el mantenimiento de los arcenes también es muy importante. Los arcenes no solo funcionan como zona de amortiguación entre la carretera y el terreno que la rodea, sino que también pueden servir como lugares para situaciones de emergencia o para controlar la erosión. Se mejora el aspecto visual de los arcenes barridos y también se evita la acumulación de vegetación y materiales indeseados que podrían bloquear el flujo de agua y dañar la estabilidad del suelo cercano a los arcenes.

- Sellos asfálticos

Con el fin de mejorar y prolongar la vida útil de las carreteras y autopistas, los sellados asfálticos son tratamientos superficiales que se aplican a los pavimentos. Como parte de estos tratamientos, se aplica una fina capa de material asfáltico a la superficie del pavimento existente. El objetivo principal de estos tratamientos es restaurar las cualidades mecánicas del pavimento y preservar la capa base de los impactos dañinos del tráfico y el medio ambiente.

En superficies desgastadas por el tráfico y la exposición prolongada a las condiciones ambientales, la aplicación de capas de sellado asfáltico se justifica principalmente con el fin de preservar los pavimentos que se encuentran en buenas condiciones estructurales. Es fundamental evitar la infiltración y el deterioro prematuro del pavimento, y estos tratamientos no solo mejoran el aspecto de la superficie del pavimento, sino que también ayudan a aumentar la resistencia al deslizamiento y a reducir la incursión de agua en las capas inferiores.

Los distintos tipos de selladores asfálticos disponibles dependen, en parte, de la composición del material utilizado y del método empleado para aplicar el sellador. Uno de los tipos más frecuentes de selladores son los recubrimientos adhesivos, que se aplican a diferentes capas del pavimento con el fin de mejorar la adhesión entre ellas antes de añadir una nueva capa de asfalto. Además, estos selladores pueden modificarse con polímeros para mejorar sus propiedades adhesivas y garantizar que sigan resistiendo el paso del tiempo para siempre.

Existen diversos tratamientos superficiales disponibles, incluyendo recubrimientos adhesivos, así como otros tratamientos superficiales sencillos, como la pulverización de asfalto, que consiste en aplicar una fina capa de asfalto diluido sobre el pavimento ya existente. En general, el objetivo de este tratamiento es aumentar la impermeabilidad y la protección de la superficie del pavimento, así como restaurar el color negro tradicional del asfalto. Además, el objetivo general es restaurar el color negro del asfalto.

También existe un tipo de sellado asfáltico conocido como tratamientos superficiales modificados. Con el fin de mejorar la resistencia del pavimento al desgaste y la deformación, estos tratamientos se aplican al pavimento. Estos tratamientos incluyen mezclas asfálticas que incorporan polímeros o fibras. La eficacia de estos tratamientos los hace adecuados para su uso en zonas con gran volumen de tráfico o pavimentos susceptibles a diferentes tipos de condiciones climáticas.

Hay una serie de factores que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir el sellador de asfalto adecuado. Entre ellos se incluyen el tipo y el estado del pavimento existente, las condiciones meteorológicas de la zona y el volumen de tráfico previsto. Antes de proceder con cualquier reparación, es absolutamente necesario realizar un examen exhaustivo del pavimento. El objetivo es asegurarse de que el sellador de asfalto elegido sea adecuado para el pavimento y que tenga la capacidad de lograr los efectos requeridos.

- Imprimación asfáltica

Tanto en la fase de construcción como en la de mantenimiento, la preparación del asfalto utilizando los métodos adecuados es una etapa esencial. Durante el proceso de preparación del sustrato, esta capa de imprimación es responsable de una serie de funciones que son absolutamente necesarias. Entre estas funciones se encuentra la mejora de las cualidades mecánicas y la resistencia a la penetración del agua. Como consecuencia, garantiza que la capa base y la capa final de asfalto se adhieran entre sí de manera adecuada.

La imprimación es una técnica diseñada para mejorar la adhesión entre las capas del pavimento y proporcionar una superficie consistente y cohesionada para la aplicación de la capa de rodadura. El objetivo principal de la imprimación es lograr un mayor nivel de resistencia a la segregación y al desplazamiento del material durante el proceso de compactación y el movimiento posterior de los vehículos, El proceso que se está llevando a cabo consiste en permitir que el asfalto líquido penetre en los poros de la base granular. Esto da como resultado una mayor resistencia a ambos desafíos. El resultado es la



formación de un enlace químico y mecánico, que finalmente conduce a un aumento de la resistencia del material a los elementos que se están discutiendo.

Para ello, se utiliza maquinaria especializada, como esparcidores de asfalto equipados con boquillas pulverizadoras que pueden modificarse para controlar el espesor del asfalto y su cobertura. La preparación exhaustiva de la superficie de la base es un paso fundamental antes de la aplicación. Esta preparación debe incluir la eliminación de cualquier resto de polvo, suciedad y objetos sueltos que puedan afectar a la calidad de la adhesión. Además, es necesario asegurarse de que la temperatura y las condiciones meteorológicas del entorno sean adecuadas para favorecer el proceso de curado y la penetración del material de imprimación en la base granular.

La naturaleza y el estado de la base granular, las condiciones climáticas de la zona y los requisitos del proyecto son algunas de las consideraciones clave que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar la imprimación más adecuada para el trabajo. Las imprimaciones pueden ser emulsiones asfálticas diluidas con agua, emulsiones tratadas con polímeros para mejorar la resistencia a la humedad y la segregación, o incluso asfaltos fluidificados diluidos con disolvente para que puedan curarse y penetrar más rápidamente en climas más fríos.

Para preservar la integridad estructural y prolongar la vida útil del pavimento, es fundamental que la imprimación asfáltica no solo aumente la adherencia entre las capas del pavimento, sino que también actúe como barrera impermeable que impida que el agua acceda a las capas inferiores a través de las que se aplica. Además, ofrece una superficie uniforme y constante, lo cual es esencial para la aplicación de la capa de rodadura final. Esto garantiza que el acabado sea de alta calidad y duradero.

1.5. Diseño de mezcla asfáltica en caliente

Parte del proceso de diseño del asfalto mezclado en caliente, que es un procedimiento técnico importante en el campo de la ingeniería de pavimentos, consiste en la selección y disposición de los componentes para producir una mezcla asfáltica que



satisfaga los requisitos especificados de resistencia, durabilidad y rendimiento en condiciones de tráfico y climáticas. Esta es una parte esencial del proceso.

Con el fin de garantizar que el pavimento sea de la mayor calidad y rendimiento posibles, así como para asegurar que sea capaz de soportar los efectos del envejecimiento y la deformación, es necesario aplicar este método.

Durante la primera etapa del proceso de diseño del asfalto mezclado en caliente, el primer paso es la selección de los agregados, que pueden incluir piedra triturada, arena y grava, así como minerales finos como el polvo de piedra.

Para garantizar que estos agregados tengan la resistencia adecuada y una buena adherencia al ligante asfáltico, deben cumplir con especificaciones estrictas en cuanto a su tamaño, forma, resistencia y abrasividad.

El objetivo principal del aglutinante asfáltico, que puede ser asfalto residual, asfalto diluido o emulsión asfáltica, es proporcionar la cohesión necesaria a la mezcla y unir los agregados. Este aglutinante también se conoce como ligante asfáltico. El componente absolutamente necesario es el ligante asfáltico.

La elección del tipo y grado del ligante asfáltico viene determinada por factores como la temperatura del entorno, el volumen de tráfico previsto y las condiciones climáticas de la zona. El objetivo es garantizar que la mezcla posea la viscosidad y flexibilidad adecuadas para resistir la deformación provocada por cargas repetidas y cambios de temperatura.

La siguiente fase en el proceso de diseño del asfalto mezclado en caliente consiste en identificar el porcentaje óptimo de agregados y ligante asfáltico. Este paso se lleva a cabo después de haber seleccionado los materiales que se van a utilizar. El método Marshall y el método Superpave son dos ejemplos de metodologías de diseño que se pueden utilizar en el laboratorio para lograr este objetivo.

La resistencia a la compresión, la estabilidad, la durabilidad y la resistencia a la deformación de la mezcla se evalúan utilizando estos métodos en diversas condiciones de



carga y temperatura. Esto se hace para garantizar que la mezcla cumpla con los parámetros técnicos y de rendimiento críticos que se requieren.

Durante el proceso de diseño del asfalto mezclado en caliente se tienen en cuenta aditivos y modificadores adicionales, como polímeros, fibras y agentes rejuvenecedores. Estos son solo algunos ejemplos. Además de proporcionar un mayor nivel de resistencia a la oxidación y al envejecimiento por fatiga, estos aditivos y modificadores tienen el potencial de mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad de la mezcla.

Por otro lado, la mezcla se genera en una fábrica de asfalto, donde los agregados y el aglutinante asfáltico se mezclan y se calientan a la temperatura adecuada para el pavimentado. Una vez creada la mezcla, ya está lista para su fabricación. Después de suministrar y esparcir la mezcla calentada sobre la superficie de pavimentación designada, se utiliza equipo especializado, como pavimentadoras, para lograr la densidad y homogeneidad adecuadas. Como resultado, se logra una compactación de un nivel aceptable.

1.6. Diseño Marshall

El diseño de mezclas Marshall es un proceso muy utilizado en la ingeniería de pavimentos. Se emplea para fabricar mezclas asfálticas destinadas a cumplir requisitos específicos de resistencia y durabilidad en diversas condiciones de tráfico y climáticas.

El objetivo principal de este método es establecer la composición adecuada de una mezcla asfáltica. Esto se logra mediante la realización de experimentos de laboratorio que evalúan la resistencia a la compresión, la estabilidad y la capacidad de resistir la deformación permanente de una mezcla asfáltica.

En su composición se incluyen tanto minerales finos, como el polvo de piedra, como minerales gruesos, como la grava, la arena y la piedra triturada. Entre los minerales finos se encuentra el polvo de piedra. Para garantizar una mezcla resistente y duradera, es muy importante que estos agregados cumplan con criterios estrictos en cuanto a su tamaño, forma y propiedades mecánicas generales.



El siguiente paso en el proceso para proporcionar la cohesión necesaria para soportar los efectos de las condiciones climáticas y las cargas de tráfico es identificar la cantidad óptima de ligante asfáltico necesaria para recubrir y unir los agregados. Esto se hace con el fin de producir la cohesión adecuada. El ligante asfáltico puede ser asfalto modificado con polímeros, asfalto diluido o emulsión asfáltica, dependiendo de las condiciones ambientales y los requisitos del proyecto de diseño.

Marshall se sometió a una serie de modificaciones en la temperatura y la energía de compactación con el fin de simular el proceso de colocación in situ donde se estaba colocando el material. La estabilidad de la combinación, su fluidez, su densidad teórica máxima y el contenido óptimo de aglutinante se determinaron mediante una serie de experimentos de laboratorio que se llevaron a cabo posteriormente.

Como resultado de las pruebas de laboratorio, se obtiene información crucial que puede utilizarse para ajustar la composición de la mezcla, mejorando así sus atributos mecánicos y de rendimiento. Es necesario realizar cambios en la proporción de agregados, la cantidad de ligante asfáltico y la posibilidad de añadir aditivos o modificadores para aumentar la adhesión, la resistencia a la fatiga y la resistencia a la oxidación y al envejecimiento. Esto se hace con el fin de obtener los resultados deseados.

Una de las responsabilidades más importantes del diseño de Marshall es garantizar que la mezcla asfáltica cumpla con los requisitos técnicos y de rendimiento que son esenciales para la aplicación concreta del pavimento. De este modo, se garantiza que la superficie sea segura, duradera y requiera un mantenimiento mínimo.

La aplicación perfecta de este método no solo maximiza el retorno de la inversión en infraestructura vial, sino que también contribuye a la seguridad y comodidad de los usuarios al crear una superficie uniforme que mantiene su durabilidad a lo largo del tiempo.



3.8 Validación y de instrumentos y confiabilidad

3.8.1 Validación de instrumentos

- La validación de los instrumentos se llevó a cabo mediante pruebas in-situ en pavimentos y análisis en laboratorio de suelos y pavimentos.

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

- La confiabilidad fue evaluada por cada encargado, según su área de especialización, y directamente en el campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

4.1.1 Características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida puno

Características de la calicata 1

Tabla 2

Granulometría calicata 01

Tamices Astm	Abertura Mm	Peso Retenido	%retenido Parcial	%retenido Acumulado	% que Pasa
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	121.00	12.10	12.10	87.90
3/8"	9.500	95.00	9.50	21.60	78.40
No4	4.750	59.00	5.90	27.50	72.50
No10	2.000	56.00	5.60	33.10	66.90
No20	0.850	41.00	4.10	37.20	62.80
No40	0.425	32.00	3.20	40.40	59.60
No100	0.150	65.00	6.50	46.90	53.10
No200	0.075	125.00	12.50	59.40	40.60
Base		406.00	40.60	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		
% perdida		40.60			

Figura 15

Curva granulométrica calicata 01

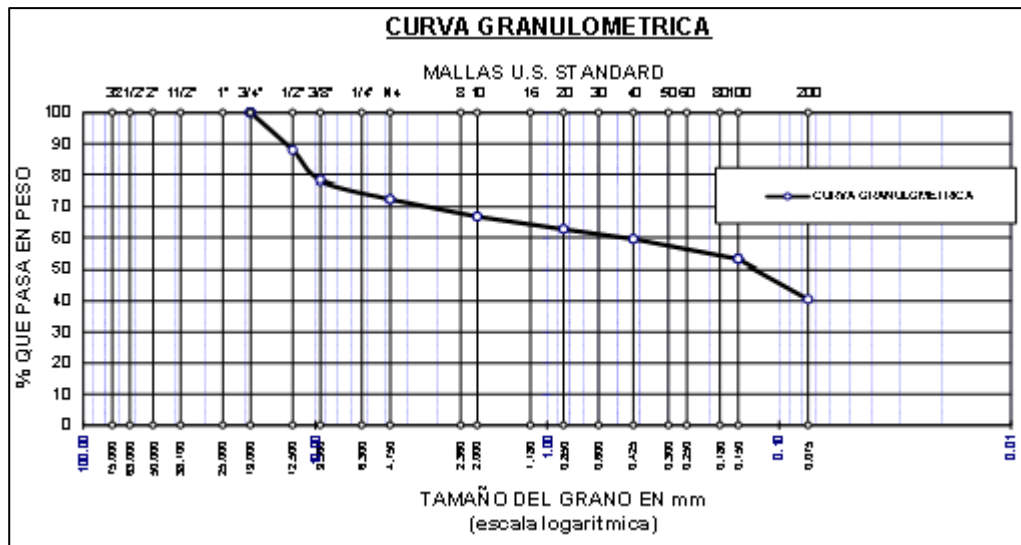


Tabla 3

Características del tipo de suelo – calicata 01

Características del tipo de suelo - Calicata 01	
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	72.50 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	40.60 %
D60:	0.51 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Tabla 4

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 01

		Limite líquido			Limite plástico	
		1	2	3	A	B
Tarro N°						
Suelo humedo + tarro	Gr	26.58	30.23	31.13	8.65	9.36
Suelo seco + tarro	Gr	25.58	27.54	28.26	8.21	8.36
Peso del tarro	Gr	21.00	21.00	21.00	4.14	4.14
Peso del agua	Gr	1.00	2.69	2.87	0.44	1.00
Peso del suelo seco	Gr	4.58	6.54	7.26	4.07	4.22
Humedad %	%	21.83	41.13	39.53	10.81	23.70
Limite líquido	:	33.17	limite plástico	:	17.25	
		Índice plástico:	15.92			

Figura 16

Abaco de Casagrande - calicata 01

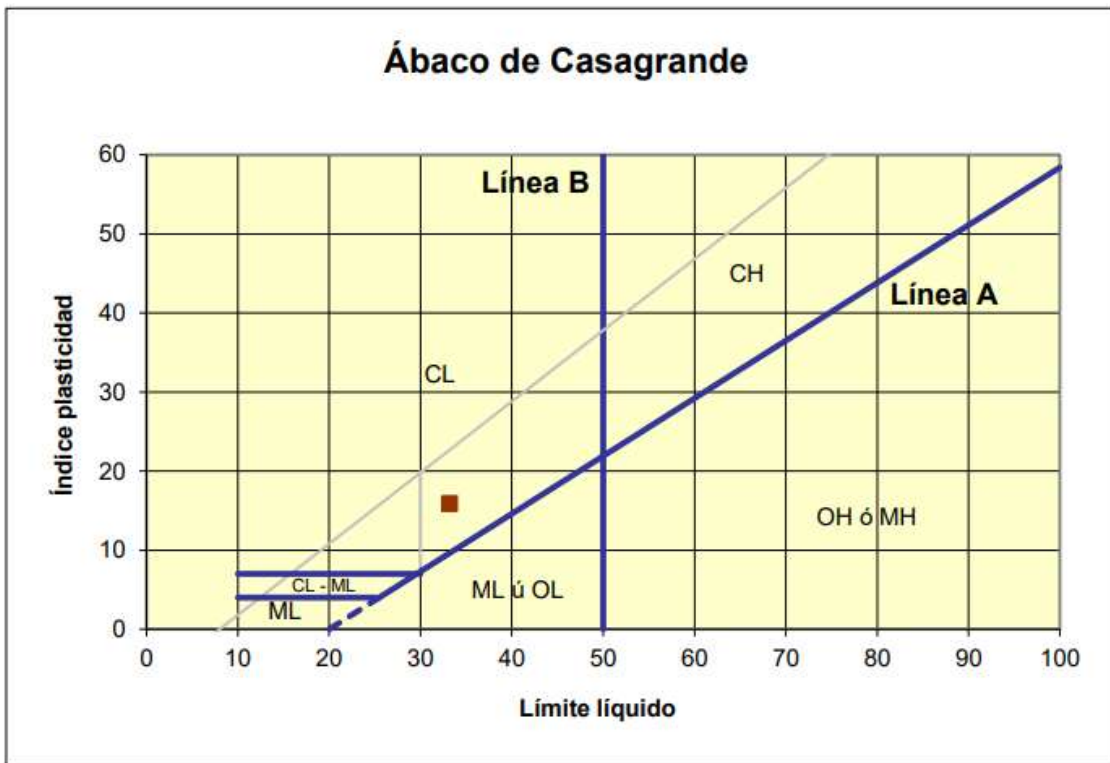


Figura 17

Clasificación AASHTO - calicata 01

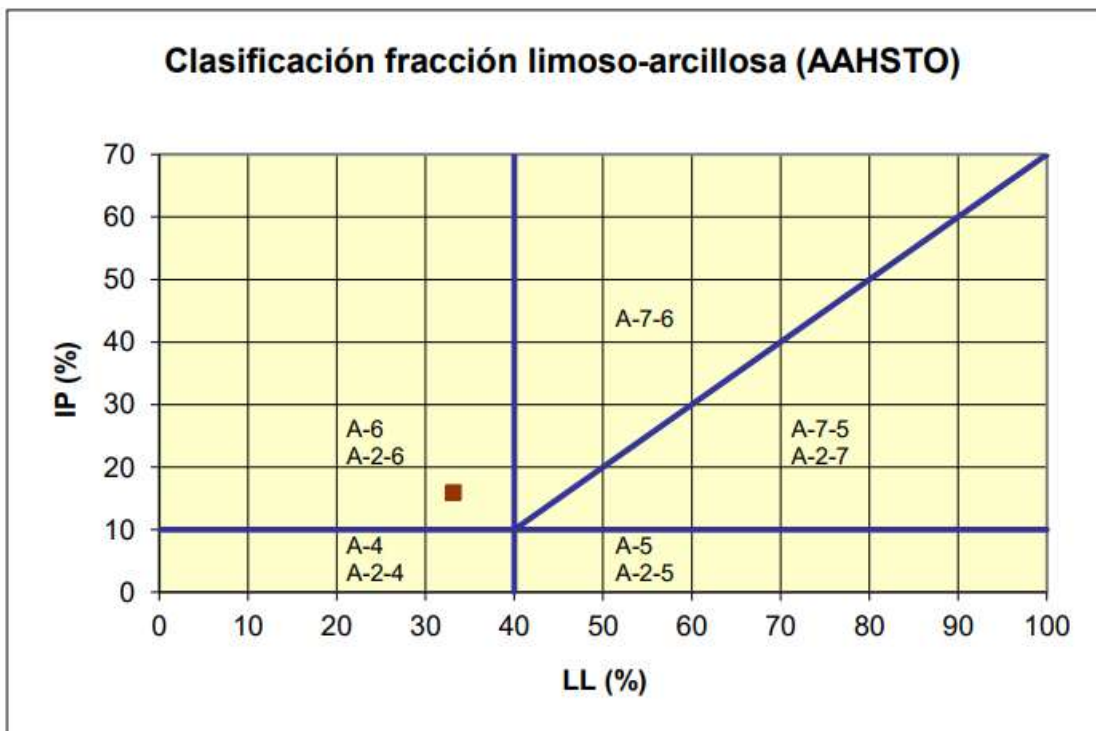


Tabla 5

Metodo de compactación – Calicata 01

METODO DE COMPACTACIÓN - CALICATA 01	
Maxima densidad seca (gr/cm3.)	: 1.904
Humedad optima (%)	: 14.09
CBR al 100 de M.D.S. (%)	: 26.93
CBR al 95% de M.D.S. (%)	: 20.68
Clasificación SUCS	: SC
AASHTO	: A-6
IG	: 2

