

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ESTUDIO DEL INDICE DE DETERIORO EN PAVIMENTOS  
BASICOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO CON LA  
APLICACIÓN DEL METODO DE EVALUACION  
SUPERFICIAL VIZIR EN LA REGION – PUNO- 2017**

PRESENTADO POR

Bach. RAUL HENRY MOROCCO LOPEZ.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

JULIACA -- PERÚ

2017



**UAP** | **UNIVERSIDAD  
ALAS PERUANAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## ACTA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Juliaca, siendo las 11:00 horas del día 19 de agosto del 2017, en el Salón de Grados de la Universidad Alas Peruanas y bajo la Presidencia del **Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI**, se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil por la modalidad de **Sustentación de Tesis**.

En la que el Bachiller: **MOROCCO LOPEZ, RAUL HENRY**

Sustentó la Tesis de Ingeniería:

*Tesis*

**“ESTUDIO DEL ÍNDICE DE DETERIORO EN PAVIMENTOS BÁSICOS  
DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO CON LA APLICACIÓN DEL  
MÉTODO DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL VIZIR EN LA REGIÓN -  
PUNO - 2017”**

Ante el jurado integrado por los señores catedráticos:

<b>Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI</b>	<b>(Presidente)</b>
<b>Ing. ALFREDO PONCE FLORES</b>	<b>(Miembro)</b>
<b>Ing. GILMER SALAS MADERA</b>	<b>(Secretario)</b>

Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

*APROBADO POR UNANIMIDAD*

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el señor Presidente y los demás miembros del Jurado.

  
Mg. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI  
Presidente  
CIP: 189445

  
Ing. GILMER SALAS MADERA  
Secretario  
CIP: 86417

  
Ing. ALFREDO PONCE FLORES  
Miembro  
CIP: 73698

## Formulario de Autorización de Registro y Publicación de Producción Académica en el Repositorio Institucional de la UAP

### A LOS AUTORES Y CREADORES DE NUESTRA UNIVERSIDAD:

En la actualidad los Repositorios Institucionales representan una estrategia de información y comunicación de las instituciones académicas, el formar parte de un Repositorio Institucional, contribuye a fomentar el nivel de competitividad, visibilidad, imagen pública y relevancia de un investigador y la posibilidad de ser consultado y difundido mundialmente, a través de su obra, mediante un archivo de formato electrónico.

Al depositar su obra en el Repositorio Institucional UAP, el autor concede a la Universidad Alas Peruanas S.A., una Licencia no exclusiva sobre su creación y el logro del propósito enunciado.

Datos del Autor			
Nombre y Apellidos:	<i>PAUL HENRY MOROLLO LÓPEZ.</i>		
DNI:	<i>42226524</i>	Teléfono:	<i>981770018</i>
E-Mail:	<i>henrymorollo@hotmail.com.</i>		
Datos de la Investigación			
<input type="checkbox"/>	Trabajo académico		
<input type="checkbox"/>	Trabajo de Investigación		
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis		
<input type="checkbox"/>	Artículo Académico		
<input type="checkbox"/>	Libros y/o Capítulos de Libro		
<input type="checkbox"/>	Otros, especificar en Anexo "A" adjunto. ( Ver Cuadro)		
Título:	<i>"ESTUDIO DEL ÍNDICE DE DEGRADACIÓN EN PAVIMENTOS BASES DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO CON LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL VIBRA EN LA REGIÓN - PUNO - 2017"</i>		
Asesor:	<i>ING. JUAN VARGAS RAMOS</i>		
Año:	<i>2017</i>	Carrera Profesional:	<i>INGENIERÍA CIVIL.</i>
Licencias			

**A. Licencia estándar:**

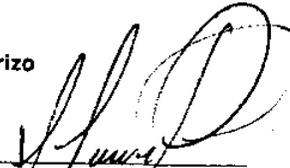
Bajo los siguientes términos, autorizo el registro y publicación en acceso abierto de mi Artículo / Trabajo de Investigación / Artículos Académicos/ Libros y/o capítulos de libro/ Tesis en el Repositorio institucional de la Universidad Alas Peruanas. Con esta autorización de depósito de mi Artículo / Trabajo de Investigación / Tesis, entre otros, otorgo a la Universidad Alas Peruanas S.A., una licencia no exclusiva para reproducir (en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación), distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi Trabajo de Artículo / Trabajo de Investigación / Tesis (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de Tesis UAP, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

Declaro que el presente Artículo / Trabajo de Investigación / Artículos Académicos/ Libros y/o capítulos de libro /Tesis, es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Alas Peruanas consignará el nombre del/los autor/es de la tesis, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la presente licencia.

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

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente de acceso abierto
- Sí, autorizo que se deposite y publique de acceso abierto partir de la fecha:
- 01 Año
- 02 Años
- 03 Años
- NO, Autorizo

  
FIRMA

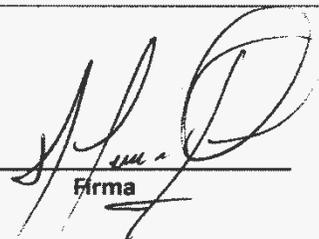
28/08/17  
FECHA

\* Lo siguiente es OPCIONAL, pero es importante porque el licenciamiento Creative Commons fija las condiciones de uso de su tesis en la Web. Si desea obviar esta parte, vaya a la última hoja del formulario, coloque su firma y fecha para completar su autorización.

**B. Licencia Creative Commons: Otorgamiento de una licencia Creative Commons**

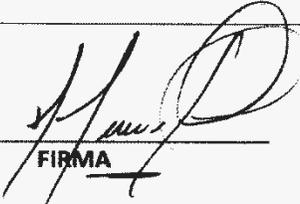
Si usted concede una licencia Creative Commons sobre su tesis, mantiene la titularidad de los derechos de autor de ésta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de ésta, siempre y cuando reconozcan la autoría correspondiente, bajo las condiciones siguientes:

MARQUE	TIPO LICENCIA	DESCRIPCIÓN
X	 Reconocimiento CC BY	Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.
	 Reconocimiento- CompartirIgual CC BY-SA	Esta licencia permite a otros re-mezclar, modificar y desarrollar sobre tu obra incluso para propósitos comerciales, siempre que te atribuyan el crédito y licencien sus nuevas obras bajo idénticos términos. Cualquier obra nueva basada en la tuya, lo será bajo la misma licencia, de modo que cualquier obra derivada permitirá también su uso comercial.
	 Reconocimiento- SinObraDerivada CC BY-ND	Esta licencia permite la redistribución, comercial y no comercial, siempre y cuando la obra no se modifique y se transmita en su totalidad, reconociendo su autoría.
	 Reconocimiento- NoComercial CC BY-NC	Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.
	 Reconocimiento- NoComercial- CompartirIgual CC BY-NC-SA	Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, siempre y cuando le reconozcan la autoría y sus nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.
	 Reconocimiento- NoComercial- SinObraDerivada CC BY-NC-ND	Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales, sólo permite que otros puedan descargar las obras y compartirlas con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se pueden cambiar de ninguna manera ni se pueden utilizar comercialmente.

  
Firma

28/08/17  
Fecha

Datos del Autor			
Nombre y Apellidos:	RAÚL HENRY MOROCCO LÓPEZ.		
DNI:	42226524	Teléfono:	981770018
E-Mail:	henrymorocco@hotmail.com.		
Datos de la Investigación			
<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico		
<input type="checkbox"/>	Trabajo de Investigación		
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis		
<input type="checkbox"/>	Artículo Académico		
<input type="checkbox"/>	Libros y/o Capítulos de Libro		
<input type="checkbox"/>	Otros, especificar en Anexo "A" adjunto. (Ver Cuadro)		
Título:	"ESTUDIO DEL ÍNDICE DE DETERIORO EN PAVIMENTOS BÁSICOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO CON LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN SUPERFICIAL VIBR EN LA REGIÓN PUNO-2017"		
Asesor:	ING. JUAN VARGAS RAMOS.		
Año:	2017	Carrera Profesional:	INGENIERÍA CIVIL.
Declaratoria			
<p>Declaro que he leído este Artículo / Trabajo de Investigación / Tesis en su totalidad referenciado en este documento, he hecho la revisión y corrección de estilo del presente trabajo de tesis considerando lo señalado en la Guía y Manual de Tesis de la Universidad Alas Peruanas y del Manual de Estilo de la APA, versión en inglés.</p> <p>Asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y soy consciente que este compromiso de fidelidad tiene connotaciones académicas y éticas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Alas Peruanas.</p>			




---

 FIRMA

28/08/17

---

 FECHA

**CUADRO: TIPOS DE DOCUMENTOS PARA INCLUIR (ANEXO A)**
**DRIVER 2.0 Actualizado 29 de Agosto 2016**

info:eu-repo/semantics/article	Artículo científico	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/doctoralThesis	Tesis doctorado	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/mastherThesis	Tesis de Maestría	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/bachelorThesis	Tesis de Bachiller	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/report	Reporte	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/book	Libro	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/monograph	Monografía	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/bookPart	Capítulo o parte de un libro	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/review	Revisión	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/conferenceObject	Conferencia	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/lecture	Presentación	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/patent	Patente	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/workingPaper	Working paper	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/tchnicalDocumentation	Documentos Técnicos	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/dataset	Datos	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/software	Sistemas Informáticos	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/Video	Videos	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/contributionToPeriodical	Contribución no académica	<input type="checkbox"/>
info:eu-repo/semantics/other	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su ejemplo de lucha, a mi esposa, a mis hijos André Raúl y Yan Piero Henry y a mi familia por su cariño, confianza y consejos que me dan en mi formación profesional, a los docentes, amigos, por apoyo y orientación constante. A todos ellos se los agradezco.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi mayor gratitud hacia todos mis docentes ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, también agradezco a mis familiares porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante.

## RESUMEN

Hoy en día en Perú muchas vías se encuentran deterioradas sin atención alguna tal es el caso de la vías de la región Puno, afectando directamente a los usuarios; generando incomodidad, exposición a los accidentes e incremento en los costos operacionales de los vehículos, por ello esta investigación evalúa esta vía de pavimento flexible con la metodología VIZIR para determinar el estado situacional de la vía, en ese contexto es necesario evaluar los pavimentos de bajo volumen de tránsito en la región Puno, ya que existe vías que presentan fallas en su estructura y por ende el servicio de estas es deficiente. El objetivo principal de este estudio fue Evaluar el índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno - 2017. Metodológicamente el estudio es de tipo explicativo, se ha recolectado los datos con instrumentos estandarizados (fichas de evaluación) el estudio ha sido orientado a evaluar mediante el método VIZIR para evidenciar los deterioros y agrietamientos de la estructura de los pavimentos, por la naturaleza de estudio es no experimental. De los resultados obtenidos con relación al diagnóstico vial realizado mediante el procedimiento de la metodología VIZIR, en la zona de estudio se concluye que la vía presenta en la actualidad una calificación final de todo el tramo en estudio es de 3.6 dando lugar a la calificación de marginal. Esto permite tomar las acciones de conservación del pavimento básico, para el buen funcionamiento de las vías de comunicación.

Palabras clave: Índice de deterioro, Pavimentos básicos, Método de evaluación

## ABSTRACT

Today in Peru many roads are deteriorated without any attention such is the case of the roads of the Puno region, directly affecting users; Generating discomfort, exposure to accidents and increase in the operational costs of vehicles, so this research evaluates this flexible pavement road with the VIZIR methodology to determine the situational condition of the road, in that context it is necessary to evaluate the low pavements Volume of traffic in the Puno region, since there are routes that present faults in its structure and therefore the service of these is deficient. The main objective of this study was to evaluate the deterioration rate of basic low - volume road surfaces with the application of the VIZIR surface evaluation method in the Puno Region - 2017. Methodologically the study is an explanatory type, the data were collected with Standardized instruments (evaluation sheets) the study has been oriented to evaluate by the VIZIR method to evidence the deterioration and cracking of the structure of the pavements, by the nature of the study is non-experimental. From the results obtained in relation to the road diagnosis performed using the VIZIR methodology, in the study area it is concluded that the road currently has a final rating of the entire section under study is 3.6, giving rise to the qualification of marginal. This allows to take the actions of conservation of the basic pavement, for the good functioning of the communication channels.