Figura 18

Curva de compactación - Calicata 01

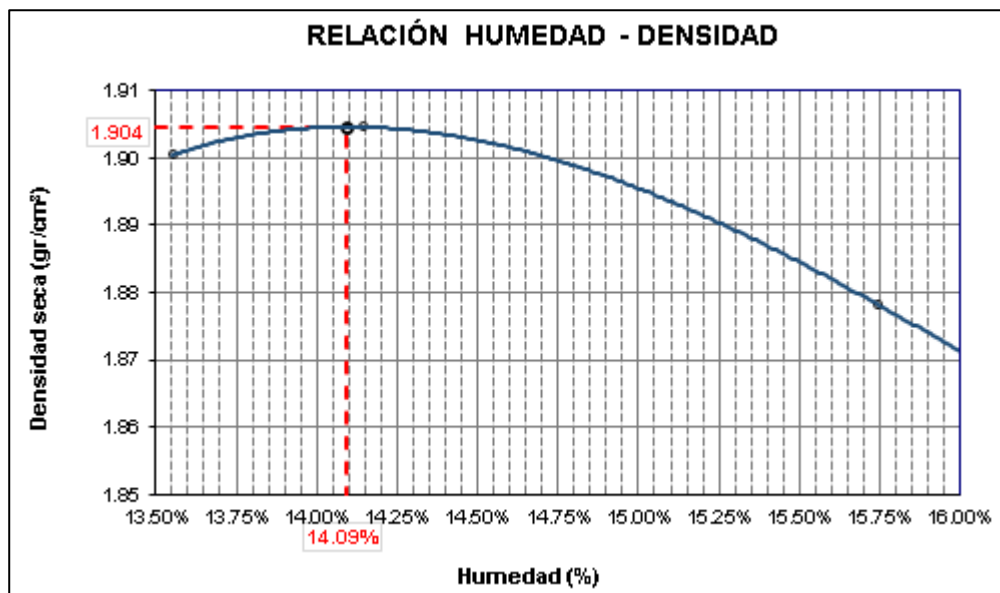


Figura 19

Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 01

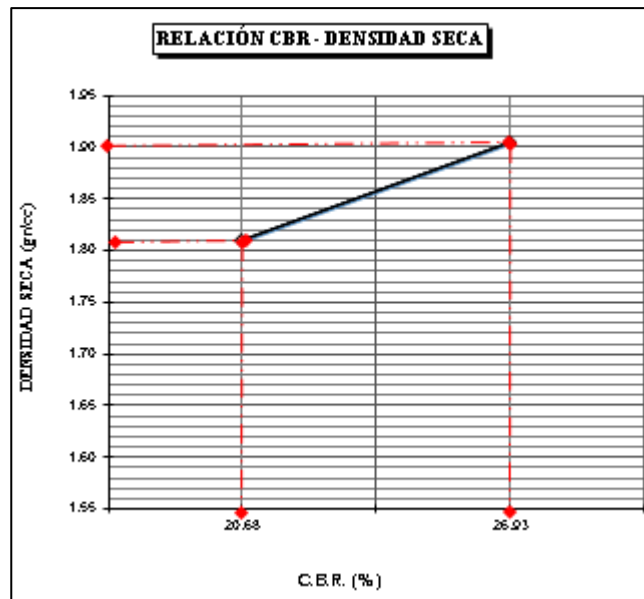
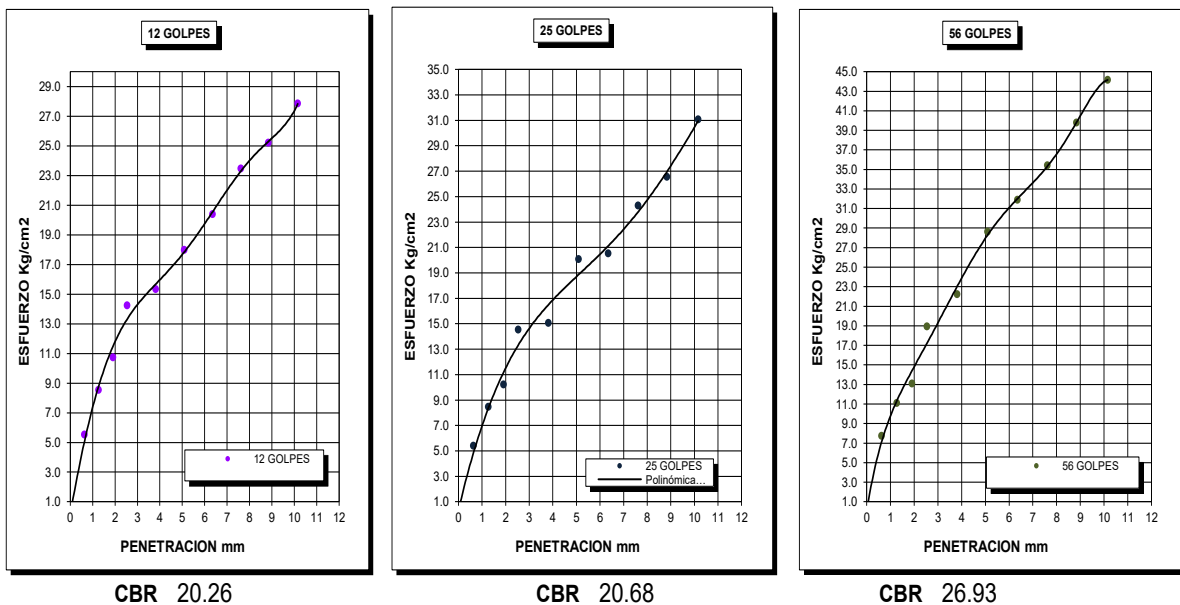


Figura 20

Numero de golpes en 3 capas - Calicata 01



Características de la calicata 2

Tabla 6

Granulometría calicata 02

Tamices Astm	Abertura Mm	Peso Retenido	%retenido Parcial	%retenido Acumulado	% que Pasa
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	85.00	8.50	8.50	91.50
3/8"	9.500	65.00	6.50	15.00	85.00
No4	4.750	98.00	9.80	24.80	75.20
No10	2.000	78.00	7.80	32.60	67.40
No20	0.850	45.00	4.50	37.10	62.90
No40	0.425	65.00	6.50	43.60	56.40
No100	0.150	85.00	8.50	52.10	47.90
No200	0.075	232.00	23.20	75.30	24.70
Base		247.00	24.70	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		
% perdida		24.70			

Figura 21

Curva granulométrica calicata 02

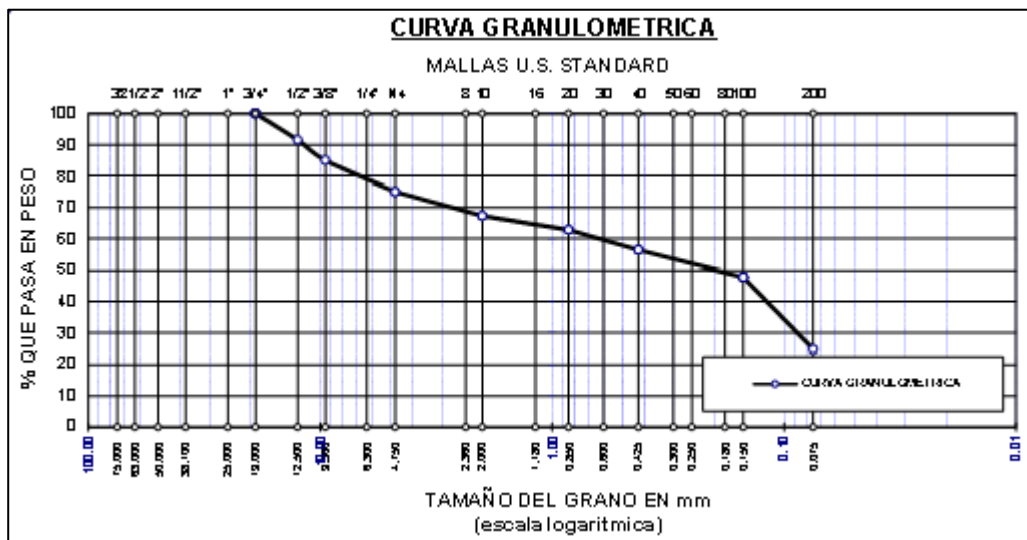


Tabla 7*Características del tipo de suelo – calicata 02*

Características del tipo de suelo - Calicata 02	
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	75.20 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	24.70 %
D60:	0.87 mm
D30:	0.10 mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Tabla 8*Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 02*

Tarro N°		Limite liquido			Limite plástico	
		4	5	6	C	D
Suelo humedo + tarro	Gr	49.54	50.32	50.27	12.86	12.02
Suelo seco + tarro	Gr	44.25	44.81	44.81	11.67	11.81
Peso del tarro	Gr	30.01	30.01	30.01	6.36	6.36
Peso del agua	Gr	5.29	5.51	5.46	1.19	0.21
Peso del suelo seco	Gr	14.24	14.8	14.8	5.31	5.45
Humedad %	%	37.15	37.23	36.89	22.41	3.85
Limite liquido	:	36.26	Limite plástico	:		13.13
	Índice plástico	:		23.13		

Figura 22

Abaco de Casagrande - calicata 02

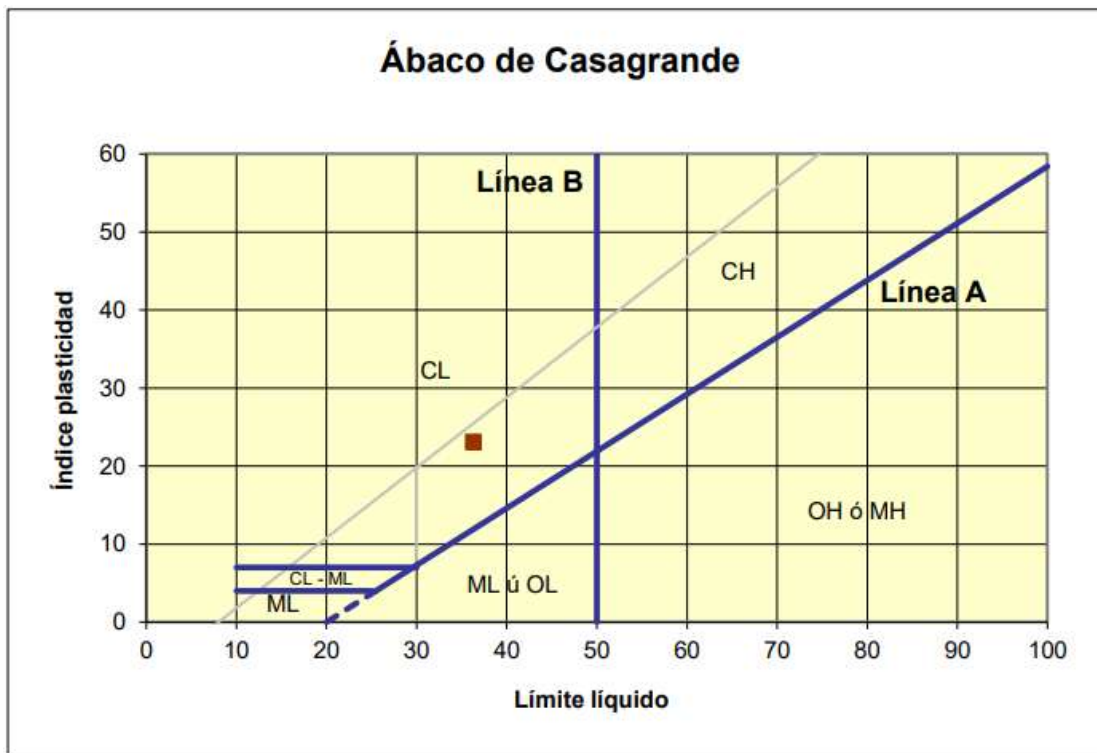


Figura 23

Clasificación AASHTO - calicata 02

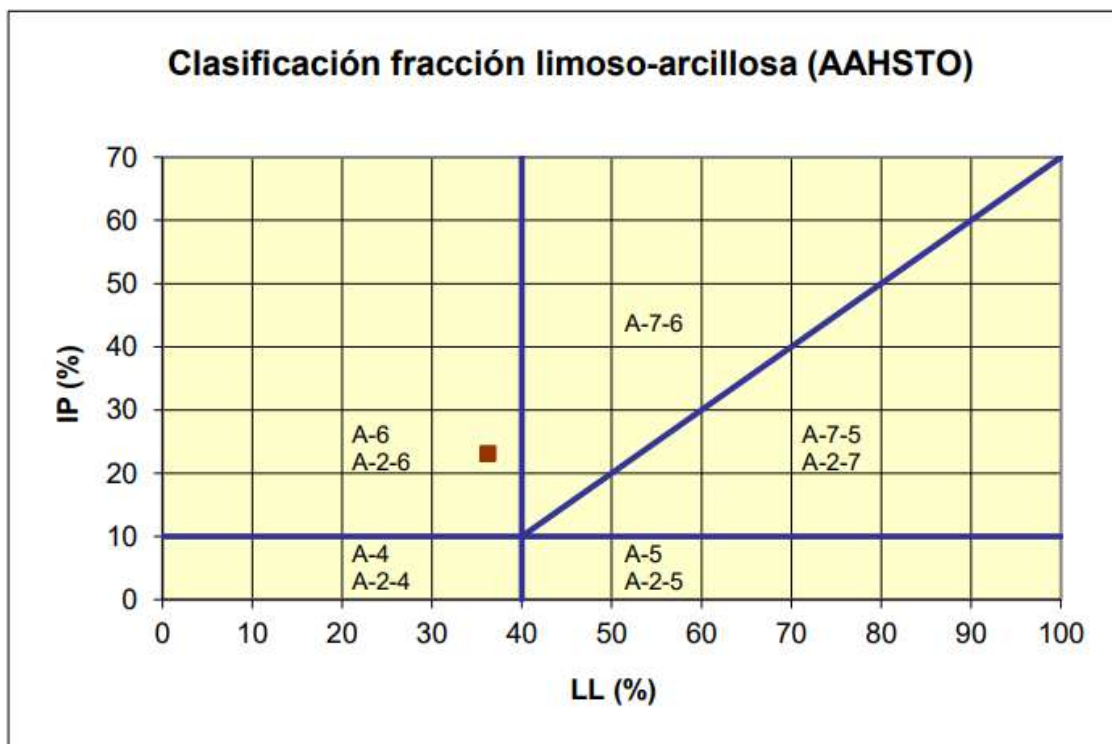


Tabla 9

Metodo de compactación – Calicata 02

METODO DE COMPACTACIÓN - CALICATA 02	
Maxima densidad seca (gr/cm ³ .)	: 1.905
Humedad optima (%)	: 14.10
CBR al 100 de M.D.S. (%)	: 31.01
CBR al 95% de M.D.S. (%)	: 24.46
Clasificación SUCS	: SC
AASHTO	: A-6
IG	: 2

Figura 24

Curva de compactación - Calicata 02

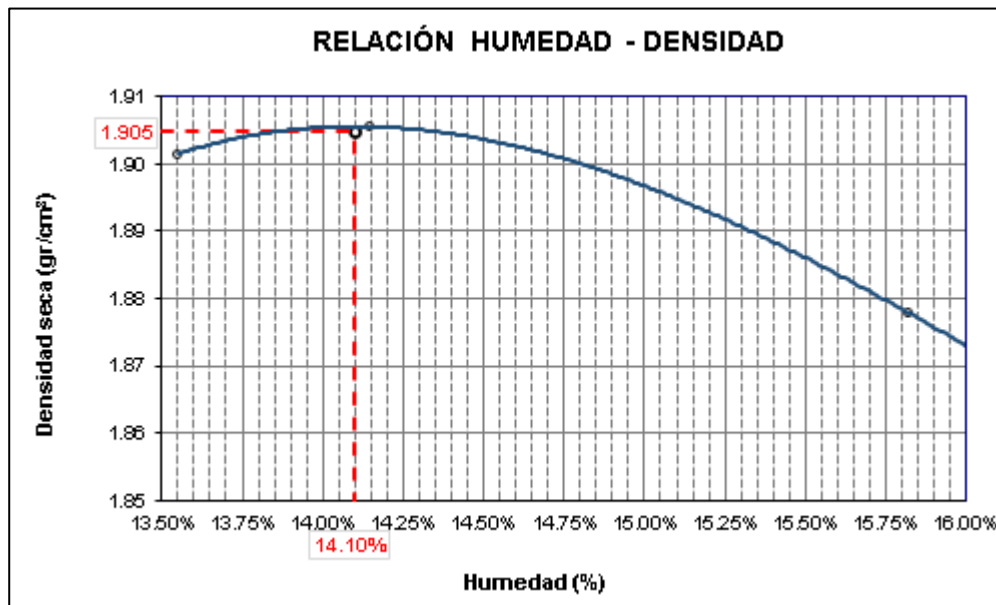


Figura 25

Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 02

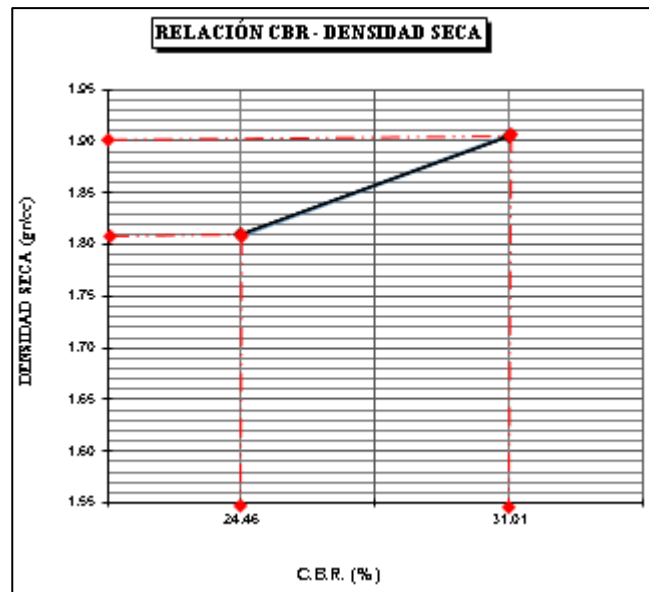
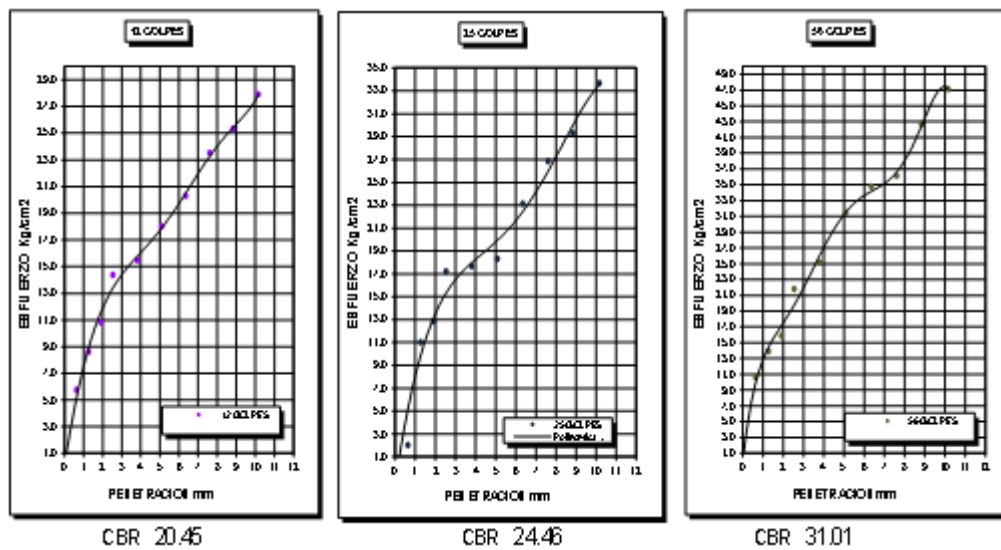


Figura 26

Numero de golpes en 3 capas - Calicata 02



Características de la calicata 3

Tabla 10

Granulometría calicata 03

Tamices Astm	Abertura Mm	Peso Retenido	%retenido Parcial	%retenido Acumulado	% que Pasa
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	56.00	5.60	5.60	94.40
3/8"	9.500	112.00	11.20	16.80	83.20
No4	4.750	58.00	5.80	22.60	77.40
No10	2.000	78.00	7.80	30.40	69.60
No20	0.850	95.00	9.50	39.90	60.10
No40	0.425	74.00	7.40	47.30	45.40
No100	0.150	65.00	6.50	53.80	66.48
No200	0.075	74.00	7.40	61.20	57.43
Base		388.00	38.80	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		
% perdida		38.80			

Figura 27

Curva granulométrica calicata 03

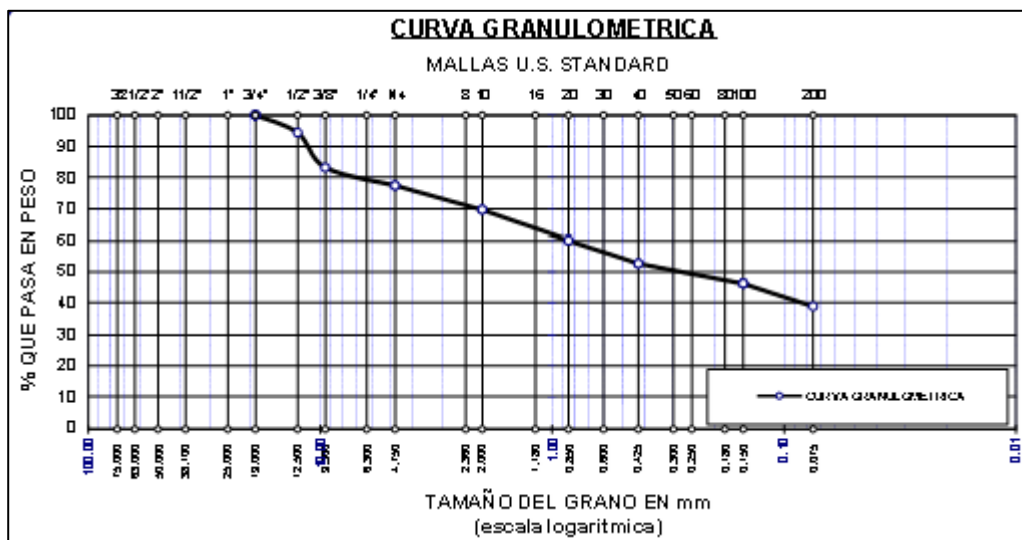




Tabla 11

Características del tipo de suelo – calicata 03

Características del tipo de suelo - Calicata 03	
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	77.40 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	38.80 %
D60:	1.24 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Tabla 12

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 03

Tarro N°		Limite liquido		Limite plástico		
		7	8	9 E	F	
Suelo humedo + tarro	Gr	70.68	83.53	70.63	10.23	10.27
Suelo seco + tarro	Gr	63.14	74.25	63.25	9.23	9.24
Peso del tarro	Gr	44.01	44.01	44.01	4.01	4.01
Peso del agua	Gr	7.54	9.28	7.38	1	1.03
Peso del suelo seco	Gr	19.13	30.24	19.24	5.22	5.23
Humedad %	%	39.41	30.69	38.36	19.16	19.69
Limite liquido	:	36.26	Limite plástico	:		19.43
	Índice plástico	:		16.83		