Keywords: Deterioration index, Basic pavements, Evaluation method.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	13
CAPITULO I : PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	14
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.2.1. Delimitación espacial.....	15
1.2.2. Delimitación temporal.....	16
1.2.3. Delimitación social/conductual.....	16
1.2.4. Delimitación conceptual.....	16
1.3. PLANTEAMIENTO PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.3.1. Problema General .....	16
1.3.2. Problemas Específicos .....	16
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos .....	17
1.5. FORMULACION HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.5.1. Hipótesis General .....	17
1.5.2. Hipótesis Específico .....	17
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6.1. Variable independiente.....	18
1.6.2. Variable dependiente:.....	18
1.6.3. Operacionalización de Variables .....	18
1.7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.7.1. Tipo y nivel de investigación.....	19
a). Tipo de investigación .....	19
b). Nivel de investigación .....	19
1.7.2. Diseño y método de investigación .....	19
a). Diseño de investigación.....	19
b). Metodo de investigación.....	21
1.7.3. Población y muestra de la investigación.....	21
a). Población.....	21
b). Muestra.....	22

1.7.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
a). Técnicas .....	22
b). Instrumentos .....	22
1.8.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.8.1.Justificación.....	23
1.8.2 Importancia.....	23
1.8.3.Limitaciones.....	24
CAPITULO II : MARCO TEORICO .....	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
2.1.1. Estudios específicos.....	25
2.2. BASES TEORICAS .....	27
2.2.1. Generalidades.....	27
2.2.2. Pavimentos básicos. ....	27
2.2.2.1 Tratamiento superficial.. ....	28
2.2.2.2. Tipos de tratamientos superficiales. ....	29
2.2.2.3. Carretera Pavimentada.....	29
2.2.2.4 Carretera No Pavimentada.....	29
2.2.2.5 Pavimento de bajo costo.. ....	30
2.2.3. Evaluación de pavimentos.....	30
2.2.3.1. Condición del Pavimento.....	32
2.2.4. Método Inspección Visual de Daños en Carreteras (VIZIR) 32	
2.2.4.1. Generalidades.. ....	32
2.2.4.2. Características del método VIZIR.....	33
2.2.4.3. Identificación de los deterioros con método VIZIR. 34	
2.2.4.4.Flujograma para el cálculo del Índice de Deterioro Superficial. ....	39
2.2.4.5.Daños de importancia no contemplados por el sistema VIZIR. ....	43
2.2.5. Fallas en pavimentos asfálticos.....	44
2.2.5.1. Causas del Surgimiento de las Fallas.....	44
2.2.5.2. Tipos de fallas del pavimento asfáltico.. ....	45
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	47

CAPITULO III : PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION .....	53
3.1.CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN. ....	53
3.1.1. Generalidades. ....	53
3.1.2. Área de estudio .....	54
3.1.3. Descripción del Proyecto .....	54
3.1.4. Ubicación.....	55
3.1.5. Clima y Geografía.....	56
3.1.6. Zonas de características homogéneas .....	57
3.1.7. Sección Representativa.....	57
3.1.8. Condiciones ambientales influyentes .....	59
3.2. APLICACIÓN EN LA CARRETERA PUNO – VILQUE.....	62
3.2.1. Resultados de las secciones. ....	63
3.2.2. Propuesta de técnicas para evaluación superficial de pavimentos. ....	76
3.2.3. Planificación del trabajo de campo .....	77
3.2.4. Procedimiento para recolección de datos en el terreno.....	79
 CAPITULO IV :PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	82
4.1. APLICACIÓN DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN VIZIR .....	83
4.1.1 Resultados seccion 1. ....	83
4.1.2 Resultados seccion 2. ....	84
4.1.3 Resultados seccion 3. ....	86
4.1.4 Resultados seccion 4. ....	88
4.2. FRECUENCIAS Y PORCENTAJES PARA LAS CATEGORÍAS VIZIR... ..	89
4.3. CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (VIZIR).....	90
4.4 CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS .....	90
4.5 TAMAÑO Y ESPACIAMIENTO DE UNIDAD DE MUESTREO. .	91
4.6 REQUISITOS PARA OBTENER LOS ÍNDICES .....	93
4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS Y PROPUESTA DE MÉTODO DE EVALUACIÓN.....	94
 CONCLUSIONES .....	95

RECOMENDACIONES .....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	102
Anexo 2 FICHA DE OBSERVACION .....	104
Anexo 3 FOTOGRAFIAS .....	106

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla II.1 Método VIZIR degradación del tipo A .....	35
Tabla II.2.Método VIZIR degradación del tipo B .....	36
Tabla II.3.Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A.....	37
Tabla II.4.Niveles de gravedad de los deterioros del tipo B .....	38
Tabla II.5.Calificación del Estado de la Superficie del Pavimento-VIZIR.....	42
Tabla III.1.Cálculo de Is para la muestra 01.....	63
Tabla III.2.Cálculo de Is para la muestra 02.....	63
Tabla III.3.Cálculo de Is para la muestra 01.....	64
Tabla III.4.Cálculo de Is para la muestra 02.....	64
Tabla III.5.Cálculo de Is para la muestra 03.....	65
Tabla III.6.Cálculo de Is para la muestra 04.....	65
Tabla III.7.Cálculo de Is para la muestra 04.....	66
Tabla III.8.Cálculo de Is para la muestra 05.....	66
Tabla III.9.Cálculo de Is para la muestra 06.....	66
Tabla III.10. Cálculo de Is para la muestra 07.....	67
Tabla III.11.Cálculo de Is para la muestra 01.....	67
Tabla III.12.Cálculo de Is para la muestra 02.....	66
Tabla III.13.Cálculo de Is para la muestra 03.....	68
Tabla III.14.Cálculo de Is para la muestra 04.....	68
Tabla III.15.Cálculo de Is para la muestra 05.....	69
Tabla III.16.Cálculo de Is para la muestra 06.....	69
Tabla III.17.Cálculo de Is para la muestra 07.....	70
Tabla III.18.Cálculo de Is para la muestra 01.....	70
Tabla III.19.Cálculo de Is para la muestra 02.....	70
Tabla III.20.Cálculo de Is para la muestra 03.....	71
Tabla III.21.Cálculo de Is para la muestra 04.....	71

Tabla III.22.Cálculo de Is para la muestra 05.....	72
Tabla III.23.Cálculo de Is para la muestra 06.....	72
Tabla III.24.Cálculo de Is para la muestra 07.....	72
Tabla III.25.Cálculo de Is para la muestra 08.....	73
Tabla III.26.Cálculo de Is para la muestra 09.....	73
Tabla III.27.Cálculo de Is para la muestra 10.....	74
Tabla III.28.Cálculo de Is para la muestra 11.....	74
Tabla III.29.Cálculo de Is para la muestra 12.....	74
Tabla III.30.Cálculo de Is para la muestra 13.....	75
Tabla III.31.Cálculo de Is para la muestra 14.....	75
Tabla IV.1.Fallas encontradas en la sección 1.....	83
Tabla IV.2.Fallas encontradas en la sección 2.....	83
Tabla IV.3.Fallas encontradas en la sección 3.....	86
Tabla IV.4.Fallas encontradas en la sección 4.....	88
Tabla IV.5.Cuadro de frecuencias y porcentajes para las categorías del método VIZIR.....	89
Tabla IV.6.Errores Sistemáticos.....	91
Tabla IV.7.Comparación de medidas de dispersión en tres métodos.....	93
Tabla IV.8.Evaluaciones de la condición superficial del pavimento.....	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura. I.1.Operacionalizacion de variables .....	18
Figura. II.1.Estructura del Pavimento Básico .....	28
Figura II.2.Flujo grama para determinar el Índice deterioro Superficial (Is) .....	40
Figura III.1.Ubicacion Geográfica.....	56
Figura III.2. Ubicación Geográfica del trabajo de investigación .....	56
Figura III.3. Características geométricas (0+20 km) .....	58
Figura III.4.Tratamiento superficial con monocapa .....	59
Figura III.5. Socavación en cuneta sin revestir que reduce la sección de la vía .....	60
Figura III.6. Diagrama de flujo del procedimiento de evaluación .....	77
Figura III.7. Diagrama de flujo del procedimiento de evaluación .....	78
Figura IV.1. Condición actual en la sección 1 .....	83
Figura IV.2.Porcentajes de daños en la sección 1 .....	83
Figura IV.3.Condición actual en la sección 2 .....	85
Figura IV.4.Porcentajes de daños en la sección 2 .....	85
Figura IV.5.Condición actual en la sección 3 .....	86
Figura IV.6.Porcentajes de daños en la sección 3 .....	87
Figura IV.7.Condición actual en la sección 4 .....	88
Figura IV.8.Porcentajes de daños en la sección 4 .....	88
Figura IV.9.Medidas de dispersión con método VIZIR .....	89

## INTRODUCCIÓN

Las carreteras representan un importante medio de desarrollo ya que permiten la comunicación entre poblaciones y/o ciudades, el acceso a servicios y recursos y la integración del país. Conservar las carreteras en buen estado es un trabajo arduo que demanda atención permanente y se realiza con el objetivo de ofrecer a los usuarios un rodaje cómodo, seguro y económico.

El pavimento, exactamente un pavimento flexible del que está compuesto la mayoría de las vías de tránsito es una de las pocas estructuras civiles que tiene un período de diseño finito, por lo que su falla está prevista al término de ésta. A lo largo de su vida útil estas estructuras necesitan labores de mantenimiento y rehabilitación constante, en base a un diagnóstico oportuno.

Hoy en día en Perú muchas vías se encuentran deterioradas sin atención alguna tal es el caso de las vías de la región Puno, afectando directamente a los usuarios; generando incomodidad, exposición a los accidentes e incremento en los costos operacionales de los vehículos, por ello esta investigación evalúa esta vía de pavimento flexible con la metodología VIZIR para determinar el estado situacional de la vía.

Además existen investigaciones anteriores que avalan a ésta tal como la realizada por Pinilla Valencia J.A. -Colombia (2007), Marrugo Martínez - Colombia (2014), Apolinario Morales —Perú (2012), etc.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se evaluara mediante la metodología VIZIR los pavimentos flexibles a fin de determinar las fallas y deterioros en las vías de bajo volumen de tránsito destacando sus orígenes, magnitud y severidad, las metodologías tienen uso reconocido a nivel internacional.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad es importante ofrecer caminos pavimentados de gran calidad, debido a la parte económica y el ahorro en tiempo y costos de operación de los vehículos, llevando consigo un beneficio considerable al usuario final. Teniendo siempre presente los recursos económicos del país para las carreteras y los altos costos de construcción de éstas, es necesario pensar en el mantenimiento y mejoramiento de las vías existentes, por tal motivo se hace necesario crear una cultura en cuanto a mantenimiento y rehabilitación de las vías existentes para brindar un buen funcionamiento y comodidad a los usuarios de las vías, quienes finalmente son los beneficiarios de este servicio.

Los factores que tienen gran influencia en el estado de la infraestructura vial, son las fallas o deterioros superficiales del pavimento. Dichos factores influyen en la vida útil del pavimento así como, en el servicio que prestan al público, es importante realizar la evaluación en los pavimentos básicos, donde se observa que el proceso de deterioro se inicia inmediatamente después de la construcción. Las causas son las solicitaciones externas producidas por el tráfico y los agentes climáticos. Sin embargo, la tasa y tipo de deterioro depende de la intensidad en que se manifiestan éstas solicitaciones además de otros factores que actúan con diversas combinaciones, el deterioro depende también del diseño original, de los materiales y especificaciones técnicas, del proceso constructivo y del control del proceso.

La problemática fundamental es el deterioro prematuro de los pavimentos que existen en la región Puno; estos pavimentos cual sea su origen muestran con frecuencia fallas como son fisuras, depresiones, baches o deterioro completo de la carpeta asfáltica, lo cual repercute en normal desplazamiento del tránsito vehicular. Teniendo siempre presente el

incremento del parque automotor en estos últimos años; Por lo mismo nuestra región necesita mayores vías o acceso para poder transitar por las diferentes localidades y ciudades del departamento. Las fallas que presentan los pavimentos se producen por múltiples factores, tales como un equivocado diseño estructural, la mala calidad de los materiales, error en los procesos constructivos, no adecuados sistemas de drenaje, sollicitaciones de la carga vehicular y factores climáticos de nuestra zona. El principal problema que agudiza el mantenimiento de los pavimentos se debe a la no aplicación de un plan estratégico de mantenimiento vial de parte de las autoridades o entes competentes como es el Ministerio de transportes. Entonces entendemos que el trabajo consiste en identificar las fallas, detectar y evaluarlas con anticipación, para un adecuado y oportuno mantenimiento

En ese contexto es necesario evaluar los pavimentos de bajo volumen de tránsito en la región Puno, ya que existe vías que presentan fallas en su estructura y por ende el servicio de estas es deficiente. Con el propósito de abordar este fenómeno, se plantea el siguiente cuestionamiento que direcciona esta presente investigación:

¿Cuál será el índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la provincia de San Román – Puno- 2017?

## **1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Delimitación espacial**

El presente trabajo investigación toma como delimitación espacial a toda la región Puno, y se tomara como muestra una vía representativa que presente características de deterioro y fallas en su estructura.

### **1.2.2 Delimitación temporal**

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo a partir de Junio del 2017 hasta noviembre del 2017, tiempo que permitirá desarrollar y mostrar los resultados de la investigación.

### **1.2.3 Delimitación social/conductual**

La investigación se llevó a cabo en vías de la región Puno la misma que beneficia a toda la población de la región Puno, así mismo se tendrá como objeto de evaluación una vía en servicio que presenta deterioros y fallas.

### **1.2.4 Delimitación Conceptual**

Esta investigación abarca dos conceptos fundamentales como índice de deterioro y pavimentos básicos que direccionaran el presente trabajo de investigación.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál será el índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de transito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno- 2017?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál será el índice de deterioro estructural de pavimentos básicos de bajo volumen de transito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno?

- ¿Cuál será el índice de deterioro superficial de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno?

#### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno - 2017

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el índice de deterioro estructural de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno – Puno.
- Evaluar el índice de deterioro superficial de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno.

#### **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.5.1. Hipótesis general**

El índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito es severo con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno - 2017.

##### **1.5.2. Hipótesis específico**

- El índice de deterioro estructural de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito es severo con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno

- El índice de deterioro superficial de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito es severo con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno

## 1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1 Variable independiente

Variable independiente (X)



Pavimentos básicos

### 1.6.2. Variable dependientes

Variable dependiente (Y)



Índice de deterioro

### 1.6.3 Operacionalización de Variables.

Figura. I.1.  
Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente (X) Pavimentos básicos	VIZIR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excelente</li> <li>- Muy Bueno</li> <li>- Bueno</li> <li>- Regular</li> <li>- Malo</li> <li>- Muy Malo</li> <li>- Fallado</li> </ul>
Variable dependiente (Y) Índice de deterioro.	Deterioro estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisura longitudinal por fatiga</li> <li>- Fisura de piel de cocodrilo</li> <li>- Depresiones o hundimientos (longitudinal y Trásversal)</li> <li>- Bacheo y zanjas reparadas</li> <li>- ahuellamiento</li> </ul>
	Deterioro superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de agregados</li> <li>- Pérdida de película ligante</li> <li>- Huecos</li> <li>- Exudación</li> <li>- Escalonamiento entre calzadas y berma</li> <li>- Erosión de las bermas</li> <li>- Desintegración de los bordes</li> <li>- Fisura de bordes</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

## **1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Tipo y nivel de Investigación**

#### **a) Tipo de investigación**

El presente estudio es de tipo explicativo, asume el enfoque cuantitativo, se recolectará los datos con instrumentos estandarizados (fichas de evaluación) y por el propósito de estudio es de tipo básico o fundamental está orientado a evaluar mediante el método VIZIR para evidenciar los deterioros y agrietamientos de la estructura de los pavimentos, por la naturaleza de estudio es no experimental, debido que el estudio es la aplicación de Métodos Evaluación de deterioros de pavimentos.

#### **b) Nivel de investigación**

Asimismo, de acuerdo a las características y profundidad del estudio corresponde al nivel de investigación aplicativo porque explicara los deterioros de los pavimentos en base a metodologías de evaluación y se pretende aplicar los resultados a situaciones reales donde se presenten problemas similares, para validar que la aplicación de los Método Evaluación de deterioro de pavimentos , se realizarán comparaciones de las diferentes metodologías y determinar cuál es la metodología adecuada que se debe asumir para la evaluación de vías en la región de Puno.

### **1.7.2. Diseños y métodos de Investigación**

#### **a) Diseño de investigación**

La presente es una investigación asume el diseño no experimental, transversal implica la aplicación del método evaluación de deterioro de pavimentos con la ayuda de una ficha de observación estructurada donde se determinara a través de las tres metodologías de evaluación y

determinar las diferentes fallas que se encuentran en las vías de bajo volumen de tránsito y se presenta las siguientes fases.

**FASE 1.** Fase preparatoria. En esta fase se plantea el plan de trabajo, en el cual se definen los objetivos y la hipótesis, como también se analiza la metodología de evaluación VIZIR.

**FASE 2.** Recolección de la información. En esta etapa de la investigación se realizara una recopilación de información bibliográfica y de internet para adquirir los conocimientos relacionados, con las metodologías de evaluación de vías de bajo volumen de tránsito. Posteriormente se identificara la unidad de análisis, donde se tomara los datos en base a observación, esta recolección de datos se realizaran durante el periodo de 01 mes. Para lograr la recolección de datos se utilizará los siguientes instrumentos:

- Formatos de evaluación estandarizada (fichas).
- Registro de datos estadísticos.
- Recursos informáticos (Internet).
- Registro fotográfico apuntes perspectivas.
- Trabajo de campo (observación estructurada directa).
- Cuaderno de apuntes.
- inventario de información (bibliotecas y centros de documentación).
- Planos de obra vectorizados.

**FASE 3.** Procesamiento y análisis de la información: En esta etapa se organizara e interpretara las fichas de observación. Con las variables obtenidas se procederá a la integración y búsqueda de los valores más representativos, con los cuales se lograra identificar las fallas o deterioros en las vías de bajo volumen de tránsito. Para la interpretación de datos se usara la estadística ANOVA a fin de determinar las comparaciones de las distintas metodologías de evaluación. Se empleará los siguientes medios de procesamiento y análisis.

- Autocad (software que se usara para vectorizar planos).
- Microsoft office Excel (software que se usara para el procesamiento de cuadros y tablas).
- Microsoft office Word. (software que se usara para la edición de textos).
- SPSS 11 (software que se usara para probar la hipótesis a través de tabulación de datos y distribución de frecuencias).

**FASE 4.** Fase propositiva. Se planteara y se recomendara la metodología de evaluación más adecuada para la región Puno, las cuales podrán ser de gran utilidad como nuevos insumos para la evaluación futura (por parte de instituciones y actores diversos) de proyectos de infraestructura vial de bajo volumen de tránsito.

#### **b) Método de investigación**

En la investigación se utilizara todo los pasos del método científico y como método general se utilizará el método deductivo por que se asume teorías (métodos de evaluación) para explicar los deterioros en las vías de bajo volumen de tránsito, así mismo tiempo recoger los resultados de cada aplicación para generalizar los resultados de la aplicación en la región Puno.

#### **1.7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **a) Población**

La población de estudio para la presente investigación son las vías de la región Puno, donde existe vías de bajo volumen de transito las cuales serán objeto de estudio para su análisis mediante las metodología VIZIR.

## **b) Muestra**

La muestra que presenta la presente investigación es no probabilístico, porque el investigador asume como muestra una vía el cual se asume como objeto de estudio. Para el presente estudio de investigación se evaluara la vía asfaltada de Puno – Vilque.

### **1.7.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **a) Técnicas**

Las técnicas constituyen elementos de investigación más precisos, específicos y concretos de la investigación, a través de las técnicas operacionalizamos los diversos indicadores en la práctica para la presente investigación se usaron las siguientes técnicas.

**Técnica documental o bibliográfica.** Nos ha permitido revisar la documentación de carácter teórico.

**Técnica de Fichas de Observación.** Esta técnica ha permitido mostrar los resultados a través de la observación in situ en campo bajo estándares y protocolos que exige este tipo de técnicas.

**Técnica de la estadística.** Los datos estadísticos obtenidos de campo, fueron cuantificados, luego sometido a un tratamiento estadístico, como elemento que ofrece mayor nivel de precisión y confiabilidad cuando se trata de medir los resultados.

#### **b) Instrumentos**

Los instrumentos que se ha utilizado en la presente investigación son fichas de observación, instrumentos de medición como: wincha, nivel de mano, nivel topográfico, registro fotográfico.

## **1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.8.1. Justificación**

La evaluación estructural de pavimentos consiste, en la determinación de los deterioros y fallas del sistema pavimento-subrasante en una estructura vial existente, en cualquier momento de su vida de servicio, para establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación. Las necesidades de evaluar estructuralmente los pavimentos de una red aumentan a medida que se completa el diseño y la construcción de una red vial nacional o regional y consecuentemente aumenta la necesidad de su preservación y rehabilitación.

La alternativa presentada en este estudio es "no destructiva" y se basa en la evaluación bajo tres métodos aplicados a vías de bajo volumen de tránsito en la región Puno, el estudio se justifica ya que es importante conocer la realidad de las vías de bajo volumen de tránsito en la región Puno, esto permitirá tomar las medidas y acciones correctivas por parte de quienes estén encargados sobre el mantenimiento y conservación de vías.

### **1.8.2. Importancia**

La importancia de este estudio de investigación radica que la infraestructura vial es un agente determinante en el desarrollo social, económico y cultural de las diferentes regiones de nuestro país, es por eso que es importante considerar a nuestros pavimentos como el principal activo económico que posee la nación, en la actualidad el estado de las vías primarias y secundarias se encuentran por debajo de los niveles de competitividad requeridos por el medio, al lograr realizar la intervención en las vías nacionales se podría percibir el beneficio en la disminución de los costos de operación, adicionalmente de reactivar el desarrollo económico en regiones particulares.

### **1.8.3. Limitaciones**

La poca información existente sobre la aplicación del método de evaluación en la región Puno es una limitante, ya que no se tiene referencias sobre estudios anteriores en nuestro medio, que permita tener una validación de los métodos, así mismo para realizar este tipo de estudios se requiere la coordinación con las instituciones que tienen como cargo el mantenimiento y conservación de las vías las cuales muestran poco interés por realizar este tipo de estudios.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Estudios específicos**

Marrugo (2014), en su trabajo de investigación “Evaluación de la metodología VIZIR como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles” desarrolla satisfactoriamente la matriz de rehabilitación según la metodología VIZIR, encontrando similitudes significativas en cuanto conceptos y procedimientos propuestos en La Guía Metodológica de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos del INVIAS, cabe aclarar que esta matriz no tiene como fin remplazar la experiencia ni ensayos que se deben establecer en cada caso específico, en su alcance se presente como una guía para establecer las estrategias de rehabilitación según los resultados obtenidos en los formatos B-2, B-3 y B-4 de la Guía Metodológica para el diseño de Obras de Rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Se establecieron los parámetros de auscultación de la metodología VIZIR en donde se categorizan los deterioros de los pavimentos asfálticos en tipo A caracterizando una condición estructural y tipo B los cuales caracterizan una condición funcional, según la gravedad y extensión se estableció la estrategia de intervención a ejecutar.

En la matriz de rehabilitación para la metodología VIZIR se establecen los tipos de reparaciones aconsejables para el deterioro causado sin embargo para efectos de una intervención integral en la matriz B se puede establecer una estrategia en donde se desarrollen más de una intervención dependiendo del tipo de tráfico y vida útil de diseño de la rehabilitación.

En la matriz de rehabilitación para la metodología VIZIR se establecen los tipos de reparaciones aconsejables para el deterioro causado sin embargo para efectos de una intervención integral en la matriz B se puede

establecer una estrategia en donde se desarrollen más de una intervención dependiendo del tipo de tráfico y vida útil de diseño de la rehabilitación.

Apolinario (2001) en su trabajo “innovación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito” desarrolla una propuesta para la evaluación de la condición superficial de pavimentos, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en nuestro medio, como ocurre en otros países de Europa, África, América Central y del Sur, donde sirvió de base para el establecimiento de normas nacionales. Se presenta una alternativa para la evaluación de la condición superficial de pavimentos en carreteras de bajo volumen de tránsito, denominado ESBVT, en donde no se excluye ningún tipo de manifestación de deterioro del pavimento, considerando que son indicadores que presenta el pavimento y que deben usarse para tomar decisiones.

Además el estudio presenta un catálogo para la evaluación de pavimentos básicos en carreteras de bajo volumen de tránsito, usando fotos que manifiestan los diversos tipos de deterioros que caracterizan a este tipo de pavimento y permitirá formular estrategias de intervención objetivas y técnicamente sustentadas. En las carreteras de bajo volumen de tránsito BVT, se carecen de métodos adecuados que permita orientar la evaluación y determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición del pavimento básico. Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de las vías.

## **2.2. BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1. Generalidades**

Los factores que tiene gran influencia en el estado de la infraestructura vial, son las fallas o deterioros superficiales del pavimento. Dichos factores influyen en la vida útil del pavimento así como, en el servicio que prestan al público, es importante realizar la evaluación en los pavimentos básicos, donde se observa que el proceso de deterioro se inicia inmediatamente después de la construcción. Las causas son las sollicitaciones externas producidas por el tráfico y los agentes climáticos. Sin embargo, la tasa y tipo de deterioro depende de la intensidad en que se manifiestan éstas sollicitaciones además de otros factores que actúan con diversas combinaciones, el deterioro depende también del diseño original, de los materiales y especificaciones técnicas, del proceso constructivo y del control del proceso.

En consecuencia el deterioro del pavimento es un proceso progresivo, por lo cual es necesario realizar una gestión de mantenimiento en base a acciones de conservación o rehabilitación; dependiendo si las fallas están afectando la condición funcional o estructural del pavimento.

Existe una variedad de técnicas de conservación para prevenir o restaurar el deterioro funcional de un pavimento, sin embargo para el tipo de pavimentos básicos, con bajo volumen de tránsito no está definido en la norma peruana.

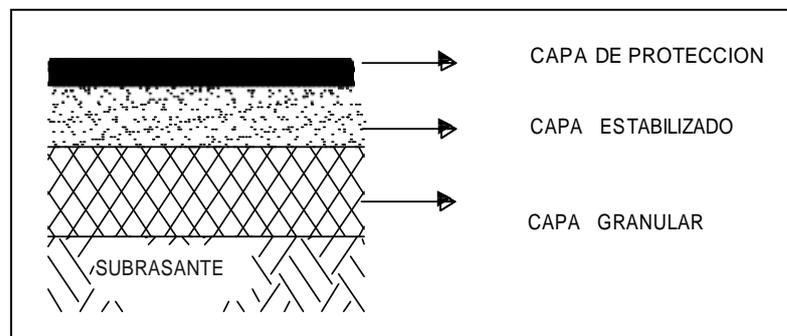
### **2.2.2. Pavimentos básicos**

Los pavimentos básicos constituyen el intermedio entre las carreteras no pavimentadas y las pavimentadas. Básicamente son vías de bajo volumen de tránsito con pavimentos flexibles. El diseño geométrico se ajusta a las condiciones geográficas del terreno. Además la estructura del pavimento está constituida por el mismo terreno de fundación o el reemplazo de éstos

por afirmados estabilizados como suelo cemento, suelo cal o emulsión asfáltica, con la finalidad de preservar las características, se utilizan capas sellantes que impermeabilicen y brinden una superficie de deslizamiento, como los tratamientos superficiales.

La figura II.1 se muestra la estructura del pavimento básico usado en carreteras de bajo volumen de tránsito y por lo general el material granular que se indica está constituida por el mismo terreno.