Figura 28

Abaco de Casagrande - calicata 03

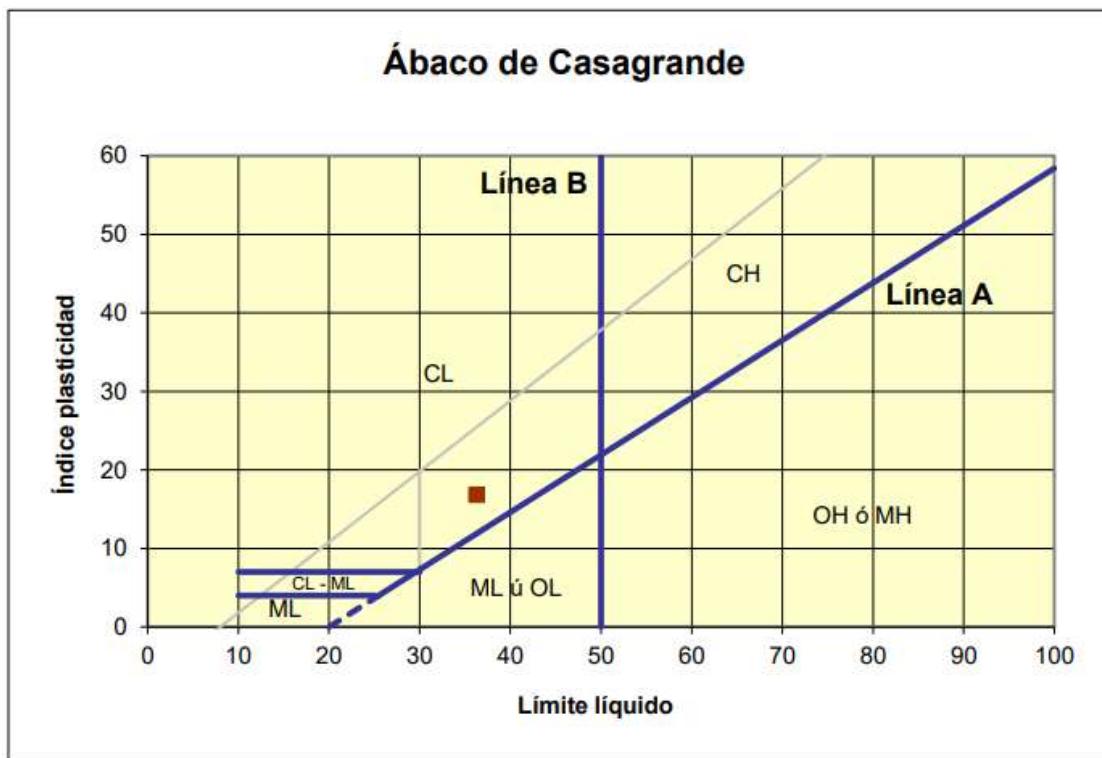


Figura 29

Clasificación AASHTO - calicata 03

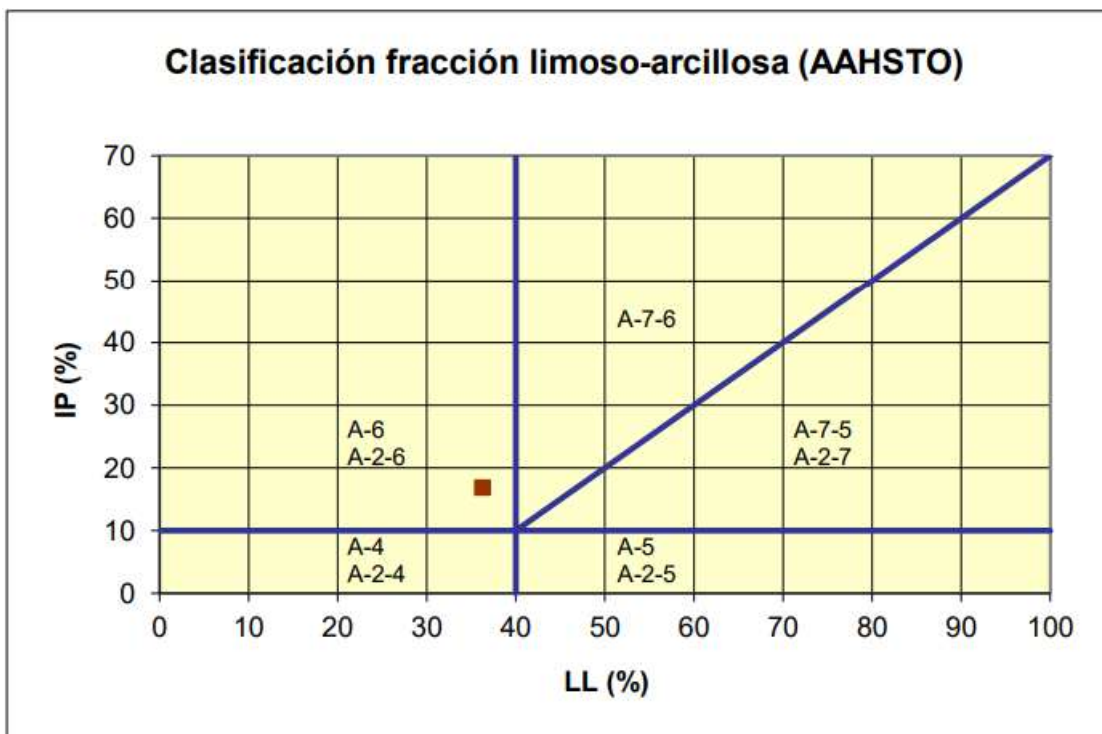


Tabla 13

Metodo de compactación – Calicata 03

METODO DE COMPACTACIÓN - CALICATA 03	
Maxima densidad seca (gr/cm ³ .)	: 1.897
Humedad optima (%)	: 14.21
CBR al 100 de M.D.S. (%)	: 28.24
CBR al 95% de M.D.S. (%)	: 22.01
Clasificación SUCS	: SC
AASHTO	: A -6
IG	: 2

Figura 30

Curva de compactación - Calicata 03

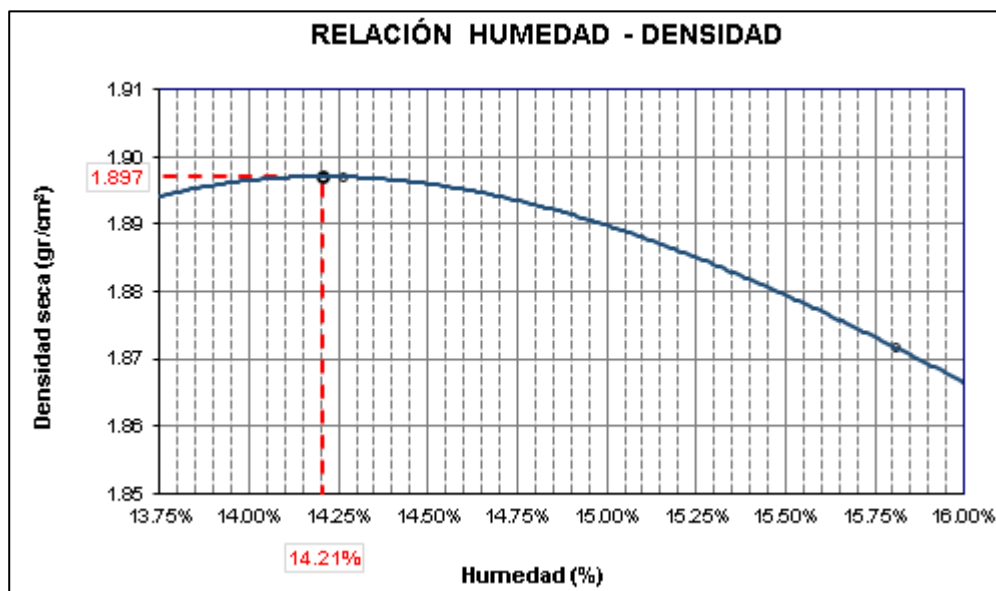


Figura 31

Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 03

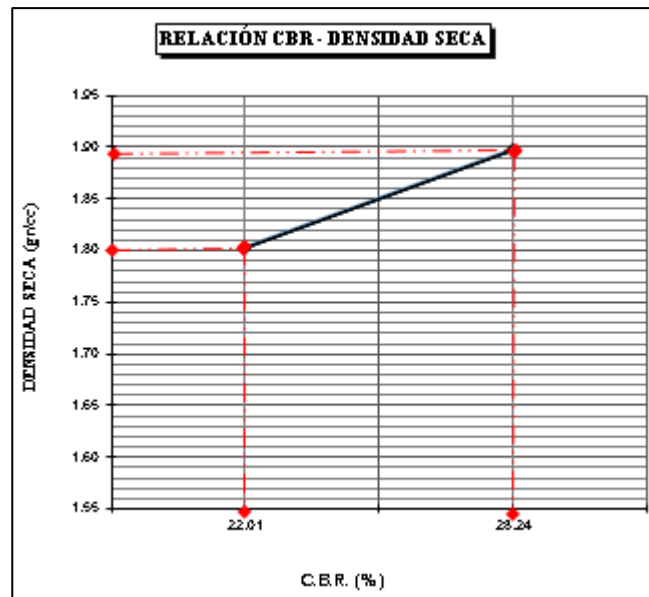
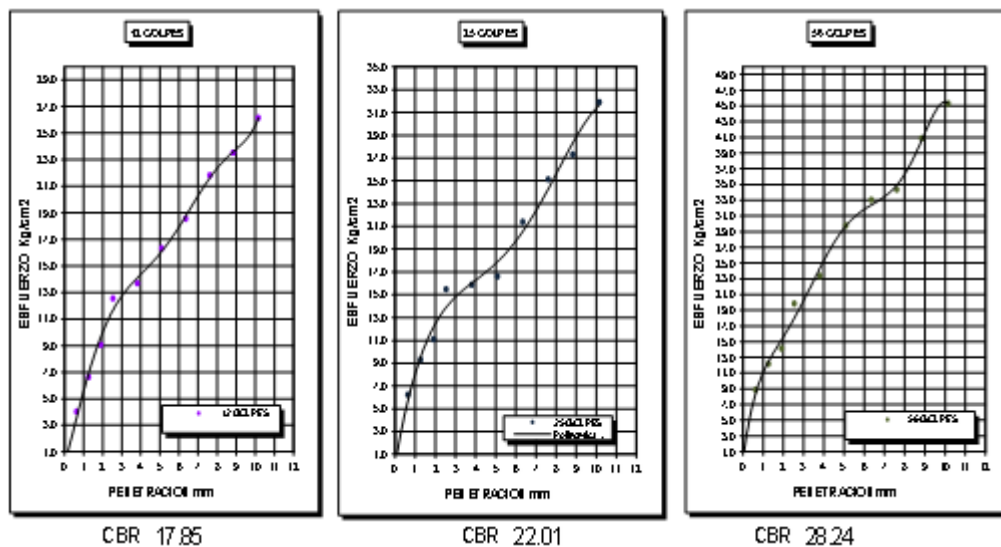


Figura 32

Numero de golpes en 3 capas - Calicata 03



Características de la calicata 4

Tabla 14

Granulometría calicata 04

Tamices Astm	Abertura Mm	Peso Retenido	%retenido Parcial	%retenido Acumulado	% que Pasa
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	56.00	5.60	5.60	94.40
3/8"	9.500	142.00	14.20	19.80	80.20
No4	4.750	111.00	11.10	30.90	69.10
No10	2.000	119.00	11.90	42.80	57.20
No20	0.850	54.00	5.40	48.20	51.80
No40	0.425	56.00	5.60	53.80	46.20
No100	0.150	85.00	8.50	62.30	37.70
No200	0.075	74.00	7.40	69.70	30.30
Base		303.00	30.30	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		
% perdida		30.30			

Figura 33

Curva granulométrica calicata 04

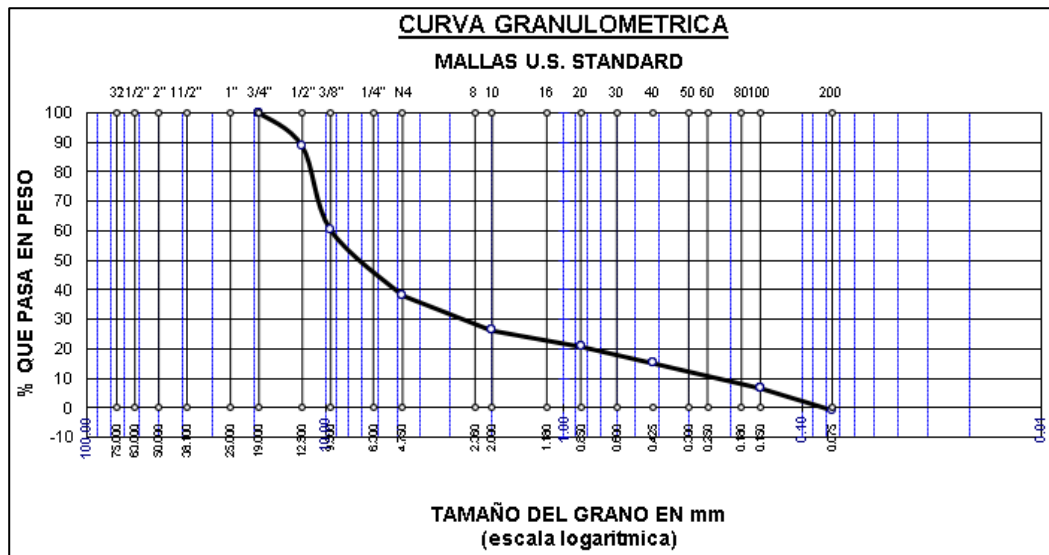


Tabla 15

Características del tipo de suelo – calicata 04

Características del tipo de suelo - Calicata 04	
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	69.10 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	30.30 %
D60:	2.71 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Tabla 16

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 04

		Limite líquido			Limite plástico	
		10	11	12 G	H	
Tarro N°						
Suelo humedo + tarro	Gr	28.39	30.46	28.6	8.72	8.53
Suelo seco + tarro	Gr	26.87	28.3	26.9	7.95	7.77
Peso del tarro	Gr	21.95	21.9	21.86	4.24	4.23
Peso del agua	Gr	1.52	2.16	1.7	0.77	0.76
Peso del suelo seco	Gr	4.92	6.4	5.04	3.71	3.54
Humedad %	%	30.89	33.75	33.73	20.75	21.47
Limite líquido	:	32.70	Limite plástico	:		21.11
	Índice plástico	:			11.59	

Figura 34

Abaco de Casagrande - calicata 04

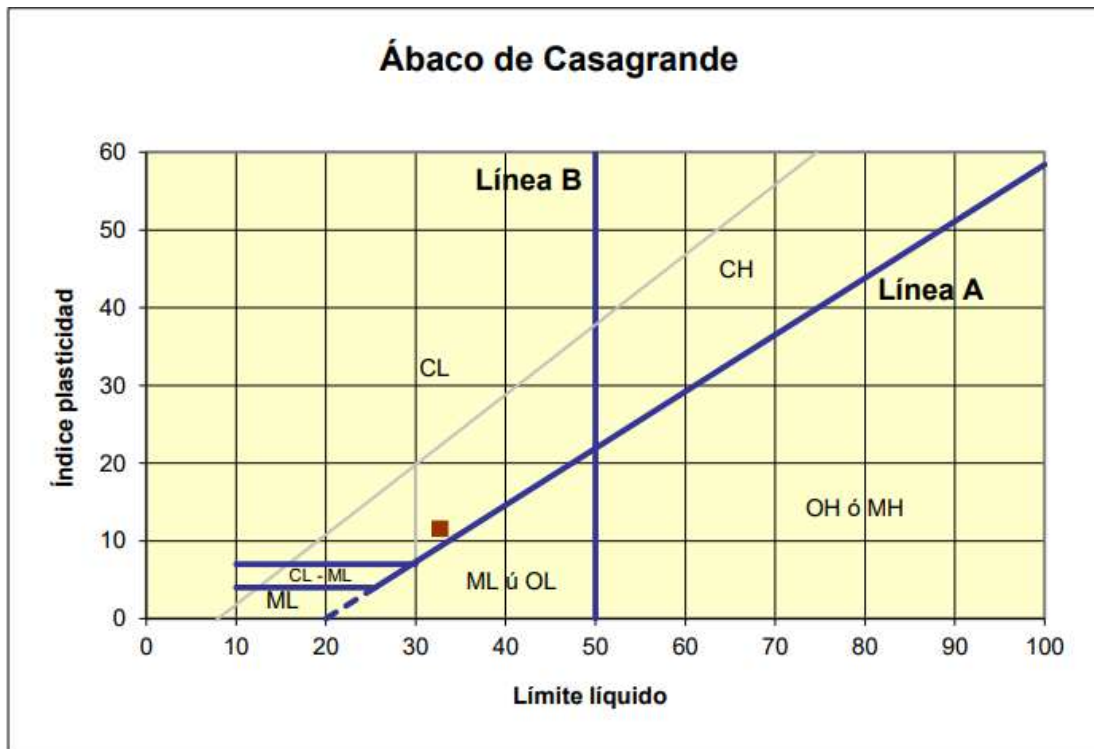


Figura 35

Clasificación AASHTO - calicata 04

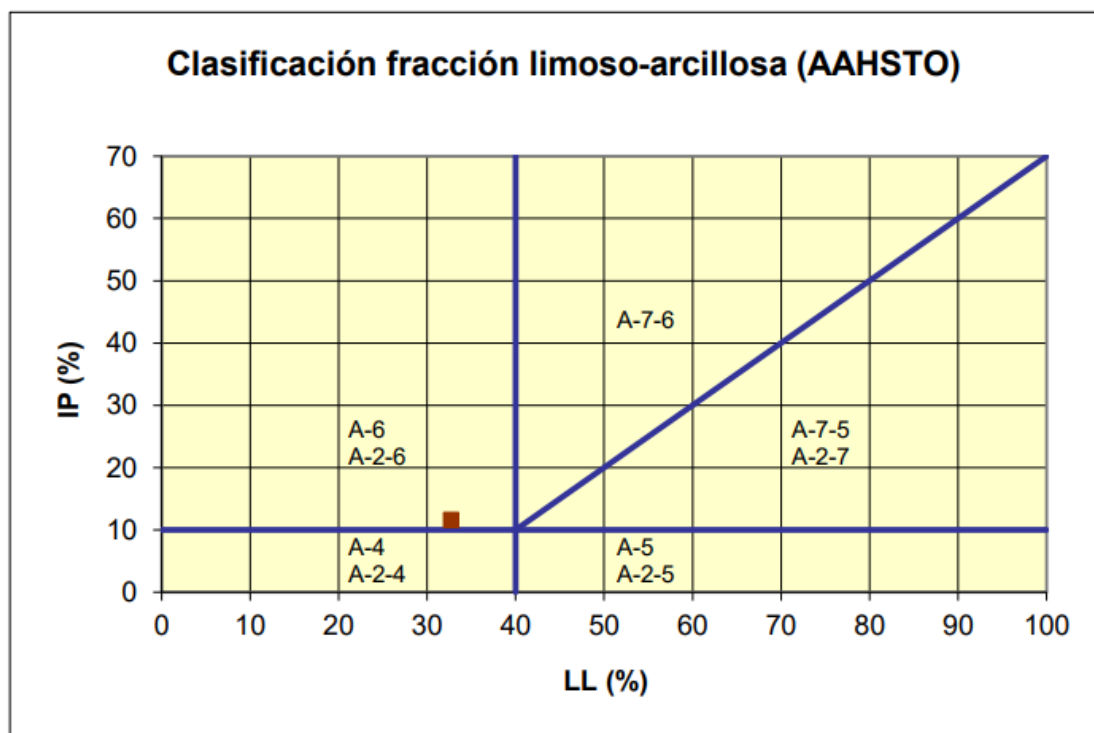


Tabla 17

Metodo de compactación – Calicata 04

METODO DE COMPACTACIÓN - CALICATA 04	
Maxima densidad seca (gr/cm3.)	: 1.907
Humedad optima (%)	: 14.35
CBR al 100 de M.D.S. (%)	: 31.36
CBR al 95% de M.D.S. (%)	: 25.40
Clasificación SUCS	: SC
AASHTO	: A-6
IG	: 2

Figura 36

Curva de compactación - Calicata 04

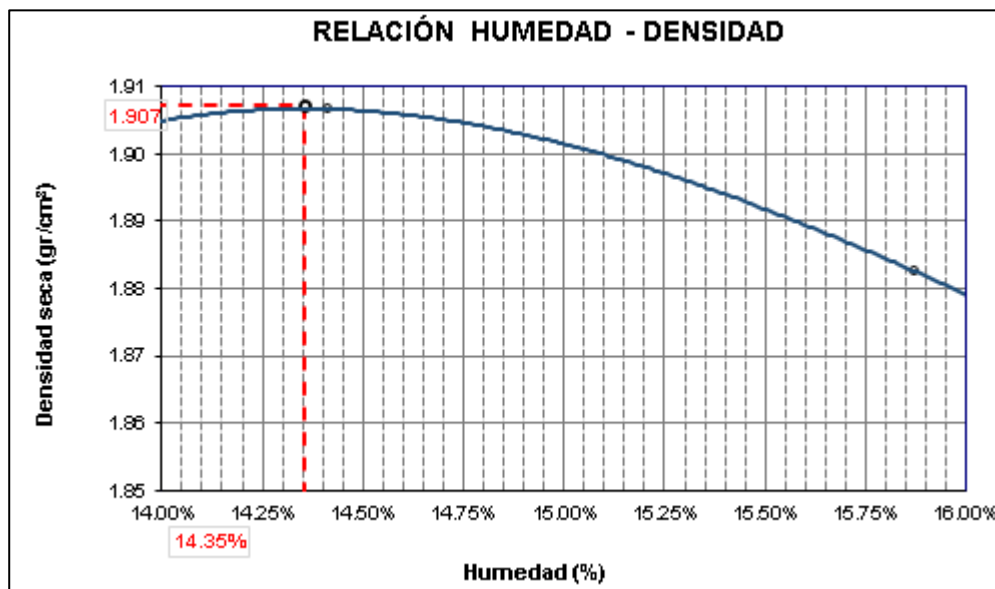


Figura 37

Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 04

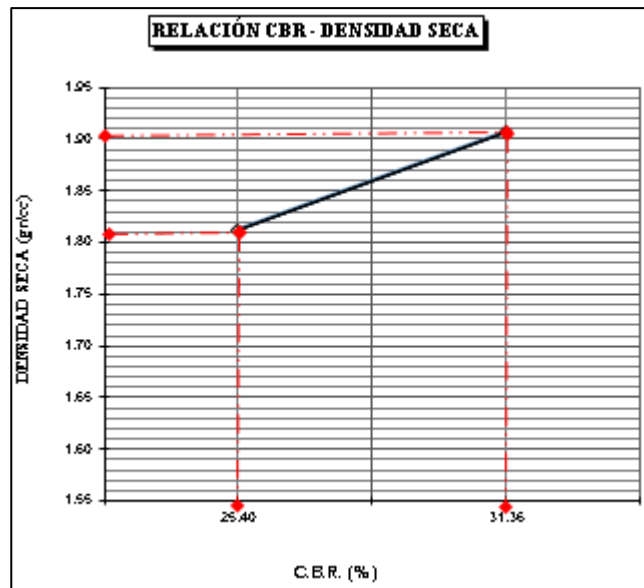
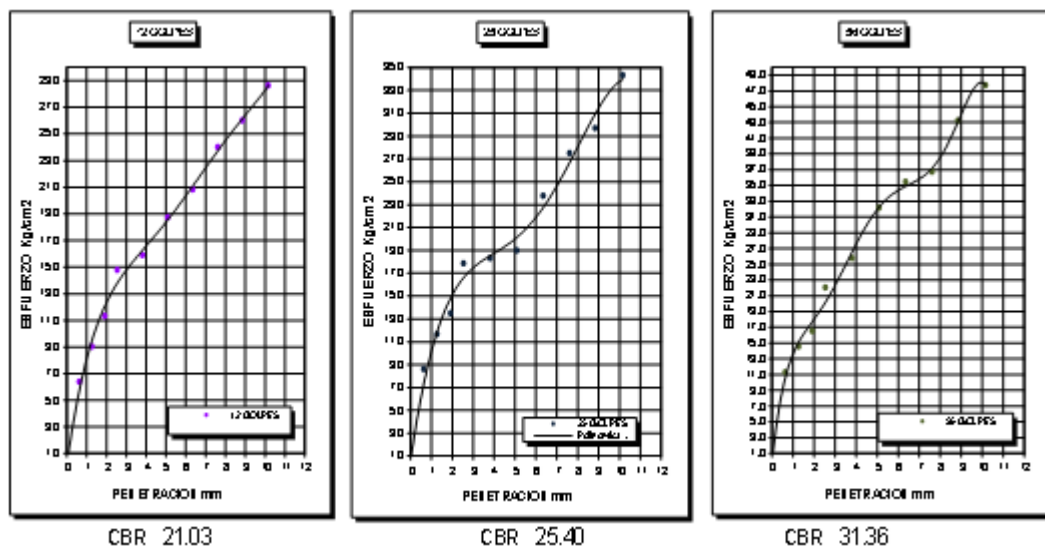


Figura 38

Numero de golpes en 3 capas - Calicata 04



Características de la calicata 5

Tabla 18

Granulometría calicata 05

Tamices	Abertura	Peso	%retenido	%retenido	% que
Astm	Mm	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	78.00	7.80	7.80	92.20
3/8"	9.500	85.00	8.50	16.30	83.70
No4	4.750	65.00	6.50	22.80	77.20
No10	2.000	45.00	4.50	27.30	72.70
No20	0.850	62.00	6.20	33.50	66.50
No40	0.425	74.00	7.40	40.90	59.10
No100	0.150	65.00	6.50	47.40	52.60
No200	0.075	99.00	9.90	57.30	42.70
Base		427.00	42.70	100.00	0.00
Total		1000.00	100.00		
% perdida		42.70			