Figura. II.1.  
Estructura del Pavimento Básico



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta definiciones relacionadas a los componentes del pavimento básico:

### 2.2.2.1. Tratamiento superficial.

Es una técnica de pavimentación cuyo objetivo es dotar a las carreteras de ciertas características superficiales (textura, impermeabilidad, etc.) sin el aumento directo y apreciable de la capacidad resistente. Básicamente brinda una cubierta impermeable a la superficie existente de la vía y resistencia a la acción abrasiva del tránsito. Los tratamientos superficiales cumplen funciones como:

- Proveer una superficie económica y duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen.

- Prevenir la penetración superficial de agua en bases granulares y pavimentos viejos que han comenzado a desintegrarse con el tiempo.
- Proporcionar una capa de rodadura de pequeño espesor, como alta resistencia al desgaste, evitando la emisión de polvo.
- Proporcionar un revestimiento antideslizante, evitando la pérdida de material grueso y formación de baches.

#### **2.2.2.2. Tipos de tratamientos superficiales**

Un tipo de tratamiento superficial consiste en riegos con ligantes bituminosos y aplicaciones de gravillas; otro tipo es el formado por los morteros bituminosos (Slurry Seal). También existen otras técnicas que consisten sólo en un riego con ligante sin aplicación de gravilla.

#### **2.2.2.3. Carretera Pavimentada**

Las carreteras pavimentadas, tienen una estructura de pavimento, flexible o rígido, para la circulación vehicular.

La estructura está constituida por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente, transmitiendo al suelo de apoyo, esfuerzos y deformaciones tolerables por éste.

#### **2.2.2.4. Carretera No Pavimentada**

Los caminos no pavimentados son aquellos que están constituidos por el mismo terreno de fundación y no tienen revestimientos o tratamiento superficial. En su mayoría las características geométricas de un camino no pavimentado en el Perú, no obedecen a ninguna norma geométrica de proyecto, estos caminos simplemente acompañan la topografía natural del terreno.

### **2.2.2.5. Pavimento de bajo costo**

Son estructuras con soluciones de pavimentación a corto o mediano plazo (1 a 5 años). Estos pavimentos tienen como objetivo principal resolver problemas funcionales de caminos no pavimentados de muy bajo estándar. Generalmente, para estos tipos de caminos se proponen soluciones relativamente económicas en comparación de caminos que soportan mayores volúmenes de tránsito. Es común observar que para este tipo de caminos la economía se traduce en una reducción de estándares en general, así como la utilización de soluciones de pavimentación con limitado respaldo de estudios de ingeniería.

Por otra parte, el diseño geométrico de estos caminos tiende a ajustarse a las condiciones geográficas del terreno, limitando el diseño de anchos de calzada, trazado en planta, trazado en elevación y la sección transversal. Los caminos de bajo costo también se le consideran como caminos económicos, de bajo volumen de tránsito (BVT) o de baja intensidad de tránsito. Independiente de la denominación utilizada los caminos pueden ser:

- Caminos de relativo bajo volumen de tránsito pero pueden llevar un porcentaje de tránsito pesado de 20% a 30%.
- Pueden ser caminos estabilizados con material seleccionado sin o con superficie de rodadura pavimentada.
- Pueden ser caminos rurales, comunales como también vías principales a los cuales, por su baja demanda de tránsito, se busca una solución de estructura de pavimento más económico

### **2.2.3. Evaluación de pavimentos.**

La evaluación de un pavimento, corresponde a la acción de calificar y cuantificar las condiciones de fallas y deterioros de la vía, con la finalidad de obtener información a fin de plantear soluciones a los deterioros

encontrados. Se considera que la evaluación es una actividad que mediante procedimientos normados de medidas y observaciones, permite inferir condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos.

La observación del deterioro de un camino y su calificación, desde el punto de vista de su estado o condición, permite generalizar en forma estimada el estado del camino a lo largo de su vida útil o período de servicio. El camino diseñado, construido y mantenido adecuadamente, considera que el pavimento se deteriora desde su puesta en servicio y hasta alcanzar un nivel de inaceptabilidad. Este proceso es relativamente lento en un principio y mucho más rápido hacia el final, acelerándose significativamente su deterioro de manera progresiva, definiéndose como característica “exponencial” del deterioro de los pavimentos, un concepto de suma importancia es el momento oportuno para rehabilitar el camino, debido a las implicancias económicas que representa el beneficio del usuario y la rentabilidad socioeconómica de la inversión realizada.

El estado o condición del camino a lo largo del tiempo depende de las estrategias seleccionadas, tales como tipo y oportunidad de aplicación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación, así como los costos en que incurrirán los usuarios de la vía.

Es importante obtener información oportuna, para la toma de decisiones de actividades de mantenimiento y rehabilitación. Para analizar las consecuencias de las decisiones tomadas resulta necesario conocer, el volumen de tráfico, clasificación y cargas de los vehículos, datos climáticos, infraestructura física, materiales componentes, espesores de las capas, estado superficial actual de la vía, estado funcional y estructural, curvas de deterioro para estimar el comportamiento futuro, el clima, y los costos unitarios asociados al usuario y al mantenimiento. Además de los costos de operación de vehículos según la condición del camino y la velocidad, costos de las diferentes operaciones de mantenimiento y de las obras de rehabilitación, poniendo de manifiesto la necesidad de disponer de un inventario detallado de la infraestructura.

### **2.2.3.1. Condición del Pavimento.**

Representa el nivel de degradación como resultado del proceso de deterioro. La determinación de la condición del pavimento depende de los defectos de la superficie, las deformaciones permanentes, la irregularidad longitudinal, deflexión recuperable, capacidad estructural del pavimento, las sollicitaciones de tráfico y la adherencia entre la rueda y el pavimento, las evaluaciones requeridas se resumen como: Superficial, Estructural, Funcional, Adherencia, Sollicitaciones de tráfico, Global de informaciones.

### **2.2.4. Método Inspección Visual de Daños en Carreteras (VIZIR)**

#### **2.2.4.1. Generalidades.**

El método “Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque” (VIZIR) fue desarrollado en Francia a partir de los años 60 para los pavimentos flexibles, además fue publicado por el laboratorio central de puentes y carreteras “Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)”, esta metodología se experimentó por primera vez en los continentes asiático y africano, la cual es muy conocida en otros países; sin embargo en nuestro medio no está muy difundido.

El algoritmo VIZIR para la cuantificación y la calificación de los daños, a partir de las inspecciones visuales, permite calificar la condición del pavimento mediante el índice global de degradación que está directamente vinculado a la tarea de mantenimiento de realizar.

El objetivo fue desarrollar un índice de deterioro superficial (Is) para carreteras, para establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento.

La aplicación del método VIZIR no es sólo en Francia, sino también en Europa, África, América del Sur y Central como Argentina, Brasil, Colombia y Costa Rica, donde sirvió de base al establecimiento de las

normas nacionales. Esta metodología se utiliza en por lo menos 20 países del mundo.

#### **2.2.4.2. Características del método VIZIR**

La metodología clasifica y la cuantifica los deterioros de los pavimentos flexibles en carreteras, considera dos categorías de deterioros: los deterioros del Tipo “A”, que caracterizan la condición estructural del pavimento y los deterioros del Tipo “B”, en su mayoría de tipo funcional.

El método inicia inventariando los defectos, haciendo referencia a su extensión y a su severidad. Para el registro de los deterioros se sugiere realizar los recorridos, en vehículo a baja velocidad, del orden de 30 km/hora cada uno, en las dos direcciones, con el objeto de tener un detalle aproximado y confiable de las condiciones de la vía.

En este tipo de levantamiento, la severidad del defecto tiene escasa participación y es sobre todo su extensión la que se tiene en cuenta. La regla consiste en determinar la longitud del pavimento que presenta un defecto del tipo dado y hallar la extensión de esta misma longitud considerando otras clases: menos de 10% de 10 a 50 %, más de 50% de la superficie. Para esto el pavimento se divide en tres partes: lado derecho, lado izquierdo y parte central.

El examen visual de los pavimentos, de acuerdo con el método VIZIR, debe ser efectuado de manera continua, para fines de mantenimiento preventivo de pavimentos. El defecto es un elemento esencial del diagnóstico y el costo del examen visual es relativamente bajo.

El método usado proporciona una imagen del estado de la superficie del pavimento en un instante dado y la identificación de zonas de igual calidad clasificada en tres niveles de defectos. Estas zonas de igual

calidad, los tres niveles de defectos son utilizados para determinar la naturaleza y los tipos de trabajos requeridos.

El uso de este método es muy importante para identificar las fallas presentes en un pavimento, para analizar su severidad y posibles formas de corregirlas, razón por la cual se han creado los sistemas auscultación, que permiten a través de un muestreo, reconocer las fallas existentes y con ello caracterizar el tramo estudiado.

Dentro de los métodos de auscultación, los más usados son los métodos visuales, que consisten en una visita a terreno por parte de personal capacitado que desarrolla una metodología específica para hacer el estudio.

#### **2.2.4.3. Identificación de los deterioros con el método VIZIR**

El uso de este método es muy importante para identificar las fallas presentes en un pavimento, para analizar su severidad y posibles formas de corregirlas, razón por la cual se han creado los sistemas auscultación, que permiten a través de un muestreo, reconocer las fallas existentes y con ello caracterizar el tramo estudiado. Dentro de los métodos de auscultación, los más usados son los métodos visuales, que consisten en una visita a técnica por parte de personal capacitado que desarrolla una metodología específica para hacer el estudio. (Apolinario, 2012).

**Tipos de fallas:** Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos básicos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores: tipo, gravedad y extensión. Los deterioros se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea ésta la acción del tránsito, sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción. El método

VIZIR clasifica el deterioro del pavimento en dos grandes grupos: Degradaciones Tipo A y B.

### **Degradación tipo A**

Son las fallas que caracterizan una deficiencia estructural del pavimento, ligadas a las condiciones de las diversas capas y el suelo de subrasante, o simplemente a las capas asfálticas, entre ellas se encuentran deformaciones y fisuración por fatiga.

Tabla II.1.  
Método VIZIR degradación del tipo A

<b>NOMBRE DEL DETERIORO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones o hundimientos longitudinales	D L	m
Depresiones o hundimientos transversales	D T	m
Fisuras longitudinales por fatiga	FL F	m
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
Bacheos y zanjas reparadas	BZR	m

Fuente: Adaptación de Manual INVIAS

### **Degradación tipo B**

Son de carácter funcional, y por tanto su reparación no está relacionada con la capacidad estructural del pavimento. El origen de este último tipo de degradaciones está vinculado a la mala calidad de algunos procedimientos constructivos y las condiciones locales de servicio, así como a la evolución misma de los materiales.

Tabla II.2.  
Método VIZIR degradación del tipo B

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	m
Fisuras de contracción térmica	FCT	m
Fisuras parabólicas	FP	m
Fisura de borde	FB	m
Huecos	H	und
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de la película de ligante	PL	m
Pérdida de agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m <sup>2</sup>
Pulimento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de las bermas	EB	m
Segregación	S	m

Fuente: Adaptación de Manual INVIAS

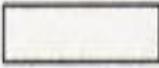
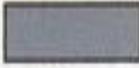
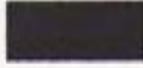
Se indica como fuente: Adaptación del Manual INVIAS debido a que algunas denominaciones de los deterioros fueron reemplazados por la terminología usada en el método CONREVIAl, además se modificaron algunos códigos (abreviatura) que identifican a cada uno de ellos según las denominaciones reemplazadas.

**Gravedad.** Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

**Extensión.** Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede

estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado.

Tabla II.3.  
Niveles de gravedad de los deterioros del tipo A

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
			
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante.  Flecha < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos  20 mm ≤ Flecha ≤ 40 mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios Flecha > 40 mm
Grietas longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda de rodamiento	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales	Mallas más densas (< 500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (< 200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas

Fuente: Instituto Nacional de Vías INVIAS - Colombia

Tabla II.4.  
Niveles de gravedad de los deterioros del tipo B

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD					
	1		2		3	
						
Grieta longitudinal de junta de construcción	Fina y única		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ancha (10 mm o más) sin desprendimiento</li> <li>Fina ramificada</li> </ul>		Ancha con desprendimientos o ramificada	
Grietas de contracción térmica	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas con desprendimientos	
Grietas parabólicas	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Grietas d borde	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Abultamientos	F < 20 mm		20 mm ≤ F ≤ 40 mm		F > 40 mm	
Ojos de pescado* (por cada 100 metros)	cantidad	< 5	5 a 10	< 5	> 10	5 a 10
	Diametro (mm)	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Perdida de película de ligante</li> <li>Perdida de agregados</li> </ul>	Perdidas aisladas		Perdidas continuas		Perdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramiento	Prof.(mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25	
	Area (m <sup>2</sup> )	≤ 0,8	> 0,8	≤ 0,8	> 0,8	
Pulimento agregados	No se definen niveles de gravedad					
Exudación	Puntual		Continua sobre la banda de rodamiento		Continua y muy marcada	
Afloramientos: <ul style="list-style-type: none"> <li>de mortero</li> <li>de agua</li> </ul>	Localizados y apenas perceptibles		Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración		La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más		Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico	
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel de 10 a 50 mm		Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm	
Erosión de las bermas	Erosión incipiente		Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios	

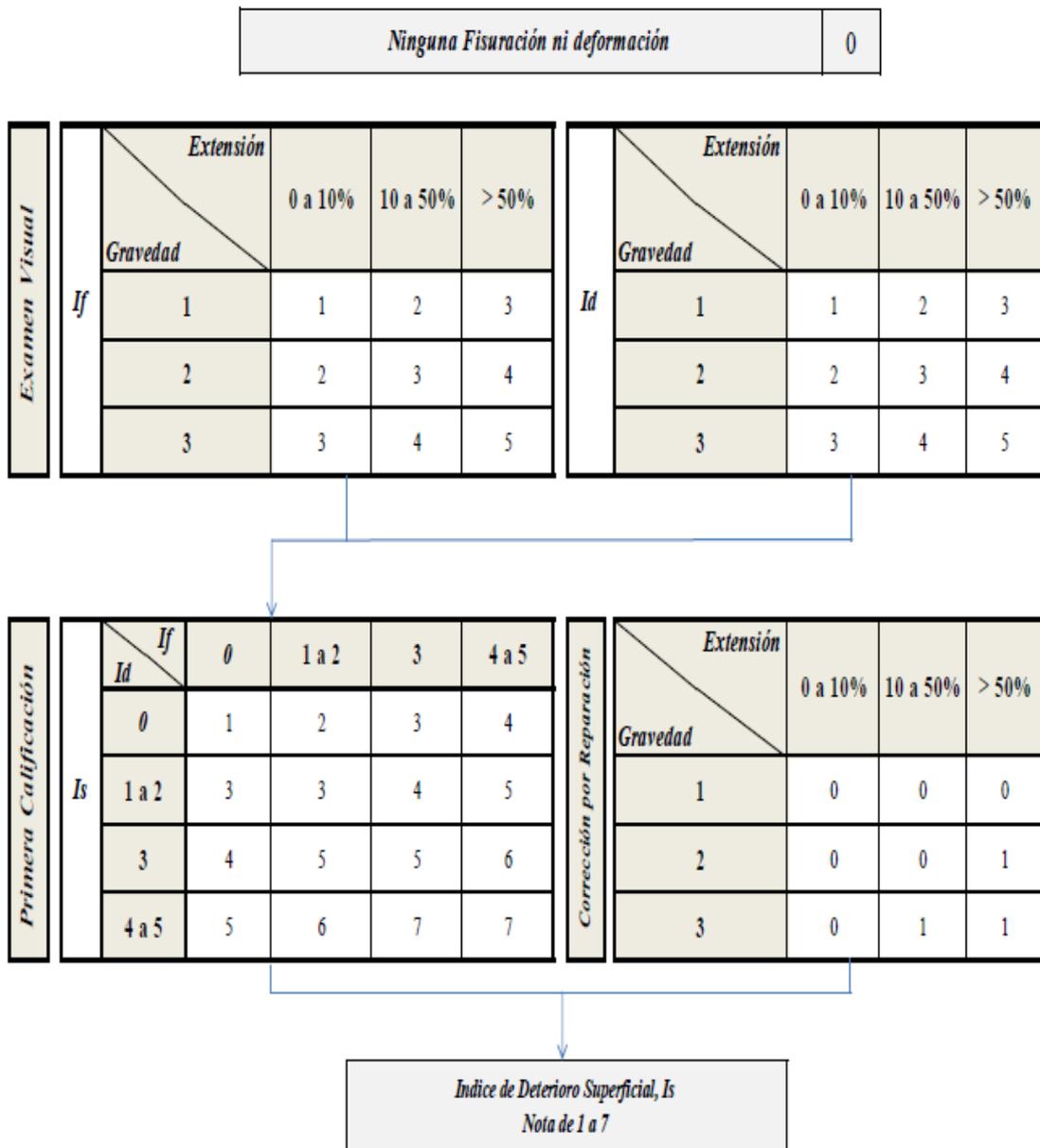
Fuente: Instituto Nacional de Vías INVIAS - Colombia

#### **2.2.4.4. Flujograma para el cálculo del Índice de Deterioro Superficial**

En la Figura II.2 se presenta un diagrama de flujo para el cálculo del índice de deterioro superficial (Is.):

Para el cálculo del Is se combina los índices de fisura (If) e índice de deformación (Id), los que entregan un primer índice de calificación del pavimento, el cuál debe ser corregido en función a la extensión y calidad de los trabajos de bacheo realizados en el pavimento evaluado.

Figura II.2.  
Flujo grama para determinar el Índice deterioro Superficial (Is)



**Fuente:** Méthode assistée par ordinateur pour l'estimation des besoins en entretien d'un reseau routier, LCPC. (Método asistido por ordenador para la estimación de las necesidades de mantenimiento de una red por carretera).

La metodología VIZIR plantea dos índices para calificar el deterioro superficial de un pavimento: el índice de fisuración (If), referido a los agrietamientos de tipo estructural, y el índice de deformación (Id), referido a los deterioros o deformaciones de tipo estructural, ellos

permiten determinar, de acuerdo con las características de extensión y severidad, un valor numérico con el cual es posible hallar un índice de deterioro superficial (Is).

### **Índice de Fisuración ( If ):**

El cálculo del índice de fisuración, el cual depende de la gravedad y la extensión de las fisuraciones y agrietamientos de tipo estructural en cada zona evaluada. Es decir se mide en función de su extensión y gravedad, pero solo de las fallas del tipo A, que tengan relación con la fisuración del pavimento, es por eso que se hace la cuantificación del área dañada por este tipo de fallas.

### **Índice de Deformación (Id):**

El índice de deformación, el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural. Es decir se mide en función de la extensión y gravedad de las fallas del Tipo A, que impliquen deformación del pavimento. Es decir: Ahuellamientos, Hundimientos o depresiones longitudinales y transversales.

### **Índice de Deterioro Superficial (Is)**

Se define de manera numérica la condición general de la superficie de pavimento y suministra pautas para la elección de alternativas de intervención.

La combinación del If e Id, permite obtener lo que se conoce como la primera nota de degradación, valor que varía entre uno y siete, siendo mayor a medida que la estructura tenga más cantidad y/o severidad y extensión de daños. La primera nota de degradación, debe ser corregida de acuerdo con la extensión y severidad de las intervenciones a la estructura de pavimento que se hayan encontrado en el tramo de análisis. Dicha corrección, puede generar un incremento del Is.

A partir del índice de deterioro superficial (Is), se define tres situaciones generales en relación con la probable capacidad del pavimento en el instante de la evaluación aplicada.

Tabla II.5.  
Calificación del Estado de la Superficie del Pavimento-VIZIR

Intervalo de Is	Estado de Superficie
1-2	Bueno
3-4	Regular
5-7	Malo

**Fuente:** Laboratorio Central de Puentes y Calzadas de Francia (LCPC), Francia. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

**Valores del “Is” de 1 y 2.-** Representan pavimentos con limitados fisuramientos y deformaciones, que presentan un buen aspecto general y que, probablemente, no requieran en el momento más que acciones de mantenimiento rutinario.

**Valores del “Is” 3 y 4.-** Representan pavimentos con fisuramientos de origen estructural y pocas o ninguna deformación, así como pavimentos sin fisuramientos pero con deformaciones de alguna importancia. Su estado superficial se considera regular y lo suficientemente degradado como para poner en marcha tratamientos de rehabilitación de mediana intensidad.

**Valores del “Is” 5, 6 y 7.-** Son indicativos de pavimentos con abundantes fisuramientos y deformaciones de origen estructural, cuyo deficiente estado superficial posiblemente exija la ejecución de trabajos importantes de rehabilitación.

#### **2.2.4.5. Daños de importancia no contemplados por el sistema VIZIR**

El sistema VIZIR no considera, para efectos de diagnóstico, algunas fallas del pavimento, a veces espectaculares, que no están ligadas directamente al comportamiento del mismo y de la subrasante. Es el caso, por ejemplo, de los agrietamientos longitudinales o en forma de media luna que se presentan en los taludes exteriores de secciones de pavimento a media ladera, causados por inestabilidad de estos; los agrietamientos, acompañados o no de agrietamientos de la calzada cuando esta alcanza a ser afectada por un movimiento rotacional de un talud de corte; las deformaciones y agrietamiento excesivos de terraplenes construidos sobre suelos de muy limitada capacidad portante o exageradas características expansivas y contráctiles: las deformaciones y agrietamientos generados por inestabilidades locales y regionales, etc.'(VIZIR, 1996) '

Este tipo de defectos, frecuentes en algunas carreteras nacionales y de efecto relevante en su comportamiento, deben ser analizados y resueltos con un enfoque geotécnico mucho más amplio, el cual supera el alcance de este método.

**Gravedad:** Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

**Extensión:** Se refiere a la proporción, del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación.

## **2.2.5. Fallas en pavimentos asfálticos.**

### **2.2.5.1. Causas del Surgimiento de las Fallas**

Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

1. Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
2. Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.
3. Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
4. Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
5. Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
6. Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
7. Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

Dependiendo de su origen, las fallas pueden ser clasificadas como fallas funcionales (superficiales) o fallas estructurales. En el primer caso, el defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa

asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la a rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural.

Por su parte las fallas estructurales tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible.

En estos casos la corrección de las fallas va dirigida al refuerzo de la estructura existente mediante la colocación de una capa cuyo espesor debe ser calculado en función de los requerimientos de las cargas de tráfico previstas en el período de tiempo previsto para la rehabilitación.

#### **2.2.5.2. Tipos de fallas del pavimento asfáltico**

Los procesos de auscultación de la ingeniería de pavimentos catalogan los deterioros de la estructura considerando los agentes que podrían afectarla, agentes como el clima, el tránsito, materiales utilizados y el proceso constructivo, generan un consumo de la estructura, así mismo estos factores enmarcan la clasificación global del tipo de daño del pavimento dividida entre funcionales y estructurales. Reconocer el tipo de falla y la causa es la esencia para determinar la intervención adecuada en la estructuras de pavimentos.

##### **a. Daños en la mezcla asfáltica**

- Exudación.
- Ahuellamiento.
- Meteorización/ desprendimiento de agregados.

- Huecos.

**b. Capas subyacentes**

- Abultamientos y hundimientos.
- Corrugación.
- Depresión.
- Grieta de borde.
- Desnivel carril/berma.
- Grieta longitudinal y transversal.
- Ahuellamiento
- Hinchamiento

**c. Constructivos**

- Exudación.
- Parcheo.
- Huecos.
- Meteorización/ desprendimiento de agregados.

**d. Deterioro de la carpeta asfáltica (carga)**

- Piel de cocodrilo.
- Grieta longitudinal y transversal.
- Pulimento de agregados.
- Huecos.
- Desplazamiento.
- Grietas parabólicas (Slipagge)
- Meteorización/ desprendimiento de agregados.

**e. Deterioro de la carpeta asfáltica (clima)**

- Agrietamiento en bloque.
- Grietas de reflexión de clima.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL.**

### **Condición del pavimento:**

Representa el nivel de degradación como resultado del proceso de deterioro. La determinación de la condición del pavimento depende de los defectos de la superficie, las deformaciones permanentes, la irregularidad longitudinal, deflexión recuperable, capacidad estructural del pavimento, las solicitaciones de tráfico y la adherencia entre la rueda y el pavimento, las evaluaciones requeridas se resumen como: Superficial, Estructural, Funcional, Adherencia, Solicitaciones de tráfico, Global de informaciones. (Tenorio Mananay, 2005)

### **Evaluación de pavimentos:**

“La evaluación de un pavimento, corresponde a la acción de calificar y cuantificar las condiciones de fallas de la vía, con la finalidad de obtener información a fin de plantear soluciones a los deterioros encontrados” (MTC, 2006)

“Se considera que la evaluación es una actividad que mediante procedimientos normados de medidas y observaciones, permite inferir condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos” (AASHTO, 1992).

### **Conservación de pavimentos:**

La conservación de pavimentos es un programa de actividades con el objeto de preservar las inversiones efectuadas en la infraestructura vial, y comprende el monitoreo del comportamiento del pavimento, tratamientos para la extensión de la vida útil del pavimento y la implementación de una política orientada a satisfacer las necesidades de los usuarios siendo la suma de todas las actividades efectuadas para conservar las carreteras en buenas condiciones de servicio. Ello incluye mantenimiento y mantenimiento correctivo, al mismo tiempo que rehabilitaciones menores y mayores. No considera el mejoramiento de la capacidad estructural, la

construcción de pavimentos nuevos o la reconstrucción de pavimentos existentes (Arbitres, Pavimentos un enfoque al futuro, 2005)

**Conservación vial:**

Es el conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las mejores condiciones para el tráfico, compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, aprobado con R.1 «i.N 660- 2008-MTC/02, 2008)

**Conservación rutinaria:**

“Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente y se constituyen en acciones que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía” (YEOMANS, 1986).

Estas actividades Tienen como finalidad principal la preservación de todos los elementos viales con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenían después de la construcción o la rehabilitación.

Debe tener el carácter de preventiva y se incluyen en ella las actividades de limpieza de la calzada y de las obras de drenaje, el corte de la vegetación de la zona del derecho de vial y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras.

**Conservación periódica:**

Se denomina al conjunto de actividades que se ejecutan en periodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de (Preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. (SEDESOL, 2005)

### **Falla Tipo Piel de cocodrilo**

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodamiento bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

### **Falla Mancha en pavimentos (Exudación)**

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante y reflectiva que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación puede ser originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sello asfáltico, bajo contenido de vacíos de aire en la mezcla. La exudación ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales, emerge y entonces se expande en la superficie del pavimento.