Figura 39

Curva granulométrica calicata 05

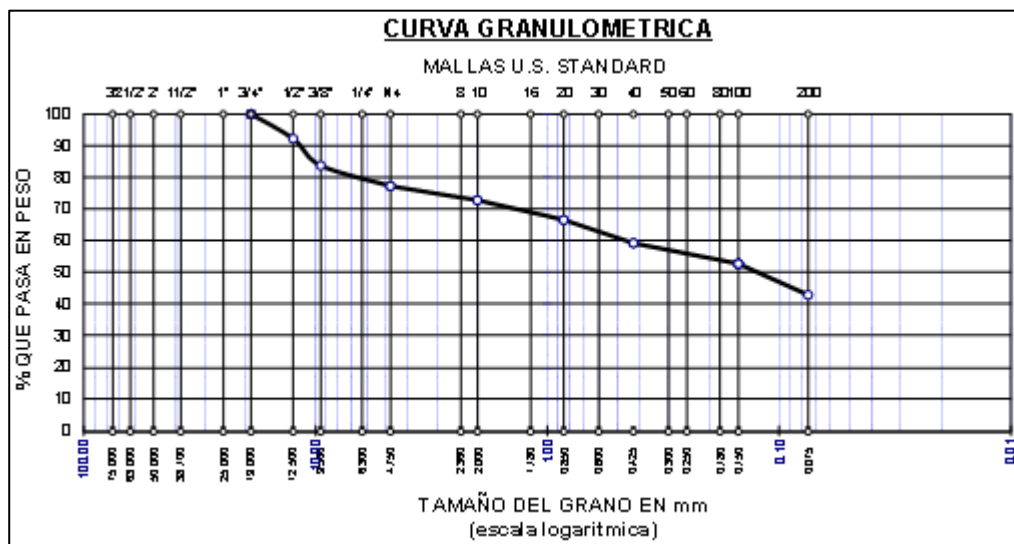




Tabla 19

Características del tipo de suelo – calicata 05

Características del tipo de suelo - Calicata 05	
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	77.20 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	42.70 %
D60:	0.50 mm
D30:	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Tabla 20

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad – Calicata 05

	Limite liquido			Limite plástico		
		13	14	15 I	J	
Tarro N°						
Suelo humedo + tarro	Gr	28.39	30.46	28.6	8.72	8.53
Suelo seco + tarro	Gr	26.87	28.3	26.9	7.95	7.77
Peso del tarro	Gr	21.95	21.9	21.86	4.25	4.23
Peso del agua	Gr	1.52	2.16	1.7	0.77	0.76
Peso del suelo seco	Gr	4.92	6.4	5.04	3.7	3.54
Humedad %	%	30.89	33.75	33.73	20.81	21.47
Limite liquido	:	32.20	Limite plástico	:		21.14
		Índice plástico	:		11.06	

Figura 40

Abaco de Casagrande - calicata 05



Figura 41

Clasificación AASHTO - calicata 05

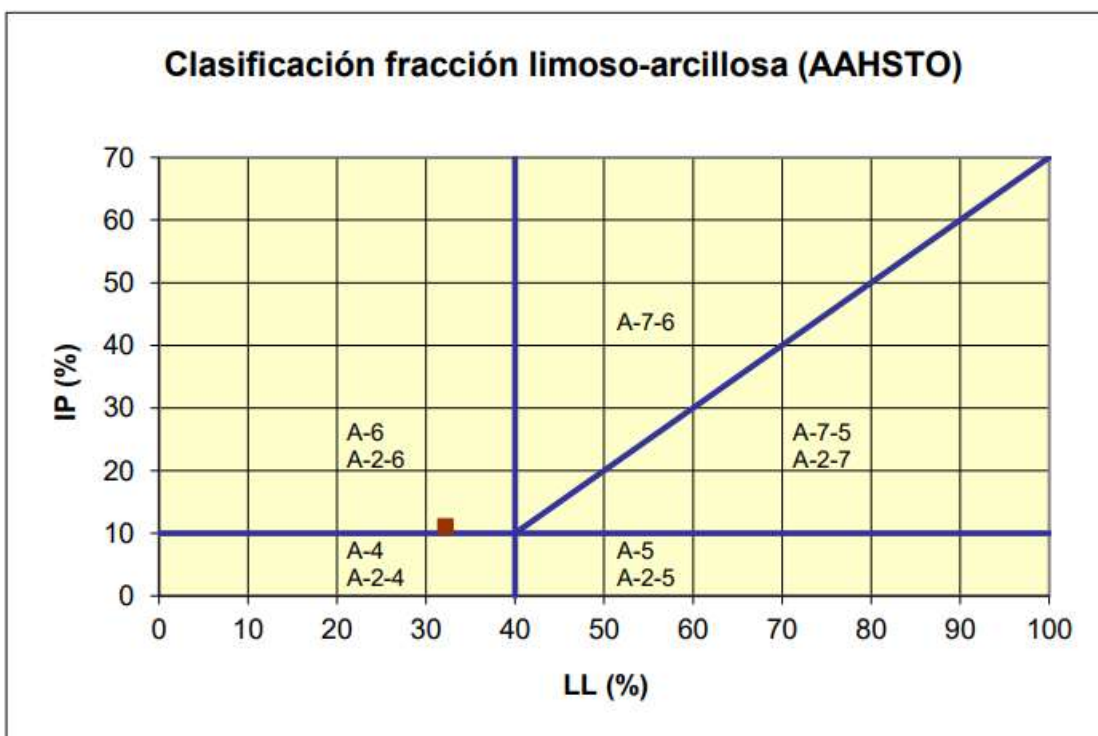


Tabla 21

Metodo de compactación – Calicata 05

Metodo de compactación - calicata 05	
Maxima densidad seca (gr/cm ³ .)	: 1.916
Humedad optima (%)	: 15.05
CBR al 100 de M.D.S. (%)	: 34.66
CBR al 95% de M.D.S. (%)	: 25.34
Clasificación SUCS	: SC
AASHTO	: A-6
IG	: 2

Figura 42

Curva de compactación - Calicata 05

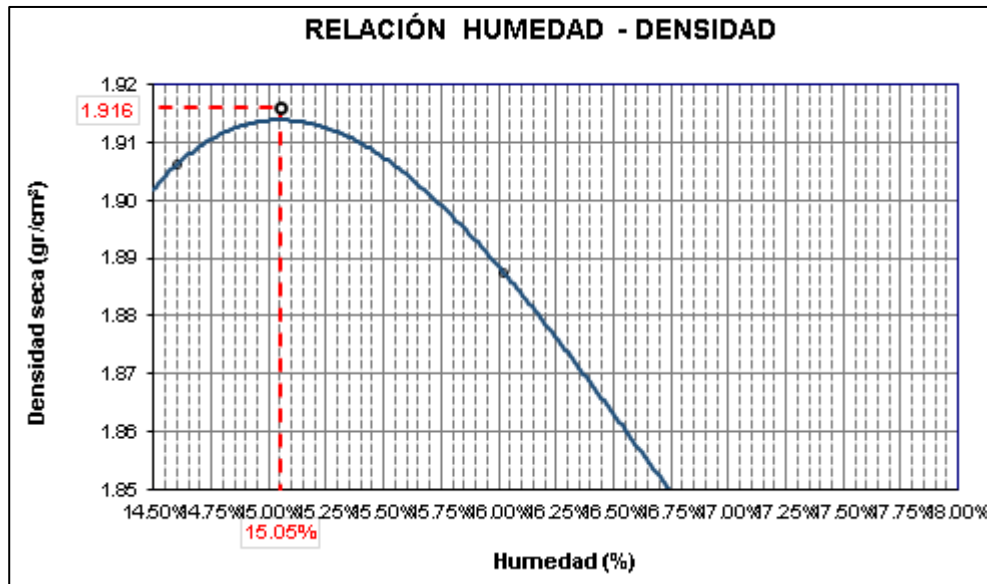


Figura 43

Relación CBR – Densidad Seca - Calicata 05

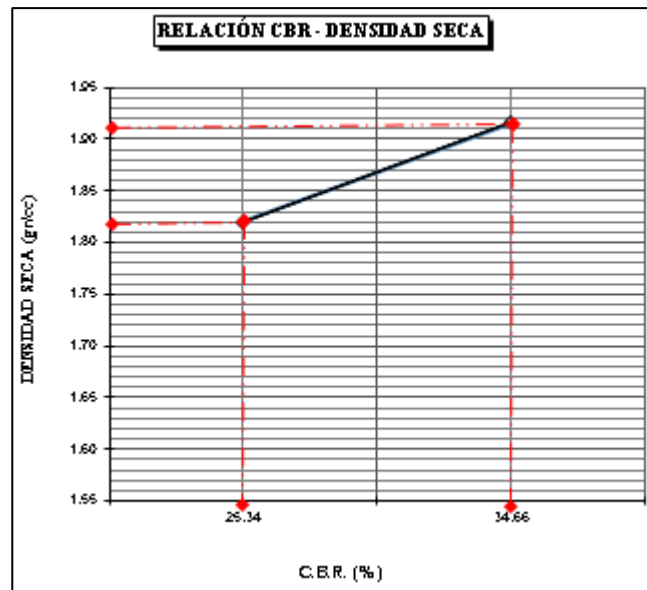


Figura 44

Numero de golpes en 3 capas - Calicata 05

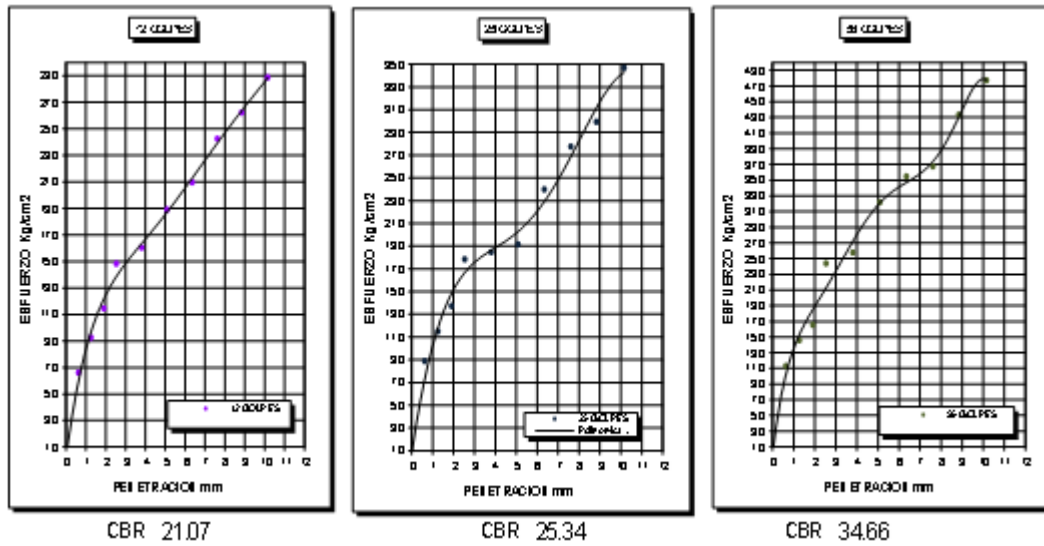


Tabla 22

Resumen global de granulometría

Tamiz	Granulometría 1	Granulometría 2	Granulometría 3	Granulometría 4	Granulometría 5
(mm)	Pasa (%):	Pasa (%):	Pasa (%):	Pasa (%):	Pasa (%):
20	100	100	100	100	100
12.5	87.9	91.5	94.4	94.4	92.2
6.3	78.4	85	83.2	80.2	83.7
5	72.5	75.2	77.4	69.1	77.2
2	66.9	67.4	69.6	57.2	72.7
1.25	62.8	62.9	60.1	51.8	66.5
0.4	59.6	56.4	52.7	46.2	59.1
0.16	53.1	47.9	46.2	37.7	52.6
0.08	40.6	24.7	38.8	30.3	42.7

Figura 45

Curva granulométrica global

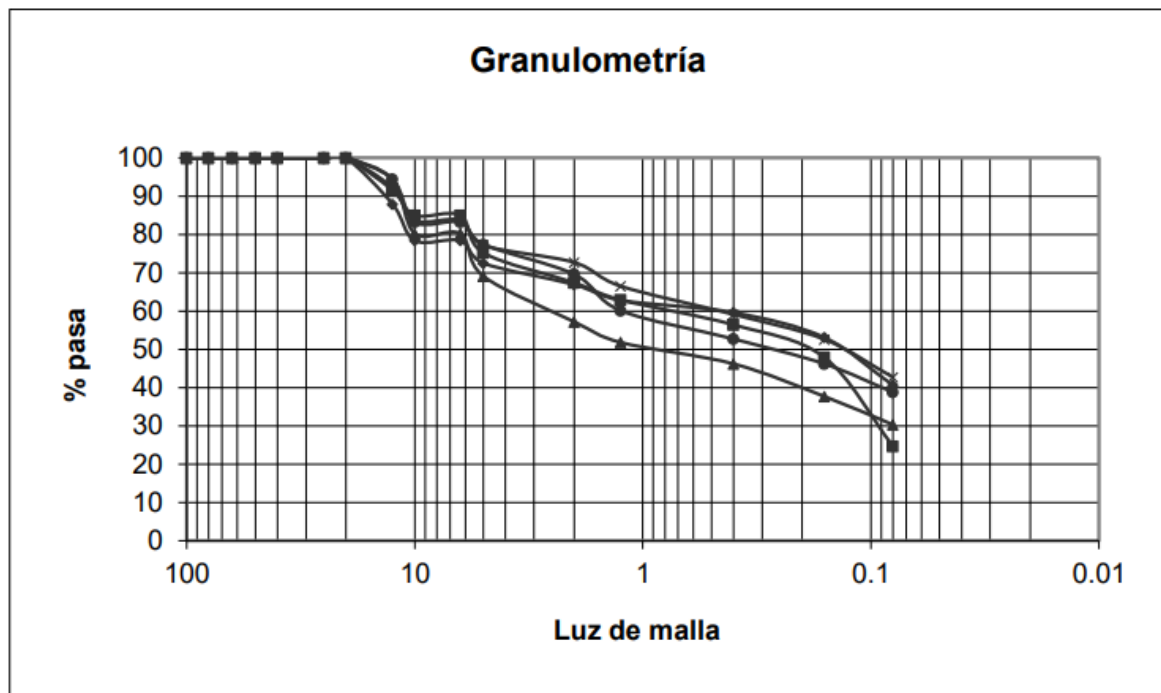


Figura 46

Abaco de Casagrande global

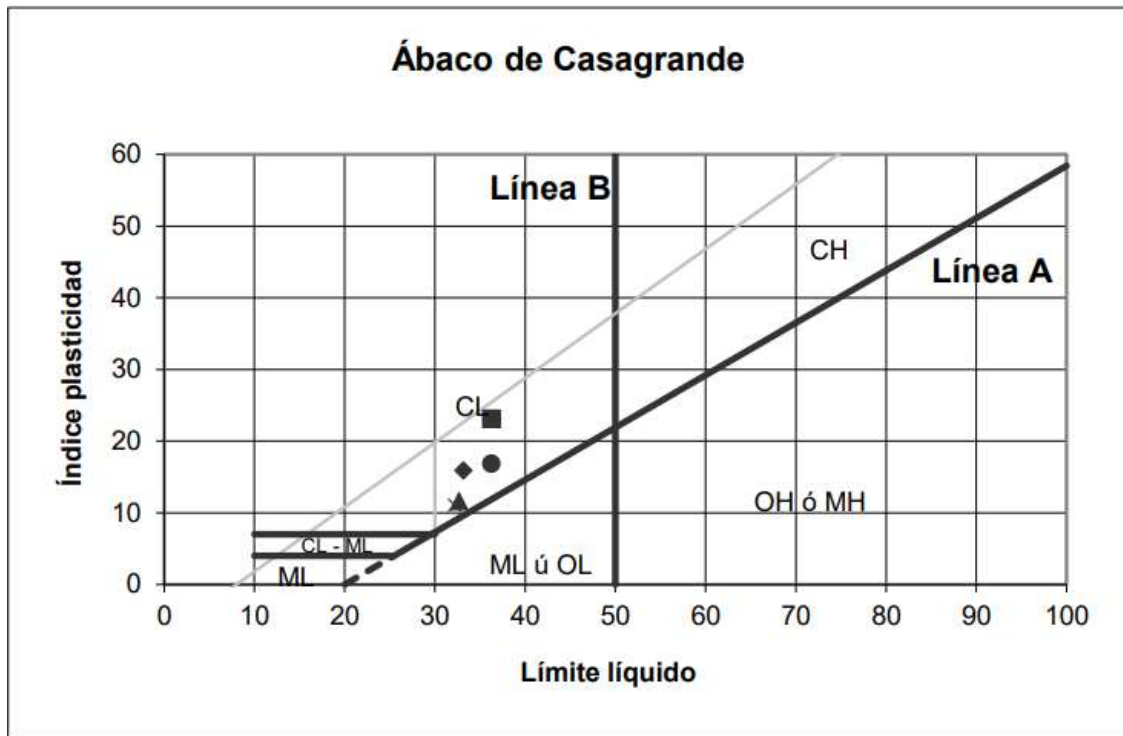


Figura 47

Criterio de colapsabilidad de Gibbs

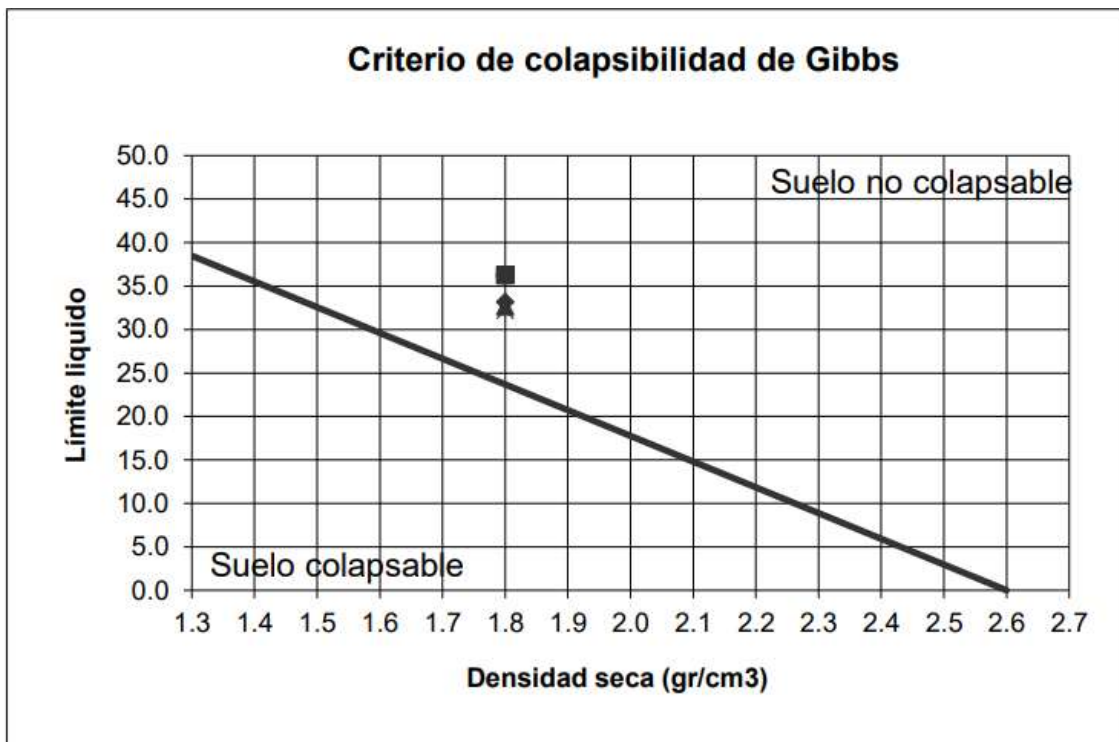




Tabla 23

Resumen global de especificaciones de suelos

Especificaciones globales de puntos de exploración					
Descripción	Calicata 01	Calicata 02	Calicata 03	Calicata 04	Calicata 05
Marcador	Rombo	Cuadrado	Círculo	Triángulo	Cruz
LL (%)	33.17	36.26	36.26	32.7	32.2
LP (%)	17.25	13.13	19.43	21.11	21.14
IP (%)	15.92	23.13	16.83	11.59	11.06
Humedad natural(%)	19.29	15.76	18.65	18.28	18.07
Densidad seca (gr/cm ³)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
H/LL	0.58	0.43	0.51	0.56	0.56
H/LP	1.12	1.20	0.96	0.87	0.85
Colapsibilidad	No colapsable	No colapsable	No colapsable	No colapsable	No colapsable
	1.40	1.34	1.34	1.41	1.42
Índice de consistencia I _c (C.R.) =	0.872	0.886	1.046	1.244	1.278
Índice de liquidez I _L =	0.128	0.114	-0.046	-0.244	-0.278
Índice de compresión C _c =	0.209	0.236	0.236	0.204	0.200
Contracción lineal C _L (%) =	7.474	10.859	7.901	5.441	5.192

4.1.2 Fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida puno

Tabla 24

Tipos de fallas superficiales

N°	Tipo de falla	Código	Unidad
1	Piel de cocodrilo	PDC	m2
2	Exudación	EXU	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m
5	Corrugación	COG	m2
6	Depresión	DPS	m2
7	Grieta de borde	GBO	m
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m
9	Desnivel carril / berma	DES	m
10	Grietas longitudinales / transversales	GTR	m
11	Parcheo	PAR	m2
12	Pulimiento de agregado	PUL	m2
13	Huecos	HUC	und
14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
15	Ahuellamiento	AHT	m2
16	Desplazamiento	DPT	m2
17	Grieta parabólica	GRP	m2
18	Hinchamiento	HIN	m2
19	Desprendimiento de agregados	DEA	m2

Fallas superficiales y niveles de severidad de pavimento

Tabla 25

Nivel de severidad de fallas, punto 01

Falla	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.0228	0.0021	0.002	0.018	0.69	0.784	1.5189	0.08%	0	
5	L	13.44	24.15	41.16	25.6	46	78.4	228.75	12.71%	39	
6	L	0.42	0.25	0.3	0.9	0.275	0.435	2.58	0.14%	5	
7	L	0.09	0.14					0.23	0.01%	0	
11	M	0.276						0.276	0.02%	4	
11	H	0.0754						0.0754	0.00%	0	
14	L	0.125	0.06	1.28	2.3	0.44		4.205	0.23%	14	
15	L	0.104	0.08	0.065	0.084	0.055		0.388	0.02%	0	
17	L	0.64						0.64	0.04%	0	
18	L	13.44	24.15	41.16	25.6	45.724	78.4	228.474	12.69%	15	
									TOTAL,		
									VD		77



Tabla 26

Nivel de severidad de fallas, punto 02

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.0319	0.006			0.0379	0.00%	0
5	L	37.625	54.18	56.125	80.82	228.75	12.71%	39
6	L	0.105	0.832			0.937	0.05%	4
10	L	1.9	0.3			2.2	0.12%	0
11	H	0.45				0.45	0.03%	9
14	L	0.9	0.602	0.16	1.6	3.262	0.18%	11
15	L	0.03	0.025			0.055	0.00%	0
18	L	37.625	50.535	54.18	80.37	222.71	12.37%	15.5
18	M	5.59				5.59	0.31%	10.5
TOTAL, VD								89