### **Falla Grietas de contracción (bloque)**

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunos casos pueden aparecer en áreas sin tránsito.

### **Falla Elevaciones y/o Hundimientos**

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues éstos últimos son causados por pavimentos inestables.

### **Falla Corrugaciones**

La corrugación (también llamada “sartenejas”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinado con una carpeta o una base inestable.

### **Falla Depresiones**

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma empozamientos. En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada.

### **Falla Grietas de borde**

Las grietas de borde son paralelas y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m. del borde exterior del pavimento. Éste daño puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas de la base o de la subrasante en sectores próximos al borde del pavimento, por falta de soporte lateral o por terraplenes contruidos con materiales expansivos. El deterioro de la falla de borde se acelera por el efecto de las cargas de tránsito.

En algunos casos se puede llegar a producir pérdida del material por disgregación.

### **Tránsito (Tráfico).**

Los vehículos de todo tipo, con sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto mientras utilizan cualquier vía.

### **Volumen de Tránsito.**

Número de vehículos que pasan por una sección dada de un canal o vía durante un período determinado.

### **Promedio Diario de Tránsito (PDT o TPDA).**

Volumen promedio de tránsito en veinticuatro (24) horas, obtenido al dividir el volumen total de un determinado período de tiempo, generalmente un (1) año, entre el número de días del mismo período.

### **Volumen de tránsito Actual.**

Es aquel que circularía por una vía si ésta fuera abierta al tránsito. En el caso de vías existentes, donde se cuenta con datos estadísticos, el tránsito actual se puede obtener proyectando para la fecha en consideración la tendencia de los registros históricos. En el caso de vías que van a ser mejoradas, el tránsito actual estará compuesto por el existente antes de la mejora más el tránsito atraído de otras vías cercanas por las ventajas que ésta ofrece. En el caso de vías nuevas todo el tránsito será atraído.

### **Tasa de Crecimiento (TC).**

Es el incremento anual del volumen de tránsito en una vía, expresado en porcentaje. Se determina en base a los datos de las estaciones de conteo, extrapolando la tendencia de los datos estadísticos.

### **Proyección de Tránsito.**

El volumen de tránsito para un año cualquiera se determina empleando la siguiente ecuación:

$$PDT_n = PDT_o * (1+ TC)^n \quad \underline{(E-1)}$$

Donde:

$PDT_n$  = Volumen diario de vehículos para el año "n".

$PDT_o$  = Volumen diario de vehículos para el año inicial del período considerado.

TC = Tasa de Crecimiento para el período de años en análisis, expresada en forma decimal.

n = Número de años del período considerado.

**Vehículos Livianos.**

Son todos los vehículos de dos ejes y cuatro ruedas, tales como: Automóviles, camionetas y camiones de dos ejes con ruedas traseras sencillas.

**Vehículos Pesados.**

Son todos los autobuses y camiones, con no menos de seis ruedas y/o tres o más ejes individuales (eje trasero con cuatro ruedas, en el caso de vehículos de dos ejes). Se clasifican de acuerdo a las diferentes categorías.

**Período de Análisis.**

Se entiende como tal el número de años seleccionado para la comparación de las diversas alternativas de diseño; puede comprender varios períodos de diseño (diseño por etapas). Generalmente es de veinte (20) años para vías troncales y autopistas, aun cuando actualmente se está considerando un período de hasta treinta (30) años para autopistas urbanas.

## CAPITULO III

### PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE APLICACIÓN

##### 3.1.1. Generalidades

Conocedores del objetivo básico de los caminos de bajo volumen, como es de proporcionar accesibilidad a centros poblados y variados tipos de zonas rurales. Además, deben permitir el tránsito de diferentes tipos de vehículos durante todas las estaciones del año, asegurar una movilidad y velocidad adecuada, garantizar seguridad a peatones, vehículos motorizados y no motorizados y controlar la emisión de polvo.

Los caminos pavimentados de bajo volumen presentan problemas y condiciones especiales en comparación con los caminos pavimentados de redes principales:

- La vida útil de los pavimentos que se utiliza es relativamente corta.
- No existe control de pesos de camiones produciéndose deterioros acelerados en períodos de invierno.
- Presentan alta incertidumbre respecto de los datos de tránsito.
- La calidad de los procesos constructivos tiende a ser menor, en particular cuando se utilizan técnicas constructivas semi artesanales.
- La conservación se realiza por lo general a destiempo.
- Los sistemas de drenaje que se diseñan tienden a ser insuficientes en parte importante de la longitud del proyecto.
- Al término de su vida útil, por lo general, requieren ser re-contruidos perdiendo gran parte de la inversión realizada.

Generalmente, para los caminos de bajo volumen de tránsito (BVT) se proponen soluciones relativamente económicas en comparación a caminos que soportan mayores volúmenes, sin embargo, es común ver que para este tipo de caminos la economía se traduce en una reducción de

estándares en general, así como la utilización de soluciones de pavimentación con limitado respaldo de estudios de ingeniería.

Para analizar y aplicar la innovación de las metodologías como estrategia de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito, se elige la zona de aplicación, seleccionando un tramo representativo, donde se manifieste los diversos tipos de deterioros superficiales correspondientes a carreteras de BVT.

### **3.1.2. Área de estudio**

El área de estudio seleccionada para la aplicación de diversos métodos de evaluación superficial pertenece a la carretera Puno - Vilque, que se encuentra ubicado en las provincia de Puno, Región Puno, la carretera seleccionada atraviesa distintos tipos de topografía, condiciones climáticas y estructurales.

La carretera seleccionada cumple con los requisitos básicos considerados como objetivo de la presente investigación, es una carretera de bajo volumen de tránsito y tiene pavimento básico expuesto a condiciones extremas de clima, deflexiones que permitirá analizar las diversas manifestaciones de deterioros superficial.

### **3.1.3. Descripción del Proyecto**

El proyecto del servicio de conservación de la carretera Puno – Vilque, a nivel de solución básica, forma parte del Programa Nacional de Vías, el cual estableció un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlan por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres (3) años, que implican el concepto de "transferencia de riesgo" al Contratista.

Bajo este sistema se desarrollará una cultura preventiva, con la finalidad de evitar el deterioro prematuro de las vías mediante intervenciones rutinarias y periódicas de manera oportuna.

Esto significa en la práctica, actuar permanentemente para mantener la carretera en óptimas condiciones de transitabilidad. Es un cambio del concepto tradicional de trabajo, de actuar para reparar lo dañado por el concepto de actuar para evitar que se dañe, haciendo prevalecer de esta manera en las instituciones las acciones preventivas frente a las acciones correctivas.

Para el presente caso el cambio de standard se refiere a la aplicación de soluciones básicas con la finalidad de mejorar la transitabilidad de la carretera, mediante la colocación de material granular estabilizado y recubiertas con bitumen.

#### **3.1.4. Ubicación**

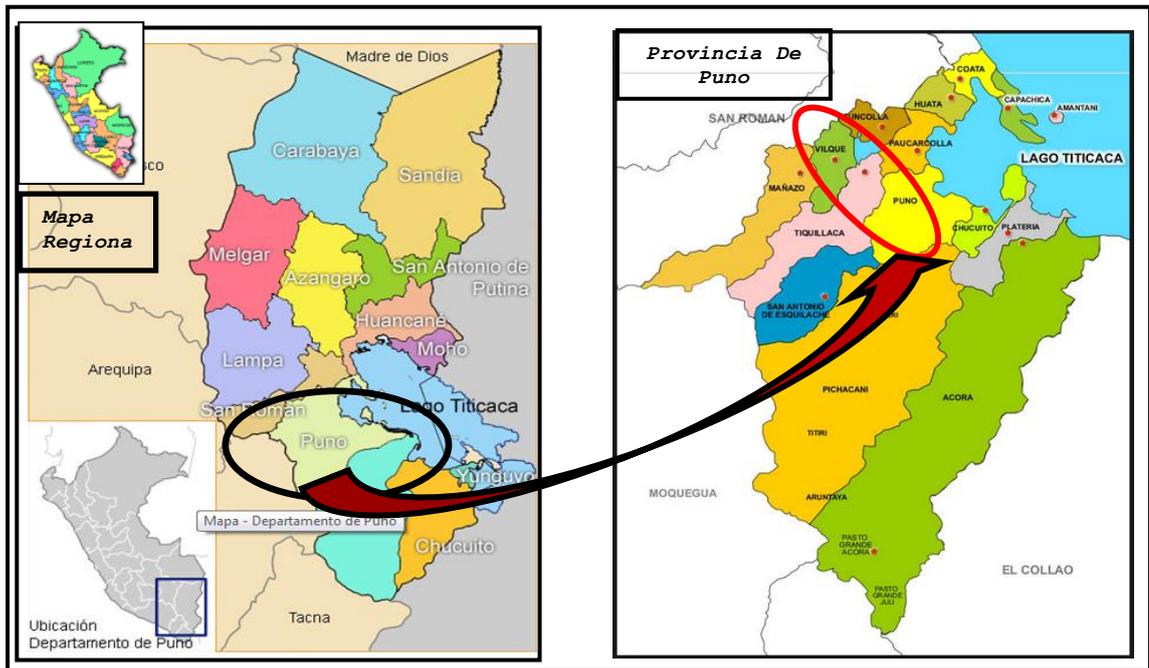
El trabajo de investigación Geográficamente se localiza en:

Región	:	Puno.
Provincia	:	Puno.
Distrito	:	Puno y Vilque.
Región Geográfica	:	Sierra.
Altitud Distrito de Puno	:	3820 m. s. n. m.
Altitud Distrito de Vilque	:	3860 m. s. n. m.

La carretera en estudio tramo: Puno-Vilque, está considerada dentro de la Red Vial Regional (PU 122), de acuerdo al clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras – SINAC, según D. S. 036-2011-MTC.

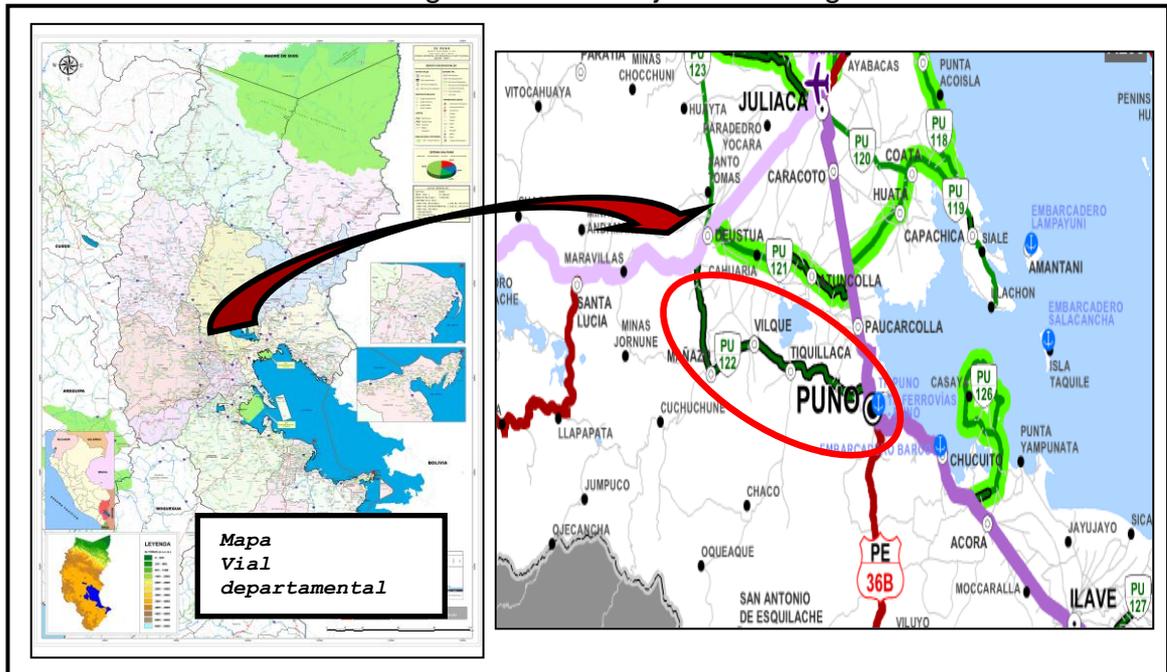
Específicamente la vía a intervenir con el trabajo de investigación, inicia en la localidad de Puno, hasta llegar a la localidad de Vilque con un recorrido total de 47.4 km. La carretera en estudio está clasificada dentro de la Red de Vías Vecinales, de acuerdo al mapa vial de Puno.

Figura III.1.  
Ubicación Geográfica.



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura III.2.  
Ubicación Geográfica del trabajo de investigación.



### 3.1.5 Clima y Geografía

#### Clima

La temperatura máxima es de 22 °C, y la mínima de 14 °C. La temperatura media en Puno (ciudad capital) en verano es de 15° a 22° en invierno de 5° a 16° gracias al efecto térmico que produce el lago Titicaca que durante el

día recolecta el calor del sol y en las noches lo libera, haciendo que ésta goce de un clima más cálido que las otras ciudades del altiplano como Juliaca, cuya temperatura media en verano es de 10° a 15° y en invierno de -5° a 8°, relativamente es una de las ciudades mas frias del altiplano ya que no goza del sistema térmico del Titicaca por la distancia con el mismo.