Tabla 27

Nivel de severidad de fallas, punto 03

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.3496	1.444	0.4255	0.703	2.9221	0.16%	0.2
5	L	43.7	72.2	42.55	70.3	228.75	12.71%	38.7
10	L	0.11	0.15			0.26	0.01%	0
10	M	0.14				0.14	0.01%	0
11	L	0.0049	0.0064			0.0113	0.00%	0
11	M	0.7854				0.7854	0.04%	5.5
13	L	1	1			2	0.11%	17.8
14	L	0.95	0.925			1.875	0.10%	6.7
15	L	0.016				0.016	0.00%	0
18	L	43.7	72.2	42.55	69.5033	227.9533	12.66%	15.8
TOTAL, VD								84.7



Tabla 28

Nivel de severidad de fallas, punto 04

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.40825			1.11075	1.519	0.08%	0.2
5	L	40.825			74.05	114.875	6.38%	39
6	L	0.48				0.48	0.03%	4
7	L	0.58				0.58	0.03%	1.3
14	L	0.8875				0.8875	0.05%	6.4
15	L	0.056			0.02	0.076	0.00%	0
18	L	40.825			74.05	114.875	6.38%	15.8
TOTAL, VD								66.7

Tabla 29

Nivel de severidad de fallas, punto 05

Falla	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.7125	0.24	1.35	0.23	0.018	0.22	2.7705	0.15%	0.1	
5	L	33.25	6.84	15	18.75	5.328		79.168	4.40%	26.6	
6	L	0.5	2.4	16.2				19.1	1.06%	14	
7	L	0.48	0.2					0.68	0.04%	0	
10	L	13.9	12.7	0.4	0.9	0.1	4.6	32.6	1.81%	10.2	
11	M	1.44						1.44	0.08%	7.7	
14	L	0.132	0.57	0.555	5.625			6.882	0.38%	17.1	
15	L	0.019	0.0264	0.008	0.025	0.0315		0.1099	0.01%	0	
16	L	0.1525						0.1525	0.01%	0	
18	L	17.56	24.7	27.75	22.2			92.21	5.12%	11.4	
TOTAL, VD										87.1	



Tabla 30

Nivel de severidad de fallas, punto 06

Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.45	0.065	0.45	0.625	0.9	2.49	0.14%	0.1
5	L	7.5	21.6	8.5	32.4		70	3.89%	25.3
6	L	4.34	3	0.28			7.62	0.42%	7.2
7	L	0.1	2.4				2.5	0.14%	1.7
10	L	2.5	0.2	1			3.7	0.21%	0
11	L	0.3	0.04	0.24			0.58	0.03%	0
14	L	0.616	0.75				1.366	0.08%	5.1
18	L	31.25	45	62.5	89.42		228.17	12.68%	15.8
								TOTAL, VD	55.2

Tabla 31

Nivel de severidad de fallas, punto 07

Falla	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido	
2	L	0.0225	0.0025	0.0049	0.0081		0.038	0.00%	0	
5	L	6.25	2.25	7.2	2.4	15	8	41.1	2.28%	16.6
6	L	12	1.5					13.5	0.75%	10.7
6	M	51						51	2.83%	42.5
7	L	3.6						3.6	0.20%	2
10	L	2.4	0.18	3.8				6.38	0.35%	1.5
10	M	6.6	1	1	3.5			12.1	0.67%	12.2
11	L	0.005	0.0027	0.0025				0.0102	0.00%	0
15	L	0.75	654					654.75	36.38%	0
18	L	30	43.2	63.75	63			199.95	11.11%	15.2
18	M	24						24	1.33%	18.2
								TOTAL, VD	118.9	



Tabla 32

Nivel de severidad de fallas, punto 08

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido		
2	L	0.02	0.06	0.01		0.09	0.01%	0		
5	L	3	14.8	12	11.1	40.9	2.27%	19		
6	L	25	0.72	1.05		26.77	1.49%	18.5		
6	M	9				9	0.50%	16.3		
10	L	0.1				0.1	0.01%	0		
10	M	0.3				0.3	0.02%	0		
11	L	0.0232	0.44	3.243	0.3	0.006	0.005	4.0172	0.22%	4
11	M	0.49				0.49	0.03%	4.5		
15	L	0.05				0.05	0.00%	0		
17	L	0.84	0.54			1.38	0.08%	0		
18	L	11.25	60	46.25	92.5		210	11.67%	15.5	
							TOTAL, VD	77.8		

Tabla 33

Nivel de severidad de fallas, punto 09

Falla	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido						
2	L	0.1292	0.0	0.89	0.703	0.0	4	3	5	4	1.37	3.1757	0.18%	0
5	L	5	5	5	5	28.	8	14.4	63.2	3.51%	21			
6	L	0.4	0.8	0.8	3.3		5.3	0.29%	5.8					
7	H	9				9	0.50%	14.5						
10	L	3.4	0.1	9			3.59	0.20%	0					
10	H	0.19				0.19	0.01%	0						
11	L	0.0081	0.9852057				0.0081	0.00%	0					
11	M	6				6	0.05%	6.2						
11	H	0.036				0.036	0.00%	0						
14	L	0.378				0.378	0.02%	1.7						
17	L	0.72				0.72	0.04%	0						
18	L	3.6	20			23.6	1.31%	4.8						
							TOTAL, VD	54						



Tabla 34

Nivel de severidad de fallas, punto 10

Falla	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor deducido
2	L	0.01	0.16	0.03	0.2	0.01%	0
5	L	20	15	21.6	56.6	3.14%	22.8
6	L	1.35	1.36	0.65	3.36	0.19%	4.7
10	L	3	2		5	0.28%	0.5
11	L	0.0121	0.018	3.456	3.4861	0.19%	3.4
11	H	0.7854			0.7854	0.04%	12
13	L	1	1		2	0.11%	17.8
14	L	1.25			1.25	0.07%	4.7
18	L	18.25	31.25		49.5	2.75%	8.4
TOTAL, VD							74.3

Índice de condición de pavimento flexible de la salida Puno

Tabla 35

Índice de condición de pavimento – PCI 01

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	39	15	14	5	4	77.0	5	40
2	39	15	14	5	2	75.0	4	42
3	39	15	14	2	2	72.0	3	46
4	39	15	2	2	2	60.0	2	44
5	39	2	2	2	2	47.0	1	47
							MAX VDC	47

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-47

PCI 53 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

REGULAR



Tabla 36

Índice de condición de pavimento – PCI 02

N°		VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	39	15.5	10.5	11	9	4	89.0	6	44.00
2	39	15.5	10.5	11	9	2	87.0	5	45.00
3	39	15.5	10.5	11	2	2	80.0	4	45.00
4	39	15.5	10.5	2	2	2	71.0	3	45.00
5	39	15.5	2	2	2	2	62.5	2	46.00
6	39	2	2	2	2	2	49.0	1	49.00
								MAX VDC	49

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-49

PCI 51 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

REGULAR

Tabla 37

Índice de condición de pavimento – PCI 03

N°		=					VDT	q	VDC
1	38.7	17.8	15.8	6.7	5.5	0.2	84.7	5	45
2	38.7	17.8	15.8	6.7	2	0.2	81.2	4	47
3	38.7	17.8	15.8	2	2	0.2	76.5	3	50
4	38.7	17.8	2	2	2	0.2	62.7	2	47
5	38.7	2	2	2	2	0.0	46.7	1	47
								MAX VDC	50

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-50

PCI 50 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

REGULAR



Tabla 38

Índice de condición de pavimento – PCI 04

N°		=					VDT	q	VDC
1	39	15.8	6.40	4	1.30	0.2	66.7	4	37
2	39	15.8	6.40	2	1.30	0.2	64.7	3	43
3	39	15.8	2	2	1.30	0.2	60.3	2	45
4	39	2	2	2	1.30	0.2	46.5	1	49
								MAX VDC	49
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI	100-49		
						PCI	51 %		
CONDICION DEL PAVIMENTO:								REGULAR	

Tabla 39

Índice de condición de pavimento – PCI 05

N°		=					VDT	q	VDC	
1	26.6	17.10	14.00	11.40	10.20	7.7	0.10	87.0	6	42
2	26.6	17.10	14.00	11.40	10.20	2	0.10	81.3	5	43
3	26.6	17.10	14.00	11.40	2	2	0.10	73.1	4	42
4	26.6	17.10	14.00	2	2	2	0.10	63.7	3	41
5	26.6	17.10	2	2	2	2	0.10	51.7	2	39
6	26.6	2	2	2	2	2	0.10	36.6	1	38
								MAX VDC	43	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI	100-43			
						PCI	57 %			
CONDICION DEL PAVIMENTO:								BUENO		



Tabla 40

Índice de condición de pavimento – PCI 06

N°	=						VDT	q	VDC
1	25.3	15.80	7.20	5.10	1.70	0.1	55.2	4	30
2	25.3	15.80	7.20	2	1.70	0.1	52.1	3	33
3	25.3	15.80	2	1	1.70	0.1	45.9	2	36
4	25.3	2	2	2	1.70	0.1	33.1	1	34

MAX
VDC 36

INDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-36

PCI 64 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

BUENO

Tabla 41

Índice de condición de pavimento – PCI 07

N°	=						VDT	q	VDC		
1	42.5	18.2	16.60	15.20	12.20	10.7	0.56	0.42	115.4	6	57
2	42.5	18.2	16.60	15.20	12.20	2	0.56	0.42	106.7	5	57
3	42.5	18.2	16.60	15.20	2	2	0.56	0.42	96.5	4	58
4	42.5	18.2	16.60	2	2	2	0.56	0.42	83.3	3	54
5	42.5	18.2	2	2	2	2	0.56	0.42	68.7	2	52
6	42.5	2	2	2	2	2	0.56	0.42	52.5	1	54

MAX
VDC 58

INDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-58

PCI 42 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

REGULAR



Tabla 42

Índice de condición de pavimento – PCI 08

N°	=						VDT	q	VDC
1	19	18.50	16.30	15.50	4.50	4.0	77.80	6	38
2	19	16.30	16.30	15.50	4.50	2	73.60	5	39
3	19	16.30	16.30	15.50	2	2	71.10	4	41
4	19	16.30	16.30	2	2	2	57.60	3	38
5	19	16.30	2	2	2	2	43.30	2	33
6	19	2	2	2	2	2	29.00	1	28
								MAX VDC	41

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-41

PCI 59 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

BUENO

Tabla 43

Índice de condición de pavimento – PCI 09

N°	=						VDT	q	VDC
1	21	14.50	6.20	5.80	4.80	1.7	54.0	5	26
2	21	14.50	6.20	5.80	2	1.7	51.2	4	27
3	21	14.50	6.20	2	2	1.7	47.4	3	29
4	21	14.50	2	2	2	1.7	43.2	2	32
5	21	2	2	2	2	1.7	30.7	1	31
								MAX VDC	32

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-32

PCI 68 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

BUENO

Tabla 44

Índice de condición de pavimento – PCI 10

N°	=							VDT	q	VDC
1	22.8	17.80	12.00	8.40	4.70	3.4	0.50	69.1	6	32
2	22.8	17.80	12.00	8.40	4.70	2	0.50	67.7	5	35
3	22.8	17.80	12.00	8.40	2	2	0.50	65.0	4	36
4	22.8	17.80	12.00	2	2	2	0.50	58.6	3	39
5	22.8	17.80	2	2	2	2	0.50	48.6	2	36
6	22.8	2	2	2	2	2	0.50	32.8	1	34
									MAX VDC	39

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

PCI 100-39

PCI 61 %

CONDICION DEL PAVIMENTO:

BUENO

4.1.3 Propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno

La condición del pavimento, categorizada según el tipo de intervención requerida, ha sido determinada mediante la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés). Esta clasificación técnica se presenta de manera detallada en el cuadro siguiente, el cual resume los resultados obtenidos y permite establecer el grado de deterioro, así como la intervención más adecuada para cada sección evaluada.

Tabla 45

Clasificación por el tipo de intervención, según rango de PCI (ASTM.D6433-07)

Rango PCI	Clasificación	Tipo de intervención
100 - 85	Excelente	Mantenimiento rutinario
85 - 70	Muy bueno	
70 - 55	Bueno	Mantenimiento periódico
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	Rehabilitación
25 - 10	Muy malo	Construcción
10 - 0	Fallado	



Tabla 46

Resultados de condición de pavimento

Punto	PCI (%)	Condicion
01	53	REGULAR
02	51	REGULAR
03	50	REGULAR
04	51	REGULAR
05	57	BUENO
06	64	BUENO
07	42	REGULAR
08	59	BUENO
09	68	BUENO
10	61	BUENO

Los valores presentados en la tabla anterior reflejan el estado actual de la vía y sus respectivos Índices de Condición del Pavimento (PCI), así como las intervenciones necesarias para su reparación utilizando mezclas asfálticas. Los resultados obtenidos son: PCI.1: 53%, PCI.2: 51%, PCI.3: 50%, PCI.4: 51%, PCI.5: 57%, PCI.6: 64%, PCI.7: 42%, PCI.8: 59%, PCI.9: 68%, PCI.10: 61%. Estos valores indican que la condición de la carretera oscila entre REGULAR y BUENA, lo cual no es óptimo. Por lo tanto, se recomienda implementar intervenciones de mantenimiento periódico para mejorar y preservar la calidad de la vía.



CONCLUSIONES

Primera, se realizó los ensayos en 5 puntos; para el ensayo granulométrico se utilizó un peso de 1000gr. donde hubo pesos retenidos en las mallas 3/4", 1/2", 3/8", #4, #10, #20, #40, #100, #200; se encontraron límites líquidos, límites plásticos e índices de plasticidad; los CBR encontrados al un 95% de su MDS, están por debajo del 30%, con lo cual no es óptimo y está sujeto a mantenimiento; según el criterio de colapsibilidad de Gibbs se considera suelos no colapsables.

Segunda, las fallas superficiales que se encontraron a nivel de severidad fueron analizadas con la metodología PCI en 10 puntos; valores de PCI encontrados fueron: PCI.1: 53%, PCI.2: 51%, PCI.3: 50%, PCI.4: 51%, PCI.5: 57%, PCI.6: 64%, PCI.7: 42%, PCI.8: 59%, PCI.9: 68%, PCI.10: 61%, la condición del pavimento flexible está entre lo bueno y regular.

Tercera, considerando los valores de PCI y su condición en 10 puntos: PCI.1: 53% (REGULAR), PCI.2: 51%(REGULAR), PCI.3: 50%(REGULAR), PCI.4: 51%(REGULAR), PCI.5: 57%(BUENO), PCI.6: 64%(BUENO), PCI.7: 42%(REGULAR), PCI.8: 59%(BUENO), PCI.9: 68%(BUENO), PCI.10: 61%(BUENO); se propone para su reparación de acuerdo a la ASTM D6433-07, mantenimiento periódico.



RECOMENDACIONES

Primera, estabilizar el suelo existente para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Esta intervención garantizará una base más sólida y duradera para futuras construcciones viales, optimizando tanto la funcionalidad como la economía del proyecto

Segunda, realizar intervenciones como sellado de fisuras, bacheo de áreas deterioradas y aplicación de capas delgadas de recubrimiento asfáltico para restaurar la superficie de rodadura. Estas acciones contribuirán a prolongar la vida útil del pavimento y asegurar condiciones óptimas de servicio para los usuarios.

Tercera, de acuerdo con la norma ASTM D6433-07, para pavimentos en estas condiciones se recomienda implementar un mantenimiento periódico. Este mantenimiento debe incluir actividades como el sellado de fisuras, bacheo y aplicación de capas delgadas de recubrimiento asfáltico, con el objetivo de prevenir el deterioro acelerado y prolongar la vida útil del pavimento. Es esencial programar estas intervenciones de manera oportuna para mantener la funcionalidad y seguridad de la vía.



REFERENCIAS

- Abu Abdo, A. (2016). Utilizing Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Materials in New Pavements—A Review. *The International Journal of Thermal & Environmental Engineering (IJTEE)*, 12, 61-66. <https://doi.org/10.5383/ijtee.12.01.008>
- Abushanab, A., & Alnahhal, W. (2023). Life cycle cost analysis of sustainable reinforced concrete buildings with treated wastewater, recycled concrete aggregates, and fly ash. *Results in Engineering*, 20, 101565. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101565>
- Aranguri Linares, J. J. S., & Valverde Villacorta, H. A. (2018). Análisis comparativo del comportamiento estructural de mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas emulsionadas en los pavimentos. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4185>
- Aravind, K., & Das, A. (2007). Pavement design with central plant hot-mix recycled asphalt mixes. *Construction and Building Materials*, 21(5), 928-936. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.05.004>
- Bernedo Muñoz, Y. K., & Diaz Cruz, Y. E. (2024). Deterioro de la carpeta asfáltica y el uso de granos de caucho reutilizable para el mejoramiento del pavimento flexible en la avenida Panamericana, Kennedy del distrito de Ilo en la región de Moquegua, 2022. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14704>
- Gonzales Gonzales, M. V. (2014). *Determinacion de un Plan de Mantenimiento para Pavimentos, mediante la Comparacion de Diseños Utilizando las Guías Aashto 93 y Aashto 2008 en la Av. Aviacion desde el Km 2+100 hasta Km 6+300 Carril Derecho, Cerro Colorado – Arequipa*. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/4672>



- Lee, H. J., Lee, J. H., & Park, H. M. (2007). Performance evaluation of high modulus asphalt mixtures for long life asphalt pavements. *Construction and Building Materials*, 21(5), 1079-1087. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.01.003>
- Perez Anahua, E. (2022). Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91031>
- Robles Romero, A. N. (2018). Comportamiento de la mezcla asfáltica agregando caucho reciclado en pavimentos flexibles, Ate, Lima-Perú, 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39507>
- Yuhong Wang, P. E., Wen, Y., Zhao, K., Chong, D., & Wong, A. S. T. (2014). Evolution and locational variation of asphalt binder aging in long-life hot-mix asphalt pavements. *Construction and Building Materials*, 68, 172-182. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.05.091>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

TITULO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VIAS CON MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Como realizar la evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida Puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Realizar la evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida Puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La evaluación y mejoramiento de pavimentos flexibles de la salida Puno y propuesta de reparación de vías con mezclas asfálticas en la ciudad de Juliaca, se realizará mediante la técnica de mezcla de asfalta en caliente.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>ESTADO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</p>	Fichas Excel
<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Hipótesis Específicas</p>	<p>Indicadores:</p> <p><i>Características físicas y mecánicas</i></p> <p><i>Fallas del pavimento flexible</i></p>	Herramientas de Laboratorio
<p>¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida puno de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Determinar las características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida puno de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Las características físicas y mecánicas de los suelos de la capa base de los pavimentos flexibles de la salida puno de la ciudad de Juliaca, que se obtendrían van a ser con el debido estudio de suelos.</p>		
<p>¿Cuáles son las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida puno de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Determinar las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida puno de la ciudad de Juliaca</p>	<p>Las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles con la utilización de metodologías en la salida puno de la ciudad de Juliaca, cambiara con respecto al uso de diferentes metodologías.</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>PROPUESTA DE REPARACIÓN</p>	Equipos de laboratorio
<p>¿Cuál es la propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno de la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Realizar una propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno de la ciudad de Juliaca.</p>	<p>La propuesta de reparación de los pavimentos flexibles con el uso de mezclas asfálticas en la salida puno de la ciudad de Juliaca, variaran por el tipo en ensayos que se efectuarían.</p>	<p>Indicadores:</p> <p><i>Metodologías de reparación</i></p> <p><i>Rehabilitación</i></p>	Software de diseño



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



PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 01

FECHA : 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	337.25
SUELO SECO + TARRO	gr	291.28
PESO DEL TARRO	gr	50.00
PESO DEL AGUA	gr	45.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	241.28
HUMEDAD %	%	19.05

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	A	B	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	28.58	30.23	31.13	8.65	9.36
SUELO SECO + TARRO	gr	25.58	27.64	28.26	8.21	8.36
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	4.14	4.14
PESO DEL AGUA	gr	1.00	2.59	2.87	0.44	1.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.58	6.54	7.26	4.07	4.22
HUMEDAD %	%	21.83	41.13	39.53	10.81	23.70
N° DE GOLPES		29	19	11		
LIMITE LIQUIDO		33.17	LIMITE PLASTICO		17.25	

INDICE PLASTICO : 15.92

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

Dónde:

LL = Limite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Número de Golpes

Dr. Amalia Yana Torres
 CIP. 103257



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO
 Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VIAS CON MESCLAS ASFÁLTICAS
 EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

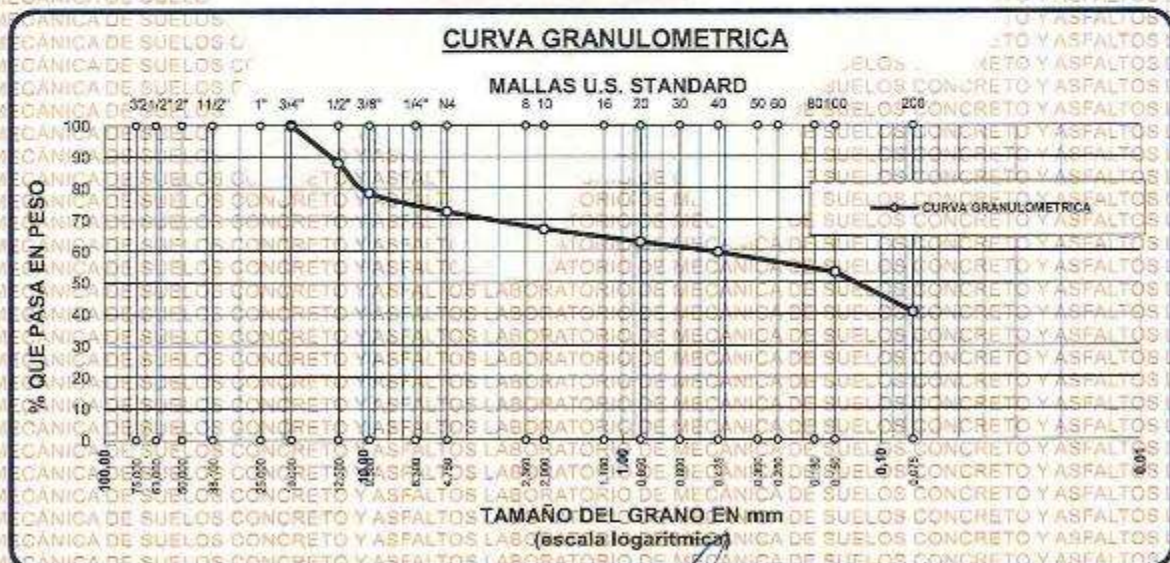
UBICACIÓN: CIUDAD DE JULIACA

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 01

FECHA: 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 594.00
1 1/2"	38.100						P.P.= 406.00
1"	25.000						%W= 19.05
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	121.00	12.10	12.10	87.90		L.L.= 33.17
3/8"	9.500	95.00	9.50	21.60	78.40		L.P.= 17.25
1/4"	6.300						I.P.= 15.92
No4	4.750	59.00	5.90	27.50	72.50		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu=
No10	2.000	56.00	5.60	33.10	66.90		D30= --- Cc=
No16	1.180						D60= 0.48
No20	0.850	41.00	4.10	37.20	62.80		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. = 2
No40	0.425	32.00	3.20	40.40	59.60		SUSCS : SC
No50	0.300						ASTHO : A-6
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	65.00	6.50	46.90	53.10		
No200	0.075	125.00	12.50	59.40	40.60		
BASE		406.00	40.60	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA - PERÚ
 M.S.C.A.
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 2