## **Geografía**

La región Puno se localiza en la sierra sudeste del país, en la meseta del Collao a: 13°00'66"00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita por el Sur, con la región Tacna. Por el Este, con la República de Bolivia y por el Oeste, con las regiones de Cusco, Arequipa y Moquegua. La región Puno se encuentra en el Altiplano entre los 3,812 y 5,500 msnm y entre la ceja de Selva y la Selva alta entre los 4,200 y 500 msnm. Cabe mencionar que la capital del departamento es la ciudad de Puno y está ubicada a orillas del lago Titicaca.

### **3.1.6. Zonas de características homogéneas**

Con la finalidad de conocer y ordenar la información recolectada se necesita subdividir la vía en tramos y estos a su vez en sectores.

Este procedimiento se llama tramificación y se refiere a la subdivisión de un camino en base a aquellos parámetros que presentan una cierta constancia en el tiempo como son: Estructura, transito, clima y deflexiones promedio.

### **3.1.7. Sección Representativa**

El tramo seleccionado para la evaluación superficial se encuentra ubicado entre las progresiva de inicio Km 00+000 y progresiva final Km 3+000, por que presenta las mayores deflexiones y las condiciones climáticas desfavorables para la conservación del pavimento, además está expuesto a tráfico liviano y sobre todo pesado; por lo que se espera obtener la

mayoría de manifestaciones de deterioro superficial del pavimento básico en el tramo elegido.

### Características Geométricas

A continuación se muestra las características geométricas de la sección del tramo seleccionado:

- Ancho de Calzada : 5.5 – 6.60 m
- Berma : Sin berma
- Bombeo : 0%
- Base estabilizada : 5 cm
- Espesor de afirmado : 12 cm
- Capa de protección : Monocapa de 0.9 cm
- Cunetas : Tipo tierra de 0.50m x 0.15m

Figura III.3.  
Características Geométrica (0+20 km)



Fuente: Elaboración propia

### Características del pavimento

La estructura del pavimento está compuesta por un afirmado estabilizado con emulsión asfáltica de 5cm de espesor en promedio. El afirmado fue

estabilizado con emulsión catiónica de rotura lenta CSS-1h, la cantidad de emulsión asfáltica para la estabilización fue de 2% de asfalto residual

El revestimiento del afirmado estabilizado está compuesto por dos tipos de tratamientos superficiales: Tratamiento superficial monocapa y slurry seal. El espesor de ambos tratamientos superficiales es de 1 cm.

En la Figura III.4, se ilustra el tratamiento superficial con monocapa, que fue realizado con asfalto RC250 con un rendimiento de 0.31 Gln/m<sup>2</sup> y agregados de diámetro 3/8" con un rendimiento de 0.015 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

En los tramos con tratamiento superficial de slurry seal, el material asfáltico es de tipo II y fue diseñada con emulsión catiónica superestable de rotura lenta, de viscosidad relativa uno y de base asfáltica consistente o dura (C.S.E.-1h).

Figura III.4.  
Tratamiento superficial con monocapa



### 3.1.8. Condiciones ambientales influyentes

El efecto del medio ambiente sobre la evolución del deterioro es un factor que, en la medida que avanzan las investigaciones, adquiere cada vez más importancia y significación. Ello implica, en primer lugar, que los resultados

que se obtienen de estudios empíricos realizados bajo condiciones medioambientales determinadas, deben ser cuidadosamente evaluados antes de adoptarlos en otras circunstancias y condiciones. Se ha comprobado que el medio ambiente deteriora un camino aun cuando éste no está en uso. Por una parte el medio ambiente altera las propiedades de algunos materiales y, por otra, crea condiciones que aceleran el deterioro; el agua altera la capacidad de soporte de los suelos, sean de la subrasante o constituyan la carpeta de rodadura.

### **Hidrología y Drenaje**

De acuerdo a la información analizada se observa que el régimen hidrológico de la zona de estudio corresponde a un clima lluvioso, con precipitación en todas las estaciones del año. Referente a las obras de drenaje del sector evaluado, existen alcantarillas que se encuentran en mal estado de conservación. Las cunetas están excavadas en tierra y carecen de revestimiento.

Figura III. 5.  
Socavación en cuneta sin revestir que reduce la sección de la vía



Fuente: Elaboración propia

## **Suelos**

La cuenca está conformada por suelos relativamente profundos, textura media, ácidos con influencia volcánica, presentan también suelos de mal drenaje, suelos orgánicos y litosoles. En la mayor parte estos suelos están siendo usados como zonas de pastoreo por la predominancia de gramíneas que presenta esta zona.

## **Tránsito**

El tránsito solicitante es un factor de primera importancia a la hora de determinar o predecir el daño en el tiempo que sufrirá un pavimento en un periodo dado.

El tránsito usuario es el que impone las solicitudes que deben ser soportadas por la estructura del pavimento, está compuesto por una gran variedad de vehículos en la misma vialidad (Vehículos de diferentes características, vehículos tirados por animales, motocicletas, bicicletas, etc.), por lo tanto, influyen de diferentes formas en el deterioro. En los cálculos de espesores de carpetas de rodadura con revestimiento los vehículos livianos tienen una influencia casi nula, por lo que suelen desprejarse. En las carpetas granulares, sin embargo, al circular a velocidades mayores que los de las otras categorías, son determinantes en los cambios de propiedades del material, pues provocan pérdidas de la fracción fina, especialmente durante la temporada seca, y desplazamientos en la fracción gruesa.

Las otras categorías, generalmente denominadas vehículos comerciales, son las responsables de las solicitudes que afectan a la estructura de rodadura o pavimento y, por lo tanto, las que más influyen en el progresivo deterioro que ella experimenta.

La capa de rodadura o pavimento se diseña para soportar un determinado número de solicitudes, cuyos pesos presentan una cierta distribución dentro de un rango preestablecido, de manera que en la medida que en la

realidad esas condiciones se ajusten a lo presupuestado el deterioro seguirá la tendencia prevista.

### **Propiedades de materiales**

Estos incluyen las propiedades principales de ingeniería de los materiales usadas en la construcción del pavimento, como propiedades de resistencia o de capacidad portante, gradación, mezcla, módulos de elasticidad y resiliencia y coeficiente de Poisson en comparación con el material de la construcción demandado.

Efectivamente, bajo un gran número de aplicaciones de carga, los materiales tienden a fracturarse o bien a acumular deformación, dependiendo de su rigidez inicial, lo que causa algunos de los deterioros más significativos en la superficie de rodamiento de los pavimentos.

Entre los factores principales que determinan la deformación permanente se encuentran: nivel de esfuerzos; número de aplicaciones de carga; tipo y contenido de asfalto; tipo y contenido de modificadores; características de las partículas; estado físico del suelo (peso volumétrico y contenido de agua); temperatura, entre otros.

Otros factores como las características geométricas de la carretera (planta y perfil longitudinal, drenaje, etc.), diseño y los factores de la construcción como espesor del pavimento, tipo de mantenimiento, característica de la superficie (microtextura y macrotextura), y la calidad de trabajos de construcción y mantenimiento.

### **3.2. APLICACIÓN EN LA CARRETERA PUNO – VILQUE.**

Debido al complejo comportamiento del pavimento básico existe la necesidad de adoptar métodos de evaluación del pavimento que considere diversos factores que afectan su desempeño durante la vida útil. Esta no es una tarea fácil, porque involucra el análisis no solamente de los aspectos estructurales del pavimento, sino también factores económicos, nivel de

servicio de la vía y grado de seguridad que le brinda al usuario. A continuación se muestra los resultados de la aplicación de la metodología a través de diferentes secciones.

### 3.2.1. RESULTADOS DE LAS SECCIONES

#### 1. RESULTADOS SECCION 01

Tabla III.1.  
Cálculo de Is para la muestra 01

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
Piel de cocodrilo	4.00	3	1.83%	3	3		2	4		4	MARGINAL
Grieta de borde	1.00	2	0.46%	2							
Grieta de borde	5.00	3	2.28%	3							
Griet lon. y tran.	3.00	2	1.37%	2							
Pulim. agregados	80.00	2	36.53%								
Huecos	3.00	1	1.37%								
Huecos	9.00	2	4.11%								
Huecos	10.00	3	4.57%								
Ahuellamiento	15.00	2	6.85%			2					
Desprendimiento	18.00	2	8.22%								
Desprendimiento	65.00	3	29.68%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.2.  
Cálculo de Is para la muestra 02

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
Piel de cocodrilo	3.20	2	1.46%	2	3		2	4		4	MARGINAL
Piel de cocodrilo	1.40	3	0.64%	3							
Grieta de borde	2.00	2	0.91%	2							
Griet lon. y tran.	2.00	2	0.91%	2							
Pulim. agregados	82.00	2	37.44%								
Huecos	4.00	1	1.83%								
Huecos	2.00	2	0.91%								
Huecos	1.00	3	0.46%								
Ahuellamiento	12.00	1	5.48%			1					
Ahuellamiento	13.80	2	6.30%			2					
Desprendimiento	15.00	2	6.85%								
Desprendimiento	67.00	3	30.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

## 2.RESULTADOS SECCION 02 (ÁREA 315 m2)

Tabla III.3.  
Cálculo de Is para la muestra 01

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
Piel de cocodrilo	2.00	2	0.91%	2	3		2	4	0	4	MARGINAL
Piel de cocodrilo	0.80	3	0.37%	3							
Grieta de borde	3.40	2	1.55%	2							
Griet lon. y tran.	5.80	2	2.65%	2							
Parqueo Acometida	1.00	2	0.46%								
Pulim. agregados	94.00	2	42.92%								
Huecos	1.00	1	0.46%								
Huecos	5.00	2	2.28%								
Ahuellamiento	25.40	1	11.60%			2					
Ahuellamiento	10.00	2	4.57%			2					
Desprendimiento	12.00	2	5.48%								
Desprendimiento	50.00	3	22.83%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.4.  
Cálculo de Is para la muestra 02

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	20.80	1	6.60%	1	2		1	3		3	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	2.00	2	0.63%	2							
12.Pulim. agregados(M)	6.00	2	1.90%								
13.Huecos (L)	31.50	1	10.00%								
13.Huecos (M)	1.20	2	0.38%								
13.Huecos (H)	15.00	3	4.76%								
15.Ahuellamiento (L) -	3.00	1	0.95%			1					
18.Hinchamiento (M)	48.00	2	15.24%								
19.Desprendimiento (M)	9.00	2	2.86%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.5.  
Cálculo de Is para la muestra 03

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CAUFIC.
01.Piel de cocodrilo (L)	1.00	1	0.32%	1	2		2	3		3	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	2.00	2	0.63%	2							
07.Grieta de borde (L)	33.00	1	10.48%	2							
12.Pulim. agregados(M)	40.00	2	12.70%								
15.Ahuellamiento (L)	45.00	1	14.29%			2					
19.Desprendimiento (L)	6.00	1	1.90%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.6.  
Cálculo de Is para la muestra 04

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CAUFIC.
01.Piel de cocodrilo (L)	2.00	1	0.63%	1	3		1	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	6.00	2	1.90%	2							
01.Piel de cocodrilo (H)	1.00	3	0.32%	3							
07.Grieta de borde (L)	31.00	1	9.84%	1							
07.Grieta de borde (M)	2.00	2	0.63%	2							
10.Griet lon. y tran.(M)	2.50	2	0.79%	2							
12.Pulim. agregados(M)	134.00	2	42.54%								
15.Ahuellamiento (L)	12.00	1	3.81%			1					
19.Desprendimiento (M)	11.00	2	3.49%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.7.  
Cálculo de Is para la muestra 04

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	3.00	1	0.95%	1	3		0	3		3	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	8.00	2	2.54%	2							
01.Piel de cocodrilo (H)	2.00	3	0.63%	3							
07.Grieta de borde (L) -	13.00	1	4.13%	1							
07.Grieta de borde (H)	12.00	3	3.81%	1							
12.Pulim. agregados(M)	130.00	2	41.27%								
13.Huecos (L)	15.00	1	4.76%								
13.Huecos (M)	1.00	2	0.32%								
19.Desprendimiento (L)	122.00	1	38.73%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.8.  
Cálculo de Is para la muestra 05

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	6.00	1	1.90%	1	3		2	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (H)	4.00	3	1.27%	3							
02.Exudación (L) - m	11.00	1	3.49%								
12.Pulim. agregados(M)	122.00	2	38.73%								
15.Ahuellamiento (M)	15.00	2	4.76%			2					
19.Desprendimiento (L)	100.50	1	31.90%								
19.Desprendimiento (M)	5.00	2	1.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.9.  
Cálculo de Is para la muestra 06

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (M)	2.00	2	0.63%	2	3		2	4		4	MARGINAL
05.Corrugación (M) - r	3.00	2	0.95%	2							
07.Grieta de borde (M)	12.00	2	3.81%	2							
07.Grieta de borde (H)	20.00	3	6.35%	3							
12.Pulim. agregados(M)	95.00	2	30.16%								
15.Ahuellamiento (L) -	36.00	1	11.43%			2					
19.Desprendimiento (L)	99.00	1	31.43%								
19.Desprendimiento (M)	42.00	2	13.33%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.10.  
Cálculo de Is para la muestra 07

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
07.Grieta de borde (L)	15.00	1	4.76%	1	1		2	3		3	MARGINAL
12.Pulim. agregados(M)	15.00	2	4.76%								
15.Ahuellamiento (L)	70.00	1	22.22%			2					
15.Ahuellamiento (M)	6.00	2	1.90%			2					
19.Desprendimiento (L)	52.00	1	16.51%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

### 3.RESULTADOS SECCION 03 (ÁREA 219 m2)

Tabla III.11.  
Cálculo de Is para la muestra 01

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
06.Depresión (H)	25.00	3	7.94%		1	3	3	5		5	DEFICIENTE
07.Grieta de borde (L)	5.00	1	1.59%	1							
12.Pulim. agregados(M)	13.00	2	4.13%								
15.Ahuellamiento (L)	63.00	1	20.00%			2					
19.Desprendimiento (L)	69.00	1	21.90%								
19.Desprendimiento (M)	12.00	2	3.81%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 5 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado DEFICIENTE (entre 5 y 7).