FECHA : 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	357.80
SUELO SECO + TARRO	gr	314.00
PESO DEL TARRO	gr	51.00
PESO DEL AGUA	gr	43.60
PESO DEL SUELO SECO	gr	263.00
HUMEDAD %	%	16.58

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	4	5	6	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	49.54	50.23	50.27	12.86	12.02
SUELO SECO + TARRO	gr	44.25	44.81	44.81	11.67	11.81
PESO DEL TARRO	gr	30.01	30.01	30.01	6.36	6.36
PESO DEL AGUA	gr	5.29	5.42	5.46	1.19	0.21
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.24	14.80	14.80	5.31	5.45
HUMEDAD %	%	37.15	36.62	36.89	22.41	3.85
N° DE GOLPES		27	20	14		
LIMITE LIQUIDO		36.26		LIMITE PLASTICO		13.13

INDICE PLASTICO : 23.13

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS - JULIACA
 D^a Arriado Yana Torres
 QIP: 103257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLOKER

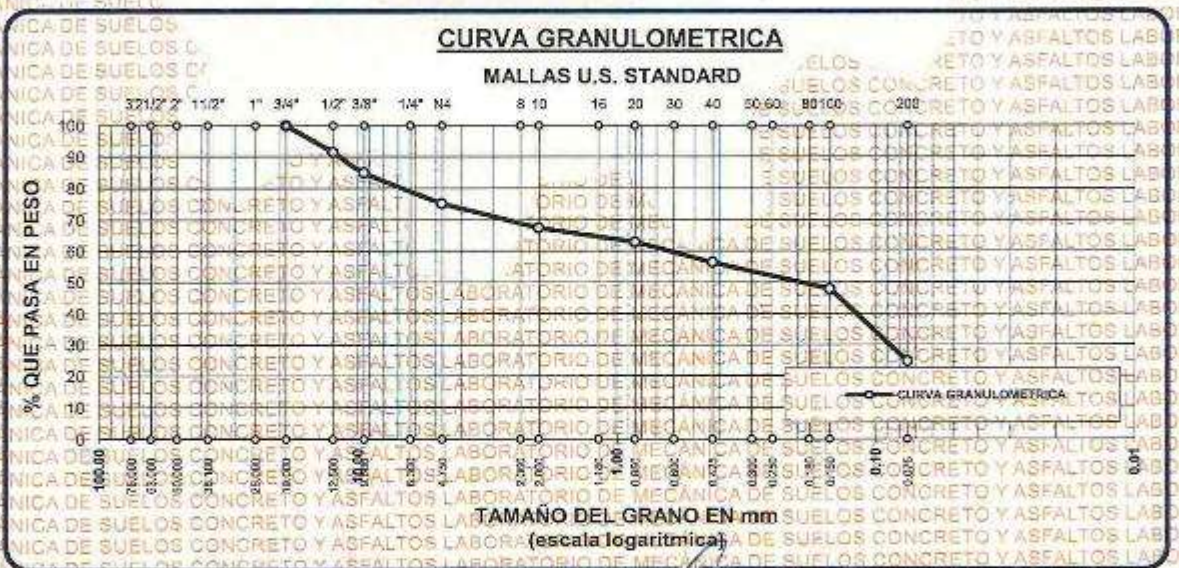
UBICACION: CIUDAD DE JULIACA

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 2

FECHA: 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
2 1/2"	63.000						P.L.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 753.00
1 1/2"	38.100						P.P.= 247.00
1"	25.000						%w = 10.58
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	85.00	8.50	8.50	91.50		L.L.= 36.28
3/8"	9.500	65.00	6.50	15.00	85.00		L.P.= 13.13
1/4"	6.300						I.P.= 23.13
No4	4.750	98.00	9.80	24.80	75.20		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu=
No10	2.000	78.00	7.80	32.60	67.40		D30= 0.092 Cc=
No16	1.180						D60= 0.66
No20	0.850	45.00	4.50	37.10	62.90		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. = 2
No40	0.425	65.00	6.50	43.60	56.40		SUSCS : SC
No50	0.300						ASSTHO : A-6
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	85.00	8.50	52.10	47.90		
No200	0.075	232.00	23.20	75.30	24.70		
BASE		247.00	24.70	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA			24.70				



INVESTIGACION NESTOR CACERES VELASQUEZ
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. DEPARTAMENTO DE JULIACA

Dr. Amalio Yano Torres
C.I.F. 103257



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

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 3

FECHA : 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	445.26
SUELO SECO + TARRO	gr	381.25
PESO DEL TARRO	gr	50.00
PESO DEL AGUA	gr	64.01
PESO DEL SUELO SECO	gr	331.25
HUMEDAD %	%	19.32

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			
		7	8	9	E	F		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	70.68	83.53	70.63	10.23	10.27		
SUELO SECO + TARRO	gr	63.14	74.25	63.25	9.23	9.24		
PESO DEL TARRO	gr	44.01	44.01	44.01	4.01	4.01		
PESO DEL AGUA	gr	7.54	9.28	7.38	1.00	1.03		
PESO DEL SUELO SECO	gr	19.13	30.24	19.24	5.22	5.23		
HUMEDAD %	%	39.41	30.69	38.36	19.16	19.69		
N° DE GOLPES		35	30	16				
LIMITE LIQUIDO :		36.26			LIMITE PLASTICO :		19.43	
INDICE PLASTICO :		16.83						

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 Dr. Anabelle Yana Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 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)

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

PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VIAS CON MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

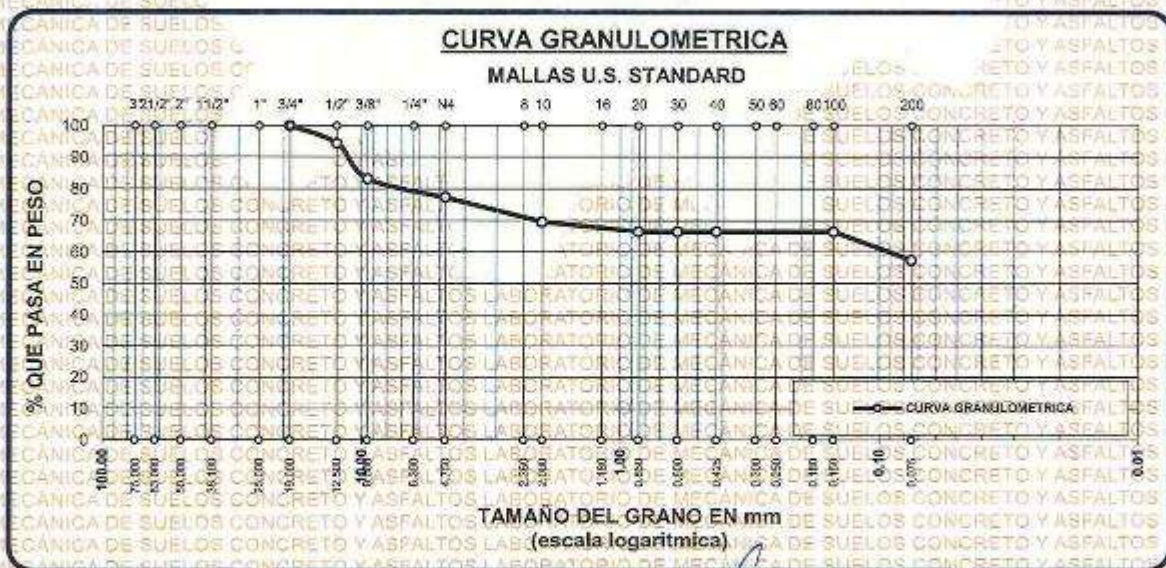
UBICACIÓN: CIUDAD DE JULIACA

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 3

FECHA: 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 812.00
1 1/2"	38.100						P.P.= 388.00
1"	25.000						% w = 19.32
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	56.00	5.60	5.60	94.40		L.L.= 36.26
3/8"	9.500	112.00	11.20	16.80	83.20		L.P.= 19.43
1/4"	6.300						I.P.= 16.83
No4	4.750	58.00	5.80	22.60	77.40		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No6	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	78.00	7.80	30.40	69.60		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.10
No20	0.850	95.00	9.50	39.90	60.10		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. = 2
No40	0.425	74.00	7.40	47.30	45.40		SUSCS : SC
No50	0.300						ASSTHO : A-6
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	65.00	6.50	53.80	66.48		
No200	0.075	74.00	7.40	61.20	57.43		
BASE		388.00	38.80	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnoldo Yana Torres
 C.P. 103257



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



PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO
 Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS
 EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE : BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : CALICATA 4
FECHA : 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	445.56
SUELO SECO + TARRO	gr	384.21
PESO DEL TARRO	gr	50.00
PESO DEL AGUA	gr	61.35
PESO DEL SUELO SECO	gr	334.21
HUMEDAD %	%	18.36

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		10	11	12	G	H
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	28.39	30.46	28.60	8.72	8.53
SUELO SECO + TARRO	gr	26.87	28.30	26.90	7.95	7.77
PESO DEL TARRO	gr	21.85	21.90	21.86	4.24	4.23
PESO DEL AGUA	gr	1.52	2.16	1.70	0.77	0.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.92	6.40	5.04	3.71	3.54
HUMEDAD %	%	30.89	33.75	33.73	20.75	21.47
N° DE GOLPES		35	28	15		

LIMITE LIQUIDO : 32.70 **LIMITE PLASTICO** : 21.11

INDICE PLASTICO : 11.59

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO
 Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS
 EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

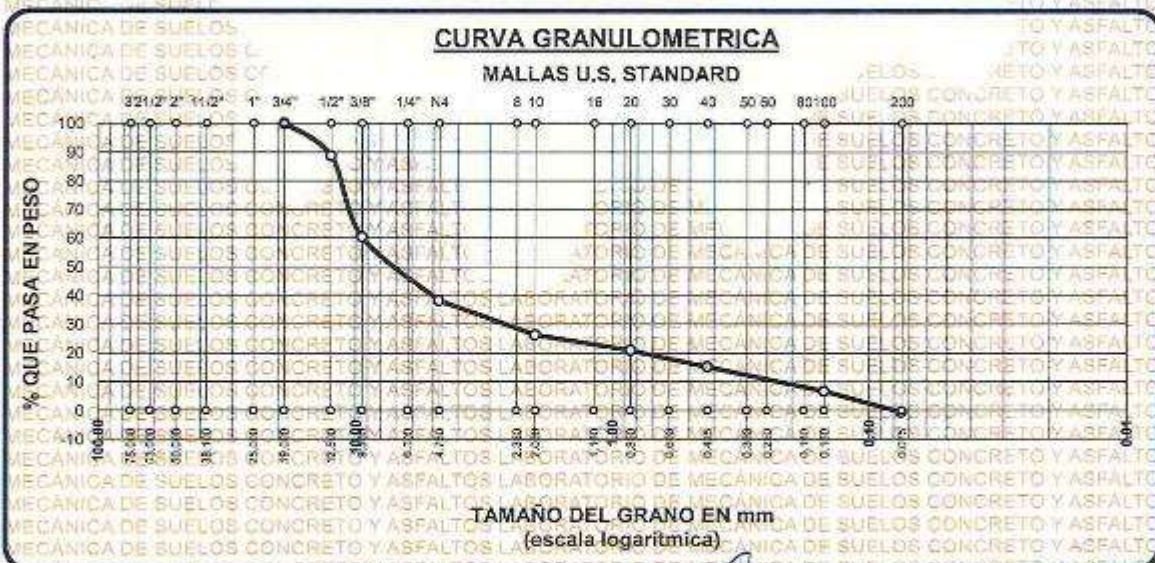
UBICACION : CIUDAD DE JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 4

FECHA : 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 697.00
1 1/2"	38.100						P.P.= 303.00
1"	25.000						% w = 18.36
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	56.00	11.20	11.20	88.80		L.L.= 32.70
3/8"	9.500	142.00	28.40	39.60	60.40		L.P.= 21.11
1/4"	6.300						I.P.= 11.59
No4	4.750	111.00	22.20	61.80	38.20		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= 0.254 Cu= 37.1
No10	2.000	119.00	11.90	73.70	26.30		D30= 2.855 Cc= 3.42
No16	1.180						D60= 9.41
No20	0.850	54.00	5.40	79.10	20.90		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. = 2
No40	0.425	56.00	5.60	84.70	15.30		SUSCS : SC
No 50	0.300						ASSTHO : A-6
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	85.00	8.50	93.20	6.80		
No200	0.075	74.00	7.40	100.60	-0.60		
BASE		303.00	30.30	130.90			
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA		30.30					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JULIACA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 QIP. 103257



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

PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 5

FECHA : 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	443.17
SUELO SECO + TARRO	gr	382.38
PESO DEL TARRO	gr	50.00
PESO DEL AGUA	gr	60.79
PESO DEL SUELO SECO	gr	332.38
HUMEDAD %	%	18.29

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	13	14	15	1	2	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	28.39	30.46	26.60	8.72	8.53
SUELO SECO + TARRO	gr	26.87	28.30	26.90	7.95	7.77
PESO DEL TARRO	gr	21.95	21.90	21.86	4.25	4.23
PESO DEL AGUA	gr	1.52	2.16	1.70	0.77	0.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.92	6.40	5.04	3.70	3.54
HUMEDAD %	%	30.89	33.75	33.73	20.81	21.47
N° DE GOLPES		34	28	10		
LIMITE LIQUIDO		32.20	LIMITE PLASTICO	21.14		

INDICE PLASTICO : 11.06

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. DE JULIACA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP-103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 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)

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

PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

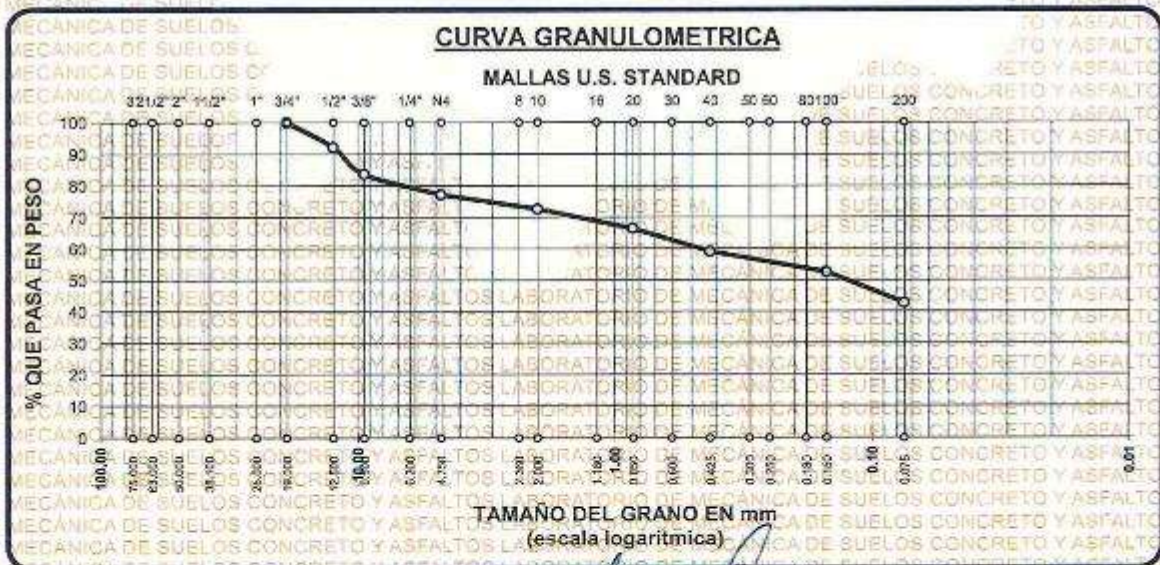
UBICACIÓN: CIUDAD DE JULIACA

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: CALICATA 5

FECHA: 19 DE DICIEMBRE DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 1000.00
2"	50.000						P.L.= 573.00
1 1/2"	38.100						P.P.= 427.00
1"	25.000						%w = 18.29
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	78.00	7.80	7.80	92.20		L.L.= 32.20
3/8"	9.500	85.00	8.50	16.30	83.70		L.P.= 21.14
1/4"	6.300						I.P.= 11.06
No4	4.750	65.00	6.50	22.80	77.20		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= — Cu= —
No10	2.000	45.00	4.50	27.30	72.70		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.45
No20	0.850	62.00	6.20	33.50	66.50		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. = 2
No40	0.425	74.00	7.40	40.90	59.10		SUSCS : SC
No50	0.300						ASSTHO : A-6
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	65.00	6.50	47.40	52.60		
No200	0.075	99.00	9.90	57.30	42.70		
BASE		427.00	42.70	100.00	0.00		
TOTAL		1000.00	100.00				
% PERDIDA			42.70				



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257

BIE: B006-00321204



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCÍAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	Bech: ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
UBICACIÓN	CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA	CALICATA 1
FECHA	20 DE DICIEMBRE DEL 2024

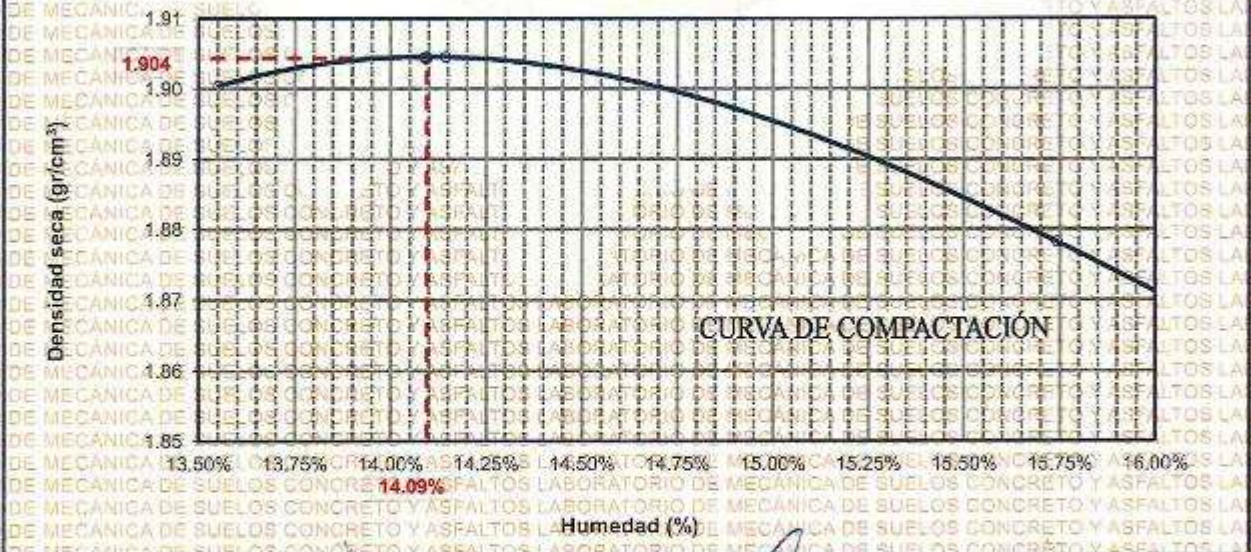
MOLDE No	LOS LABO	VOLUMEN DEL MOLDE	943 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6181	6186	6201	6201
Peso del Molde	gr.	4151	4151	4151	4151
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2030	2035	2050	2050
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.153	2.158	2.174	2.174

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	73.51	89.41	80.41	82.31	91.81	80.51	90.91	89.81
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.37	81.11	82.37	74.11	82.26	73.11	83.70	82.11
Peso del Agua	gr.	8.14	8.30	8.04	8.20	9.55	7.40	13.00	7.50
Peso de la Capsula	gr.	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Peso del Suelo Seco	gr.	47.37	43.11	84.37	56.11	64.26	55.11	65.70	84.11
% de Humedad	%	17.18%	18.25%	12.49%	14.61%	14.86%	13.43%	19.79%	11.70%
Promedio de Humedad	%	18.22%		13.55%		14.14%		15.74%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.821		1.900		1.905		1.878	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.904 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 14.09%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



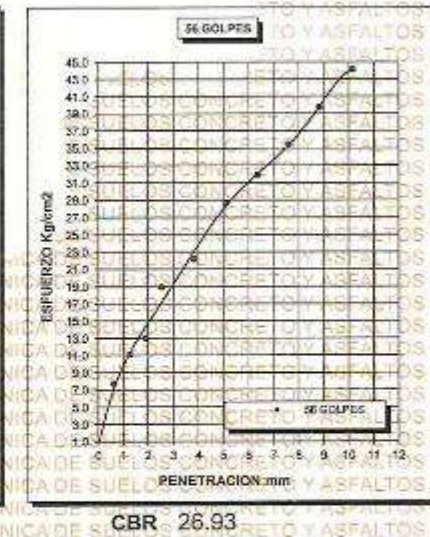
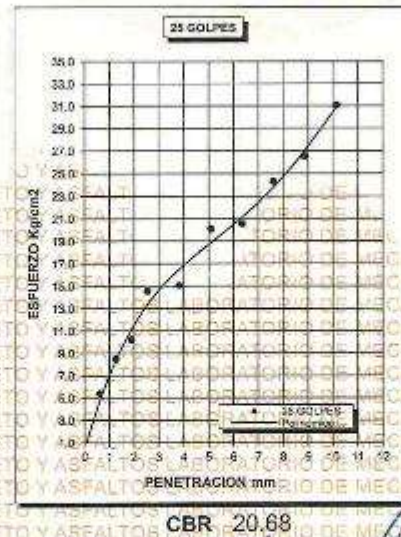
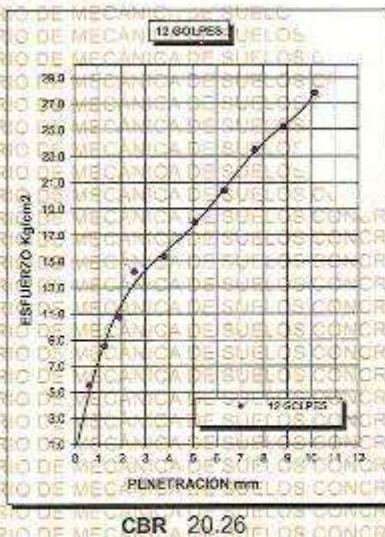
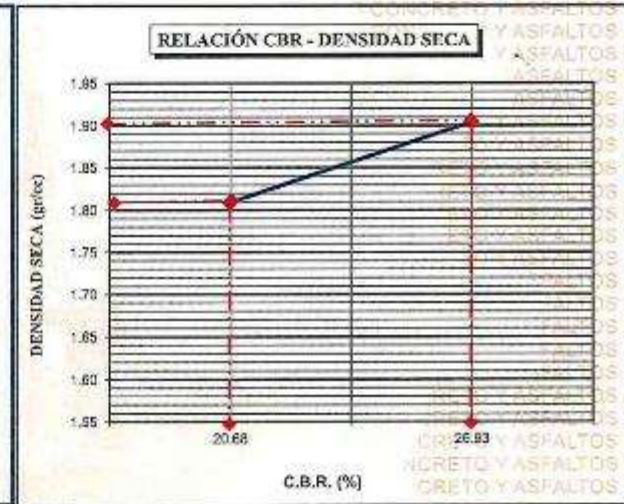
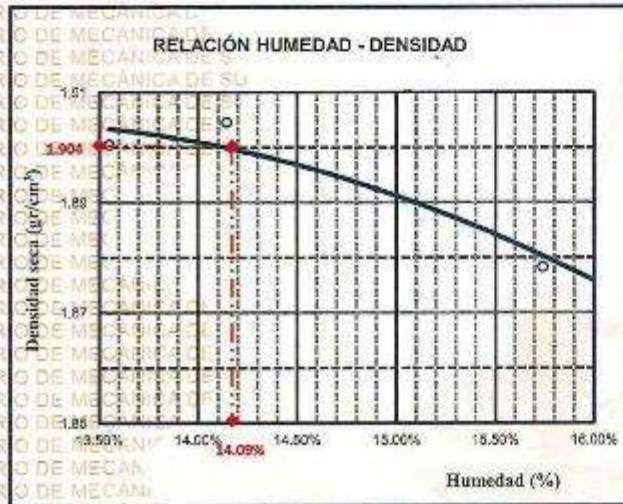
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C.A. EFATURA
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP/103257



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



PROYECTO : EFECTO DE LA CALZADA Y CAL HIDRATADA SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE DE LA AVENIDA HORACIO DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO : Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.904
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) 14.09%
MUESTRA : CALICATA - 1	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 26.93
FECHA : 20 DE DICIEMBRE DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 20.68
	CLASIFICACIÓN : SC
	AASHTO : A-6
	IG : 2



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA
 Dr. Atahualpa Yana Torres
 CIP 103257

BIE: B006-00321204



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER		
UBICACION	CIUDAD DE JULIACA		
MUESTRA	CALICATA 2		
FECHA	20 DE DICIEMBRE DEL 2024		

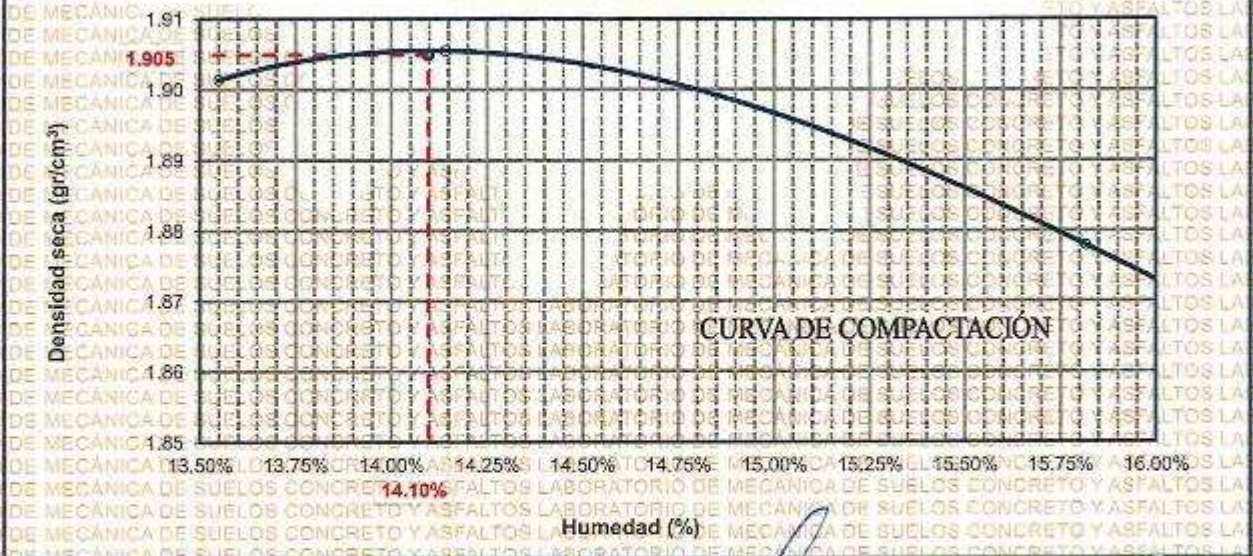
MOLDE No	LIOS LABO	VOLUMEN DEL MOLDE	943 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6182	6187	6202	6202
Peso del Molde	gr.	4151	4151	4151	4151
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2031	2036	2051	2051
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.154	2.159	2.175	2.175

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	73.52	69.21	80.42	82.32	91.82	80.52	90.92	89.82
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.38	61.72	82.36	74.12	82.27	73.12	83.20	82.12
Peso del Agua	gr.	8.14	8.09	8.04	8.20	9.55	7.40	13.00	7.50
Peso de la Capsula	gr.	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Peso del Suelo Seco	gr.	47.38	43.12	64.36	56.12	64.27	55.12	65.20	64.12
% de Humedad	%	17.18%	18.76%	12.49%	14.61%	14.86%	13.43%	19.94%	11.70%
Promedio de Humedad	%	17.97%		13.55%		14.14%		15.82%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.826		1.901		1.905		1.878	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.905 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 14.10%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



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

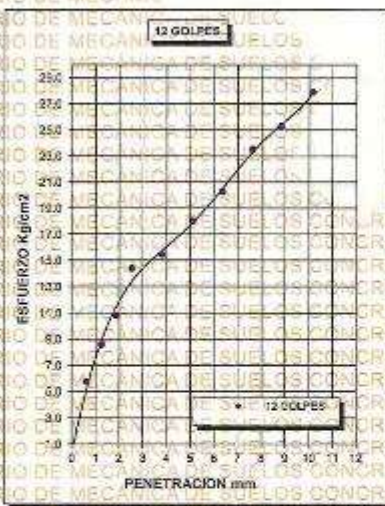
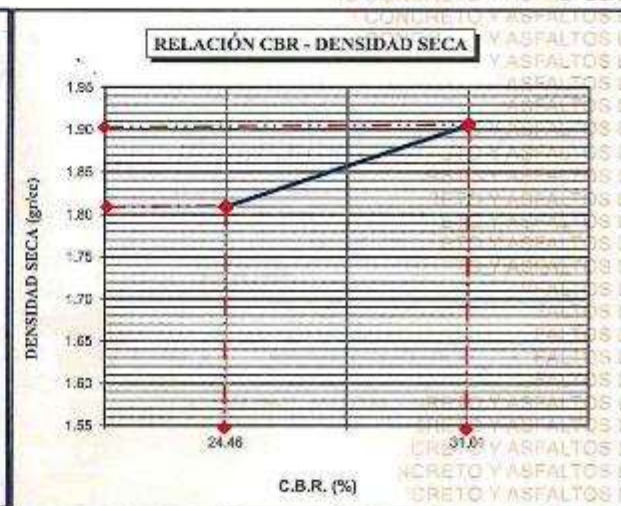
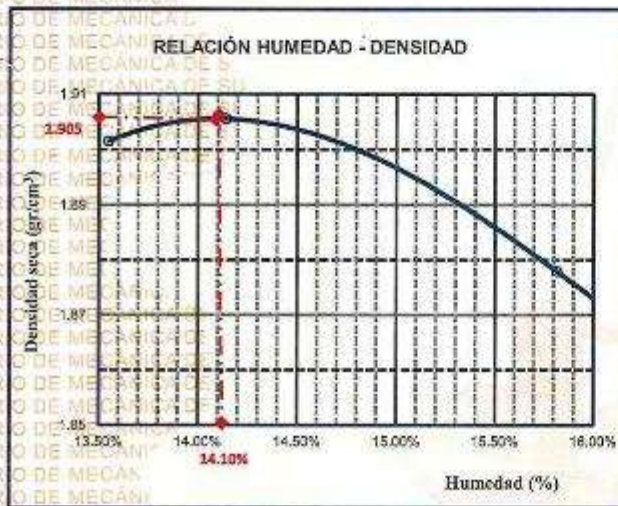
Dr. Arnaldo Yona Torres
OIP: 193257



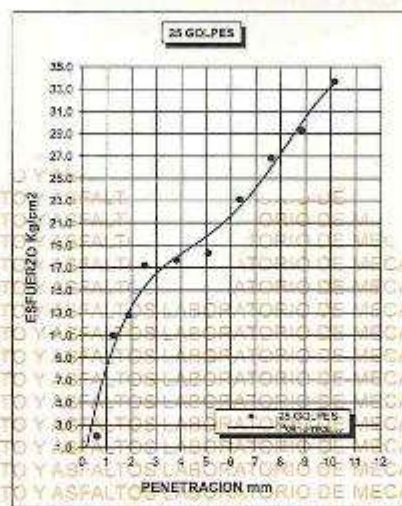
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



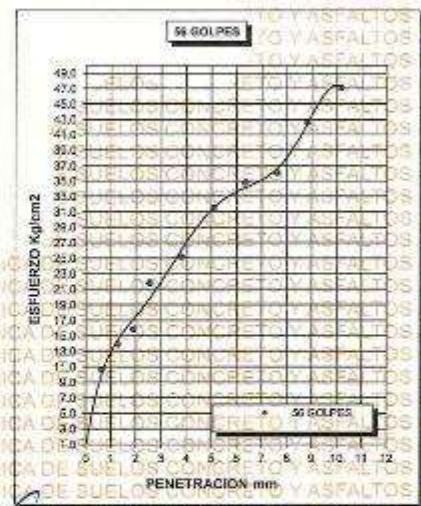
PROYECTO : EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITADO : Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1.905
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%): 14.10%
MUESTRA : CALICATA - 2	CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 31.01
FECHA : 20 DE DICIEMBRE DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 24.46
	CLASIFICACIÓN : SC
	AASHTO : A-6
	IG : 2



CBR 20.45



CBR 24.46



CBR 31.01



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

D. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257

BIE: B006-00321204



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCULAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
UBICACIÓN	CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA	CALICATA 3
FECHA	20 DE DICIEMBRE DEL 2024

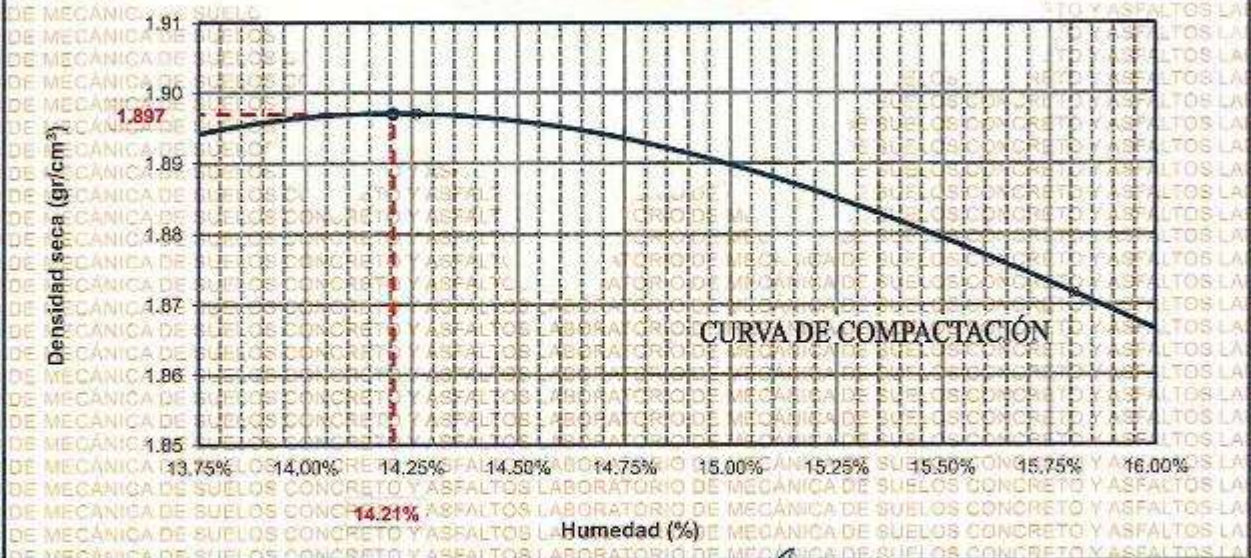
MOLDE No	105 LABO	VOLUMEN DEL MOLDE	943 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6174	6180	6195	6195
Peso del Molde	gr.	4151	4151	4151	4151
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2023	2029	2044	2044
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.145	2.152	2.168	2.168

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	73.46	69.16	80.38	82.26	91.76	80.46	90.86	89.58
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.26	61.01	82.28	74.01	82.15	73.01	85.59	82.01
Peso del Agua	gr.	8.20	8.15	8.10	8.25	9.81	7.45	13.00	7.55
Peso de la Capsula	gr.	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Peso del Suelo Seco	gr.	47.26	43.01	64.28	56.01	64.15	55.01	65.59	64.01
% de Humedad	%	17.35%	18.95%	12.61%	14.73%	14.98%	13.54%	19.82%	11.80%
Promedio de Humedad	%	18.15%		13.67%		14.26%		15.81%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.816		1.893		1.897		1.872	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.897 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 14.21%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



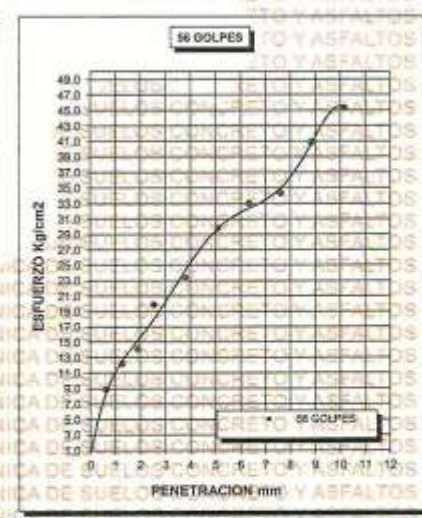
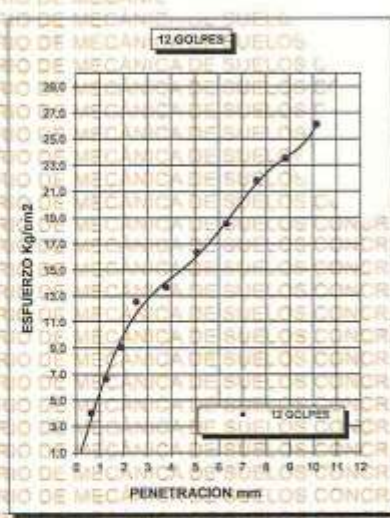
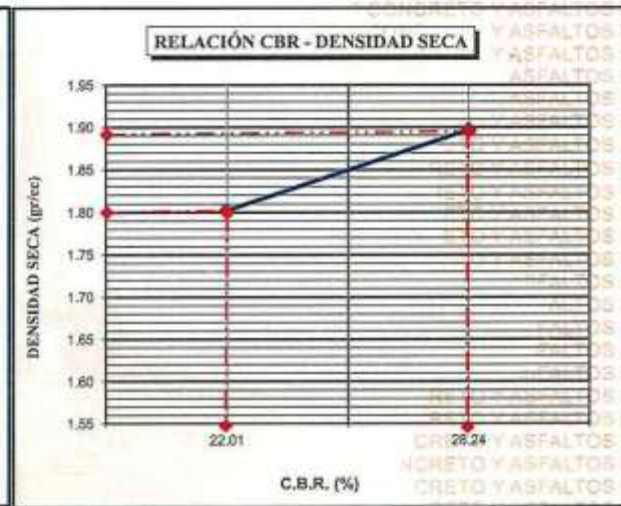
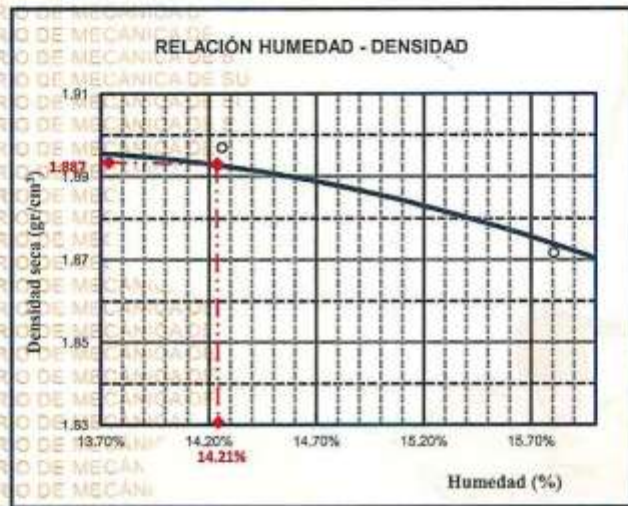
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C.A. HUARACHI
 Dr. Arnaldo Yana Torres
 C.I.P. 103257



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



EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VÍAS CON MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA		MÉTODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
PROYECTO :		MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.897
SOLICITADO :	Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14.21%
UBICACIÓN :	CIUDAD DE JULIACA	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	28.24
MUESTRA :	CALICATA - 3	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	22.01
FECHA :	20 DE DICIEMBRE DEL 2024	CLASIFICACIÓN :	SC
		AASHTO :	A-6
		EMBEBIDO :	2



CBR 17.85

CBR 22.01

CBR 28.24



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



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

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

TESIS	: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASPALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
UBICACIÓN	: CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 4
FECHA	: 20 DE DICIEMBRE DEL 2024

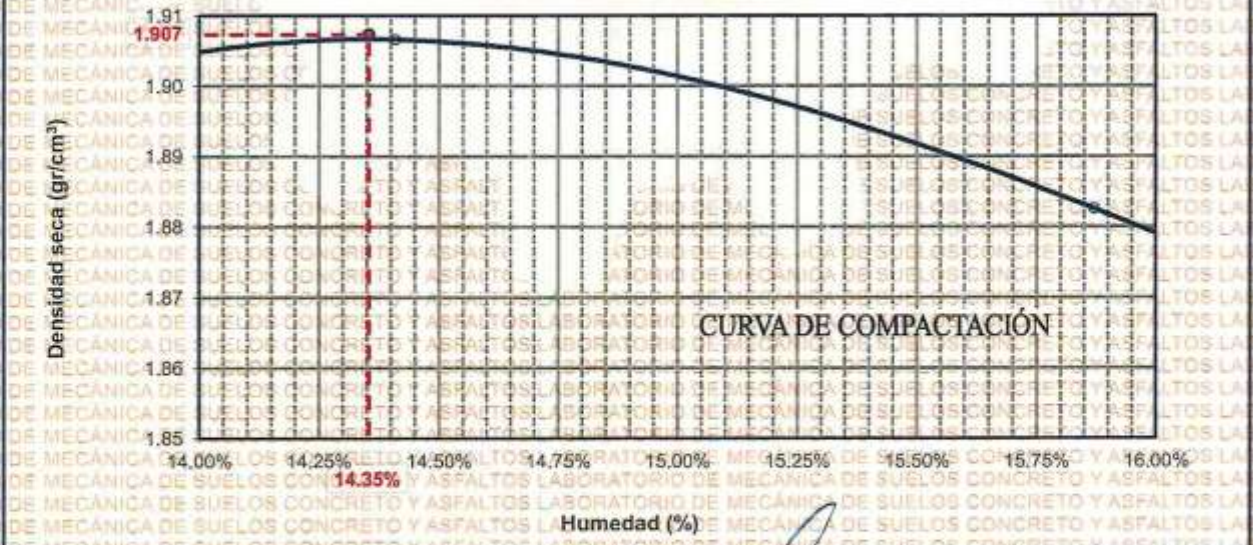
MOLDE No	: 1.19 LABE	VOLUMEN DEL MOLDE	: 943 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	6191	6193	6208	6208
Peso del Molde	gr.	4151	4151	4151	4151
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2040	2042	2057	2057
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.163	2.165	2.181	2.181

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	73.81	69.31	90.51	82.41	91.91	80.81	91.01	89.71
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.51	61.06	82.31	74.06	82.21	73.06	83.66	82.06
Peso del Agua	gr.	8.10	8.25	8.20	8.35	9.70	7.55	13.00	7.65
Peso de la Capsula	gr.	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Peso del Suelo Seco	gr.	47.51	43.06	64.31	56.06	64.21	55.06	65.66	64.06
% de Humedad	%	17.05%	19.18%	12.75%	14.89%	15.11%	13.71%	19.80%	11.94%
Promedio de Humedad	%	18.10%		13.82%		14.41%		15.87%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.832		1.902		1.907		1.883	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.907 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 14.35%

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



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

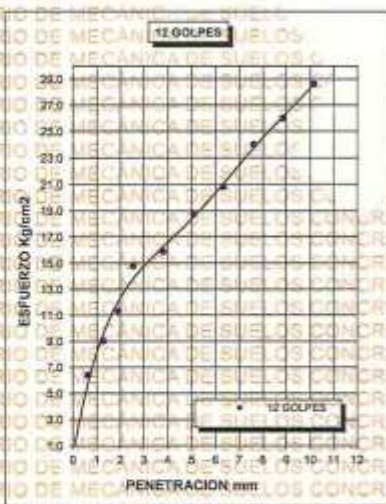
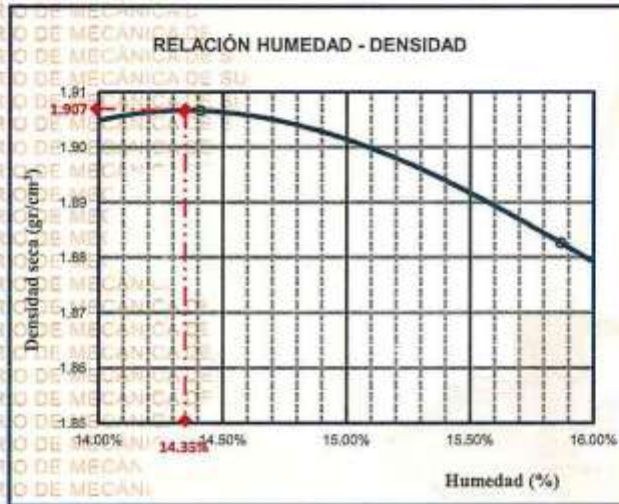
Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



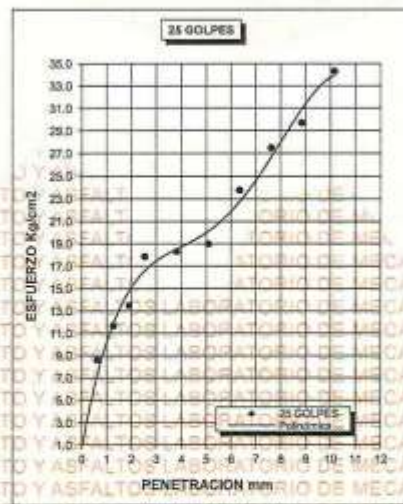
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



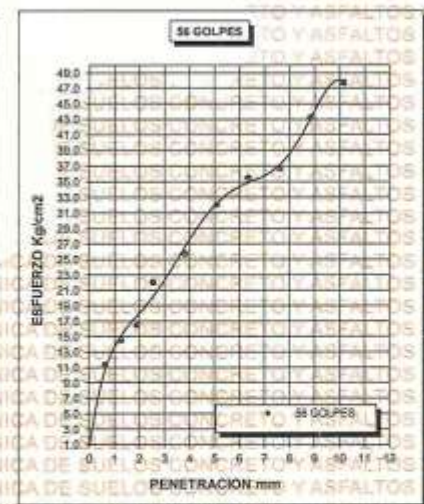
PROYECTO : EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-81
SOLICITADO : Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.907
UBICACIÓN : CIUDAD DE JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) 14.35%
MUESTRA : CALICATA - 4	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 31.36
FECHA : 20 DE DICIEMBRE DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 25.40
	CLASIFICACIÓN : SC
	AASHTO : A - 6
	EMBEBIDO : 2



CBR 21.03



CBR 25.40



CBR 31.36



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
 CIP. 103257



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



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

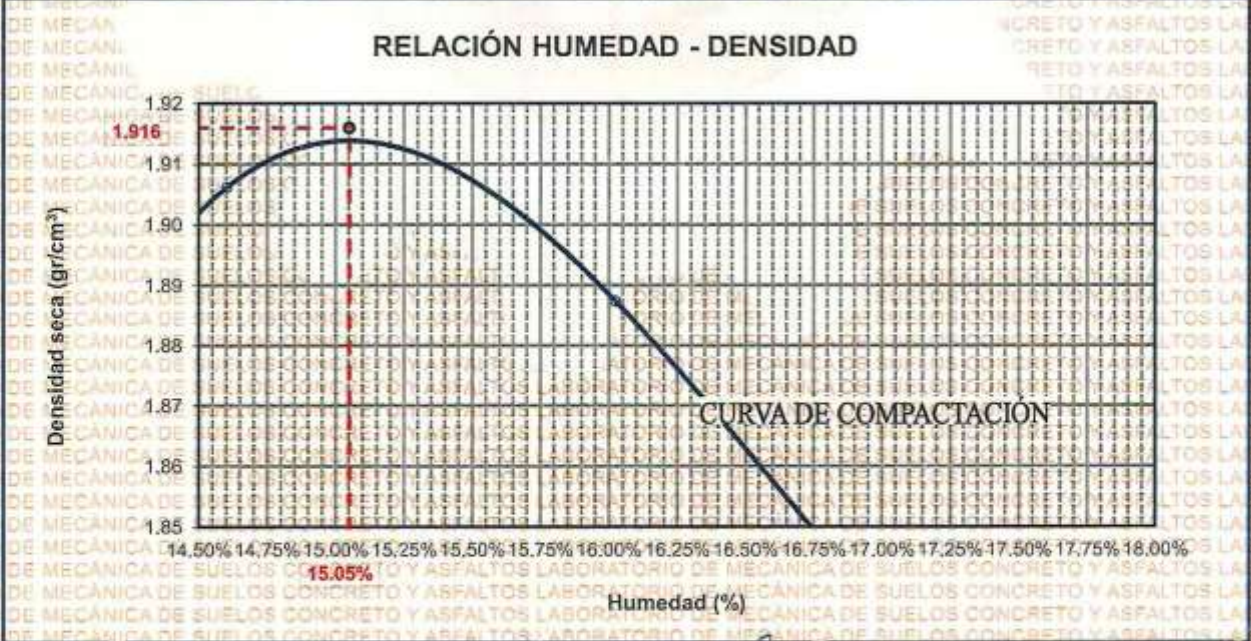
TESIS	: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
UBICACIÓN	: CIUDAD DE JULIACA
MUESTRA	: CALICATA 5
FECHA	: 20 DE DICIEMBRE DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 943 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	6196	6201	6211	6216
Peso del Molde	gr.	4151	4151	4151	4151
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2045	2050	2060	2065
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	2.169	2.174	2.185	2.190

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	73.71	69.41	90.61	82.51	92.01	80.71	81.11	89.81
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	65.41	60.81	82.11	73.81	82.21	73.06	83.61	82.01
Peso del Agua	gr.	8.30	8.60	8.50	8.70	9.80	7.65	13.00	7.80
Peso de la Capsula	gr.	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10
Peso del Suelo Seco	gr.	47.31	42.71	64.01	55.71	64.11	54.98	65.51	63.91
% de Humedad	%	17.54%	20.14%	13.28%	15.62%	15.29%	13.92%	19.84%	12.20%
Promedio de Humedad	%	18.84%		14.45%		14.60%		16.02%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.825		1.899		1.906		1.887	

METODO:	ASTM D - 1557	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.916 gr/cm ³
	MODIFICADO "C"	HUMEDAD OPTIMA	: 15.05%



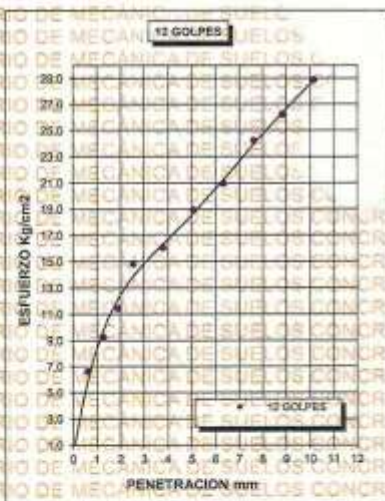
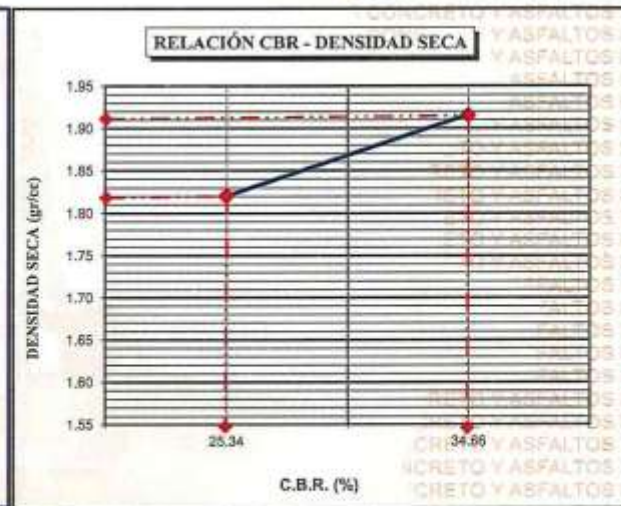
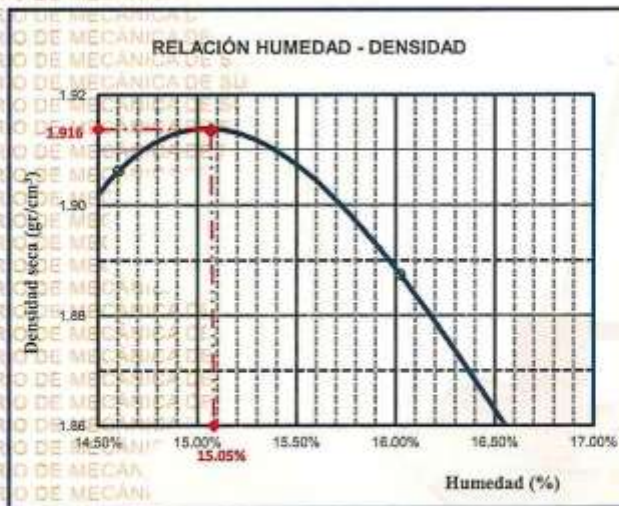
Dr. Arnaldo Yano Torres
 CIP. 103257



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



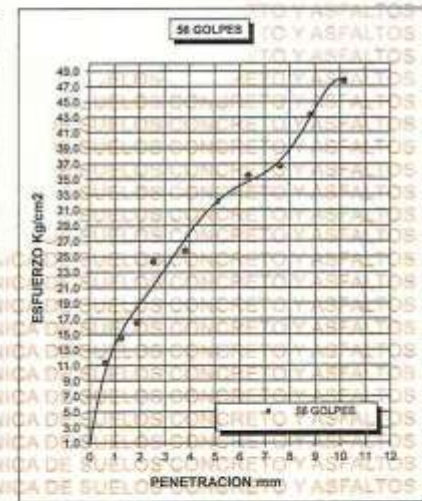
PROYECTO :	EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91
SOLICITADO :	Bach. ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.916
UBICACION :	CIUDAD DE JULIACA	HUMEDAD OPTIMA (%) 15.05%
MUESTRA :	CALICATA - 5	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 34.66
FECHA :	20 DE DICIEMBRE DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 25.34
		CLASIFICACION : SC
		AASHTO : A-6
		IG : 2



CBR 21.07



CBR 25.34



CBR 34.66



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 P.O.P. - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 Dr. Arnoldo Iano Torres
 CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUÑO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VÍAS CON MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

MUESTRA: TRAMO 01

FECHA: 23/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 01 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
ANCHO DE VIA (m) : 4,5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+100
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.0228	0.0021	0.002	0.018	0.69	0.784	1.5189	0.34%	0
5	L	13.44	24.15	41.16	25.6	46	78.4	228.75	50.83%	39
6	L	0.42	0.25	0.3	0.9	0.275	0.435	2.58	0.57%	5
7	L	0.09	0.14					0.23	0.05%	0
11	M	0.278						0	0.06%	4
11	H	0.0754						0.0754	0.02%	0
14	L	0.125	0.06	1.28	2.3	0.44		4.205	0.93%	14
15	L	0.104	0.08	0.085	0.084	0.055		0.388	0.09%	0
17	L	0.64						1	0.14%	0
18	L	13.44	24.15	41.16	25.6	45.724	78.4	228.474	50.77%	15
TOTAL VD										77

Valor deducido más alto	39
valor deducido menor	0
Numero máximo de valores deducidos	10

m	6.60	m = 1+ (998) (100-HDV) ** 10
Parte decimal	0.60	
Valor mínimo	0	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	39	15	14	5	4		77.0	5	40
2	39	15	14	5	2		75.0	4	42
3	39	15	14	2	2		72.0	3	46
4	39	15	2	2	2		60.0	2	44
5	39	2	2	2	2		47.0	1	47
MAX VDC									47

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI = 53 %

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 02
FECHA: 23/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 02 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+100
ANCHO DE VIA (m) : 4.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+200
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pullmiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Benma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
2	L	0.0319	0.006					0.0379	0.008%	0	
5	L	37.625	54.18	56.125	80.82			228.75	50.83%	39	
6	L	0.11	0.832					0.937	0.21%	4	
10	L	1.90	0.3					2.2	0.49%	0	
11	H	0.45						0.45	0.10%	9	
14	L	0.90	0.602	0.16	1.6			3.262	0.72%	11	
15	L	0.03	0.025					0.055	0.01%	0	
18	L	37.625	50.535	54.18	80.37			222.71	49.49%	15.5	
18	M	5.59						5.59	1.24%	10.5	
									TOTAL VD		89.00

Valor deducido mas alto	39
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	9

m	6.60
Parte decimal	0.60
Valor minimo	0

m = 1+ (998) (100-HDV) = < 10

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	39	15.5	10.5	11	9	4		89.0	6	44.00	
2	39	15.5	10.5	11	9	2		87.0	5	45.00	
3	39	15.5	10.5	11	2	2		80.0	4	45.00	
4	39	15.5	10.5	2	2	2		71.0	3	45.00	
5	39	15.5	2	2	2	2		62.5	2	46.00	
6	39	2	2	2	2	2		49.0	1	49.00	
									MAX VDC		49

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI = 51 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA.
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 03
FECHA: 24/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 03 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+200
ANCHO DE VIA (m) : 4.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+300
LONGITUD DE MUESTRA (m): 09+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Bordo	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.35	1.444	0.4255	0.703			2.92	0.65%	0.2
5	L	43.70	72.2	42.55	70.3			228.75	50.83%	38.7
10	L	0.11	0.15					0.26	0.06%	0
10	M	0.14						0.14	0.03%	0
11	L	0.00	0.0064					0.01	0.00%	0
11	M	0.79						0.79	0.17%	5.5
13	L	1.00	1					2.00	0.44%	17.8
14	L	0.95	0.925					1.88	0.42%	6.7
15	L	0.016						0.02	0.00%	0
18	L	43.7	72.2	42.55	69.5033			227.95	50.66%	15.8
TOTAL VD										84.7

Valor deducido mas alto	38.7
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	10

m	6.63	m = 1 + (998) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.63	
Valor minimo	0	

N°	=						VDT	q	VDC	
1	38.7	17.8	15.8	6.7	5.5	0.2		84.7	5	45
2	38.7	17.8	15.8	6.7	2	0.2		81.2	4	47
3	38.7	17.8	15.8	2	2	0.2		76.5	3	50
4	38.7	17.8	2	2	2	0.2		62.7	2	47
5	38.7	2	2	2	2	0.0		46.7	1	47
MAX VDC										50

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 50 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MÉSCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 04
FECHA: 24/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 04 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+300
ANCHO DE VIA (m) : 4,5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+400
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.41	1.11075				1.52	0.34%	0.20
5	L	40.83	74.05				114.88	25.53%	39.00
6	L	0.48					0.48	0.11%	4.00
7	L	0.58					0.58	0.13%	1.30
14	L	0.89					0.89	0.20%	6.40
15	L	0.06	0.02				0.08	0.02%	0.00
18	L	40.825	74.05				114.88	25.53%	15.80
TOTAL VD								66.7	

Valor deducido mas alto	39
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	7

m	6.60
Parte decimal	0.60
Valor minimo	0

$$m = 1 + (S/95) (100-HDV) \leq 10$$

N°								VDT	q	VDC
1	39	15.8	6.40	4	1.30	0.2		66.7	4	37
2	39	15.8	6.40	2	1.30	0.2		64.7	3	43
3	39	15.8	2	2	1.30	0.2		60.3	2	45
4	39	2	2	2	1.30	0.2		48.5	1	49
MAX VDC										49

INDICÉ DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 51 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACIÓN DE VIAS CON MEZCLAS ASFÁLTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 05
FECHA: 25/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 05 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+400
ANCHO DE VIA (m) : 4.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+500
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrillo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
2	L	0.71	0.24	1.35	0.23	0.018	0.22	2.77	0.62%	0.10	
5	L	33.25	6.84	15	16.75	5.328		79.17	17.59%	26.60	
6	L	0.50	2.4	16.2				19.10	4.24%	14.00	
7	L	0.48	0.20					0.68	0.15%	0.00	
10	L	13.90	12.70	0.4	0.9	0.1	4.6	32.60	7.24%	10.20	
11	M	1.44						1.44	0.32%	7.70	
14	L	0.13	0.57	0.555	5.625			6.88	1.53%	17.10	
15	L	0.02	0.03	0.008	0.025	0.0315		0.11	0.02%	0.00	
16	L	0.15						0.15	0.03%	0.00	
18	L	17.56	24.7	27.75	22.2			92.21	20.48%	11.40	
TOTAL VD											67.1

Valor deducido mas alto	26.6
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	10

m	7.74	m = 1+ (998) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.74	
Valor minimo	0	

N°								VDT	q	VDC
1	26.6	17.10	14.00	11.40	10.20	7.7	0.10	87.0	6	42
2	26.6	17.10	14.00	11.40	10.20	2	0.10	81.3	5	43
3	26.6	17.10	14.00	11.40	2	2	0.10	73.1	4	42
4	26.6	17.10	14.00	2	2	2	0.10	63.7	3	41
5	26.6	17.10	2	2	2	2	0.10	51.7	2	39
6	26.6	2	2	2	2	2	0.10	36.6	1	38
MAX VDC										43

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI = 57 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: BUENO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER

MUESTRA: TRAMO 06

FECHA: 25/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 06 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+500
ANCHO DE VIA (m) : 4.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+600
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pullmiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBD	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.45	0.065	0.45	0.625	0.9	2.49	0.55%	0.10
5	L	7.50	21.6	8.5	32.4		70.00	15.56%	25.30
8	L	4.34	3	0.28			7.62	1.69%	7.20
7	L	0.10	2.40				2.50	0.56%	1.70
10	L	2.50	0.20	1			3.70	0.82%	0.00
11	L	0.30	0.04	0.24			0.58	0.13%	0.00
14	L	0.62	0.75				1.37	0.30%	5.10
18	L	31.25	45	62.5	89.42		228.17	50.70%	15.80
TOTAL VD									55.2

Valor deducido mas alto	25.3
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	8

m	7.86
Parte decimal	0.86
Valor minimo	0

m = 1 + (5/98) (100-HDV) <= 10

N°	1	2	3	4	VDT	q	VDC	
1	25.3	15.80	7.20	5.10	1.70	0.1	55.2	
2	25.3	15.80	7.20	2	1.70	0.1	52.1	
3	25.3	15.80	2	1	1.70	0.1	45.9	
4	25.3	2	2	2	1.70	0.1	33.1	
							MAX VDC	36

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) = $100 - (\text{MaxVDC} \text{ o } \text{Total VD})$
PCI = 64 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: BUENO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUÑO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 07
FECHA: 25/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 07 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+800
ANCHO DE VIA (m) : 4.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+700
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parcheo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.02	0.0025	0.0049	0.0081			0.04	0.01%	0.00
5	L	6.25	2.25	7.2	2.4	15	8	41.10	9.13%	16.60
6	L	12.00	1.5					13.50	3.00%	10.70
6	M	51.00						51.00	11.33%	42.50
7	L	3.60						3.60	0.80%	2.00
10	L	2.40	0.18	3.8				6.38	1.42%	1.50
10	M	6.80	1.00	1	3.5			12.10	2.89%	12.20
11	L	0.01	0.00	0.0025				0.01	0.00%	0.00
15	L	0.75	654.00					654.75	145.50%	0.00
18	L	30.00	43.2	63.75	63			199.95	44.43%	15.20
18	M	24						24.00	5.33%	18.20
TOTAL VD										118,90

Valor deducido mas alto	42.5
valor deducido menor	0
Numero máximo de valores deducidos	11

m	6.28
Parte decimal	0.28
Valor mínimo	0

$$m = 1 + (998) (100 - HDV) \leq 10$$

N°	=	VDT	g	VDC							
1	42.5	18.2	16.80	15.20	12.20	10.7	0.56	0.42	115.4	6	57
2	42.5	18.2	16.80	15.20	12.20	2	0.56	0.42	106.7	5	57
3	42.5	18.2	16.80	15.20	2	2	0.56	0.42	96.5	4	58
4	42.5	18.2	16.80	2	2	2	0.56	0.42	83.3	3	54
5	42.5	18.2	2	2	2	2	0.56	0.42	68.7	2	52
6	42.5	2	2	2	2	2	0.56	0.42	52.5	1	54
MAX VDC											58

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 42 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 08
FECHA: 26/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 08 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+800
ANCHO DE VIA (m) : 4.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+900
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borda	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.02	0.06	0.01				0.09	0.02%	0.00
5	L	3.00	14.8	12	11.1			40.90	9.09%	19.00
6	L	25.00	0.72	1.05				26.77	5.95%	16.50
6	M	9.00						9.00	2.00%	16.30
10	L	0.10						0.10	0.02%	0.00
10	M	0.30						0.30	0.07%	0.00
11	L	0.02	0.44	3.243	0.3	0.006	0.005	4.02	0.89%	4.00
11	M	0.49						0.49	0.11%	4.50
15	L	0.05						0.05	0.01%	0.00
17	L	0.84	0.54					1.38	0.31%	0.00
18	L	11.25	60	46.25	92.5			210.00	46.67%	15.50
TOTAL VD										77.8

Valor deducido mas alto	19
valor deducido menor	0
Numero máximo de valores deducidos	11

m	8.44	m = 1+ (9/8) (100-HDV) <= 10
Parte decimal	0.44	
Valor minimo	0	

N°	19	18.50	16.30	15.50	4.50	4.0		VDI	q	VDC
1	19	18.50	16.30	15.50	4.50	4.0		77.80	6	38
2	19	16.30	16.30	15.50	4.50	2		73.80	5	39
3	19	16.30	16.30	15.50	2	2		71.10	4	41
4	19	16.30	16.30	2	2	2		57.80	3	38
5	19	16.30	2	2	2	2		43.30	2	33
6	19	2	2	2	2	2		29.00	1	28
MAX VDC										41

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) = 100-(MaxVDC e Total VD)
PCI = 59 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: BUENO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERRES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MEZCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE: BACHILLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 09
FECHA: 27/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 09 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+900
ANCHO DE VIA (m) : 4,5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pulimiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Borde	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Barma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0,13	0,04	0,893	0,7035	0,04	1,37	3,18	0,71%	0,00
5	L	5,00	5	5	5	28,8	14,4	63,20	14,04%	21,00
6	L	0,40	0,8	0,8	3,3			5,30	1,18%	5,80
7	H	9,00						9,00	2,00%	14,50
10	L	3,40	0,19					3,59	0,80%	0,00
10	H	0,19						0,19	0,04%	0,00
11	L	0,01						0,01	0,00%	0,00
11	M	0,99						0,99	0,22%	6,20
11	H	0,04						0,04	0,01%	0,00
14	L	0,38						0,38	0,08%	1,70
17	L	0,72						0,72	0,16%	0,00
18	L	3,6	20					23,60	5,24%	4,80
TOTAL VD									54	

Valor deducido mas alto	21
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	12

m	8,26
Parte decimal	0,26
Valor mínimo	0

$$m = 1 + (598 / (100 - HDV)) < 10$$

N°	=						VDT	q	VDC
1	21	14,50	6,20	5,80	4,80	1,7	54,0	5	26
2	21	14,50	6,20	5,80	2	1,7	51,2	4	27
3	21	14,50	6,20	2	2	1,7	47,4	3	29
4	21	14,50	2	2	2	1,7	43,2	2	32
5	21	2	2	2	2	1,7	30,7	1	31
MAX VDC									32

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 68 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: BUENO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA SALIDA PUNO Y PROPUESTA DE REPARACION DE VIAS CON MESCLAS ASFALTICAS EN LA CIUDAD DE JULIACA.
SOLICITANTE: BAGHELLER ANTHONY RICK HUARACHI FLUKER
MUESTRA: TRAMO 10
FECHA: 27/12/2024

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: TRAMO - 10
ANCHO DE VIA (m): 4.5
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+100
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 01+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 01+100
AREA DE LA UNIDAD (m2): 450

N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNID
1	Piel de Cocodrilo	PDC	m2	11	Parqueo	PAR	m2
2	Exudación	EXU	m2	12	Pullmiento de Agregado	PUL	m2
3	Agrietamiento en bloque	AEB	m2	13	Huecos	HUC	und
4	Abultamientos y hundimientos	AHU	m	14	Cruce de la vía férrea	CFE	m2
5	Corrugación	COG	m2	15	Ahuellamiento	AHT	m2
6	Depresión	DPS	m2	16	Desplazamiento	DPT	m2
7	Grieta de Bordo	GBO	m	17	Grieta Parabolica	GRP	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJU	m	18	Hinchamiento	HIN	m2
9	Desnivel Carril / Berma	DES	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEA	m2
10	Grieta Longitudinales / Transversales	GTR	m				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	0.01	0.16	0.03			0.20	0.04%	0.00	
5	L	20.00	15	21.6			56.60	12.58%	22.80	
6	L	1.35	1.36	0.65			3.36	0.75%	4.70	
10	L	3.00	2.00				5.00	1.11%	0.50	
11	L	0.01	0.02	3.456			3.48	0.77%	3.40	
11	H	0.79					0.79	0.17%	12.00	
13	L	1.00	1.00				2.00	0.44%	17.80	
14	L	1.25					1.25	0.28%	4.70	
16	L	18.25	31.25				49.50	11.00%	8.40	
TOTAL VD									74.3	

Valor deducido mas alto	22.8
valor deducido menor	0
Numero maximo de valores deducidos	9

m	8.09	m = 1+ (998) (100-NDV) =< 10
Parte decimal	0.09	
Valor minimo	0	

N°	22.8	17.80	12.00	8.40	4.70	3.4	0.50	VDT	q	VDC
1	22.8	17.80	12.00	8.40	4.70	2	0.50	69.1	6	32
2	22.8	17.80	12.00	8.40	4.70	2	0.50	67.7	5	35
3	22.8	17.80	12.00	8.40	2	2	0.50	65.0	4	36
4	22.8	17.80	12.00	2	2	2	0.50	56.6	3	39
5	22.8	17.80	2	2	2	2	0.50	48.8	2	36
6	22.8	2	2	2	2	2	0.50	32.8	1	34
MAX VDC										39

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI = 61 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: BUENO



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 16-10-2025

1. Datos del autor (es):

Form fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Palabras claves, etc.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 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 - P50


Firma de Autor



huella digital

16-10-2025

Fecha