Tabla III.12.  
Cálculo de Is para la muestra 02

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L)	2.00	1	0.63%	1	1		1	3		3	MARGINAL
07.Grieta de borde (L)	17.00	1	5.40%	1							
12.Pulim. agregados(LM)	25.00	2	7.94%								
13.Huecos (L)	4.00	1	1.27%								
13.Huecos (M)	1.00	2	0.32%								
15.Ahuellamiento (L)	15.00	1	4.76%			1					
19.Desprendimiento (L)	41.00	1	13.02%								
19.Desprendimiento (M)	5.00	2	1.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.13.  
Cálculo de Is para la muestra 03

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
07.Grieta de borde (L)	15.00	1	4.76%	1	1		1	3		3	MARGINAL
12.Pulim. agregados(LN)	48.00	2	15.24%								
13.Huecos (L)	3.00	1	0.95%								
15.Ahuellamiento (L)	19.00	1	6.03%			1					
19.Desprendimiento (L)	36.00	1	11.43%								
19.Desprendimiento (N)	9.00	2	2.86%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.14.  
Cálculo de Is para la muestra 04

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
06.Depresión (L) - m	11.00	1	3.49%		2	1	2	3		3	MARGINAL
07.Grieta de borde (L) -	8.00	1	2.54%	1							
07.Grieta de borde (M)	11.00	2	3.49%	2							
12.Pulim. agregados(M)	69.00	2	21.90%								
15.Ahuellamiento (L) -	16.00	1	5.08%			1					
15.Ahuellamiento (M)	12.00	2	3.81%			2					
19.Desprendimiento (L)	47.00	1	14.92%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.15.  
Cálculo de Is para la muestra 05

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CAUFIC.
01.Piel de cocodrilo (H)	2.00	3	0.91%	3	3		2	4		4	MARGINAL
07.Grieta de borde (L)	10.00	1	4.57%	1							
10.Griet lon. y tran.(L)	6.00	1	2.74%	1							
12.Pulim. agregados(M)	13.00	2	5.94%								
13.Huecos (L)	2.00	1	0.91%								
15.Ahuellamiento (L)	23.00	1	10.50%			2					
19.Desprendimiento (L)	48.00	1	21.92%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.16.  
Cálculo de Is para la muestra 06

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CAUFIC.
07.Grieta de borde (L)	15.00	1	6.85%	1	1		2	3		3	MARGINAL
10.Griet lon. y tran.(L)	5.00	1	2.28%	1							
12.Pulim. agregados(M)	33.00	2	15.07%								
13.Huecos (L)	2.00	1	0.91%								
15.Ahuellamiento (L)	30.00	1	13.70%			2					
19.Desprendimiento (L)	11.00	1	5.02%								
19.Desprendimiento (M)	13.00	2	5.94%								

Fuente: Elaboración propia.

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.17.  
Cálculo de Is para la muestra 07

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (M)	2.00	2	0.91%	2	2		2	3	0	3	MARGINAL
07.Grieta de borde (L) -	12.00	1	5.48%	1							
10.Griet lon. y tran.(L) - r	6.30	1	2.88%	1							
11.Parqueo-acometida (H)	1.00	2	0.46%								
12.Pulim. agregados(M)	21.00	2	9.59%								
13.Huecos (L)	3.00	1	1.37%								
15.Ahuellamiento (L) -	35.60	1	16.26%			2					
19.Desprendimiento (L)	36.00	1	16.44%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

#### 4. RESULTADOS SECCION 04 (ÁREA 315 m2).

Tabla III.18.  
Cálculo de Is para la muestra 01

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	6.00	1	1.90%	1	3		2	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (H) -	6.00	3	1.90%	3							
02.Exudación (L) - m <sup>2</sup>	10.00	1	3.17%								
05.Corrugación (L) - m	2.70	1	0.86%			1					
12.Pulim. agregados(M) -	133.00	2	42.22%								
15.Ahuellamiento (M) -	15.00	2	4.76%			2					
19.Desprendimiento (L)	100.50	1	31.90%								
19.Desprendimiento (M)	5.00	2	1.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.19.  
Cálculo de Is para la muestra 02

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) - r	3.00	1	0.95%	1	3		2	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M) -	3.00	2	0.95%	2							
01.Piel de cocodrilo (H) -	4.00	3	1.27%	3							
02.Exudación (L) - m <sup>2</sup> .	17.00	1	5.40%								
12.Pulim. agregados(M) -	60.80	2	19.30%								
15.Ahuellamiento (M) -	9.50	2	3.02%			2					
19.Desprendimiento (L)	14.80	1	4.70%								
19.Desprendimiento (M)	55.40	2	17.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.20.  
Cálculo de Is para la muestra 03

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	7.00	1	2.22%	1	3		2	4	0	4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (H) -	3.00	3	0.95%	3							
02.Exudación (M) - m	9.00	2	2.86%								
05.Corrugación (L) - m	11.00	1	3.49%								
07.Grieta de borde (L) -	12.00	1	3.81%	1							
07.Grieta de borde (M)	2.00	2	0.63%	2							
11.Parcheo-acometida (r	2.90	2	0.92%								
12.Pulim. agregados(M)	68.00	2	21.59%								
13.Huecos (L) - un:	10.00	1	3.17%								
13.Huecos (M) - un	2.50	2	0.79%								
15.Ahuellamiento (L) -	62.00	1	19.68%								
19.Desprendimiento (L)	6.00	1	1.90%								
19.Desprendimiento (H)	56.00	3	17.78%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.21.  
Cálculo de Is para la muestra 04

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	9.00	1	2.86%	1	2		1	3		3	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	1.00	2	0.32%	2							
12.Pulim. agregados(M)	33.00	2	10.48%								
13.Huecos (L)	8.00	1	2.54%								
13.Huecos (M)	5.00	2	1.59%								
13.Huecos (H)	1.80	3	0.57%								
15.Ahuellamiento (L) -	5.00	1	1.59%								
18.Hinchamiento (M)	6.00	2	1.90%								
19.Desprendimiento (M)	13.00	2	4.13%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.22.  
Cálculo de Is para la muestra 05

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	1.00	1	0.32%	1	3		2	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (H) -	2.00	3	0.63%	3							
07.Grieta de borde (L) -	23.00	1	7.30%	1							
12.Pulim. agregados(M) -	40.00	2	12.70%								
15.Ahuellamiento (L) -	45.00	1	14.29%			2					
19.Desprendimiento (L)	6.00	1	1.90%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.23.  
Cálculo de Is para la muestra 06

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	6.00	1	1.90%	1	3		1	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	5.00	2	1.59%	2							
01.Piel de cocodrilo (H) -	1.00	3	0.32%	3							
05.Corrugación (L) - m	13.00	1	4.13%			1					
07.Grieta de borde (L) -	34.00	2	10.79%	3							
07.Grieta de borde (M)	3.00	2	0.95%	2							
10.Griet lon. y tran.(M) -	3.00	2	0.95%	2							
12.Pulim. agregados(M)	115.00	2	36.51%								
15.Ahuellamiento (L) -	12.00	1	3.81%			1					
19.Desprendimiento (M)	63.00	2	20.00%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.24.  
Cálculo de Is para la muestra 07

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) -	3.00	1	0.95%	1	3		0	3		3	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	8.00	2	2.54%	2							
01.Piel de cocodrilo (H) -	2.00	3	0.63%	3							
07.Grieta de borde (L) -	21.00	1	6.67%	1							
07.Grieta de borde (H) -	13.00	3	4.13%	3							
12.Pulim. agregados(M)	110.00	2	34.92%								
13.Huecos (L)	15.00	1	4.76%								
13.Huecos (M)	1.00	2	0.32%								
19.Desprendimiento (L)	170.00	1	53.97%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.25.  
Cálculo de Is para la muestra 08

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CAUFIC.
01.Piel de cocodrilo (L)	6.00	1	1.90%	1	3		2	4		4	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (H)	4.00	3	1.27%	3							
02.Exudación (L) - m <sup>2</sup>	6.80	1	2.16%								
12.Pulim. agregados(M)	142.00	2	45.08%								
15.Ahuellamiento (M)	15.00	2	4.76%			2					
19.Desprendimiento (L)	105.00	1	33.33%								
19.Desprendimiento (M)	5.00	2	1.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 4 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.26.  
Cálculo de Is para la muestra 09

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CAUFIC.
01.Piel de cocodrilo (M)	2.00	2	0.63%	2	2		2	3		3	MARGINAL
05.Corrugación (M) - n	3.00	2	0.95%	2							
07.Grieta de borde (L) -	11.00	1	3.49%	1							
07.Grieta de borde (M) -	13.00	2	4.13%	2							
07.Grieta de borde (H) -	18.00	3	5.71%								
12.Pulim. agregados(M)	58.00	2	18.41%								
15.Ahuellamiento (L) -	36.00	1	11.43%			2					
19.Desprendimiento (L)	79.00	1	25.08%								
19.Desprendimiento (M)	48.00	2	15.24%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.27.  
Cálculo de Is para la muestra 10

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
02.Exudación (L) - m	8.10	1	2.57%		1		3	5		5	DEFICIENTE
06.Depresión (H) - m	11.00	3	3.49%			3					
07.Grieta de borde (L)	16.00	1	5.08%	1							
12.Pulim. agregados(M)	20.00	2	6.35%								
15.Ahuellamiento (L)	55.00	1	17.46%			2					
15.Ahuellamiento (M)	6.00	2	1.90%			2					
19.Desprendimiento (L)	45.00	1	14.29%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 5 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado DEFICIENTE (entre 5 y 7).

Tabla III.28.  
Cálculo de Is para la muestra 11

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) - m	2.00	1	0.63%	1	1		2	3		3	MARGINAL
06.Depresión (H) - m	29.00	3	9.21%								
07.Grieta de borde (L) - m	5.00	1	1.59%	1							
12.Pulim. agregados(M) - m	13.00	2	4.13%								
13.Huecos (L)	3.00	1	0.95%								
15.Ahuellamiento (L) - m	33.00	1	10.48%			2					
19.Desprendimiento (L)	71.00	1	22.54%								
19.Desprendimiento (M)	15.00	2	4.76%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.29.  
Cálculo de Is para la muestra 12

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) - m	1.00	1	0.32%	1	2		1	3		3	MARGINAL
01.Piel de cocodrilo (M)	3.00	2	0.95%	2							
02.Exudación (L) - m	7.20	1	2.29%								
07.Grieta de borde (L) - m	18.00	1	5.71%	1							
12.Pulim. agregados(M)	25.00	2	7.94%								
13.Huecos (L)	4.00	1	1.27%								
13.Huecos (M)	2.00	2	0.63%								
15.Ahuellamiento (L) - m	5.00	1	1.59%			1					
19.Desprendimiento (L)	47.00	1	14.92%								
19.Desprendimiento (M)	5.00	2	1.59%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.30.  
Cálculo de Is para la muestra 13

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
02.Exudación (L) - m	6.50	1	2.06%		1		2	3		3	MARGINAL
02.Exudación (M) - m	1.00	2	0.32%								
06.Depresión (L) - m	5.00	1	1.59%			1					
07.Grieta de borde (L) -	13.00	1	4.13%	1							
12.Pulim. agregados(M)	48.00	2	15.24%								
13.Huecos (L)	1.00	1	0.32%								
15.Ahuellamiento (L) -	18.00	1	5.71%			1					
15.Ahuellamiento (M)	11.00	2	3.49%			2					
15.Ahuellamiento (H)	12.00	3	3.81%								
19.Desprendimiento (L)	39.00	1	12.38%								
19.Desprendimiento (M)	11.00	2	3.49%								

Fuente: Elaboración propia

El IS obtenido fue de 3 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado MARGINAL (entre 3 y 4).

Tabla III.31.  
Cálculo de Is para la muestra 14

TIPO DE DAÑO	AREA	GRAVEDAD	EXT. %	If	Max. If	Id	Max Id	Is Inicial	Correc.	IS	CALIFIC.
01.Piel de cocodrilo (L) - f	1.00	1	0.32%	1	2		3	5		5	DEFICIENTE
02.Exudación (L) - m <sup>2</sup>	7.10	1	2.25%								
02.Exudación (M) - m	2.50	2	0.79%								
06.Depresión (L) - m <sup>2</sup>	10.00	1	3.17%			1					
07.Grieta de borde (L) - f	7.00	1	2.22%	1							
07.Grieta de borde (M) -	10.00	2	3.17%	2							
12.Pulim. agregados(M) -	69.00	2	21.90%								
15.Ahuellamiento (L) -	11.00	1	3.49%			1					
15.Ahuellamiento (M) -	12.00	2	3.81%			2					
15.Ahuellamiento (H) -	3.70	3	1.17%			3					
19.Desprendimiento (L)	32.00	1	10.16%								

Fuente: Elaboración propia

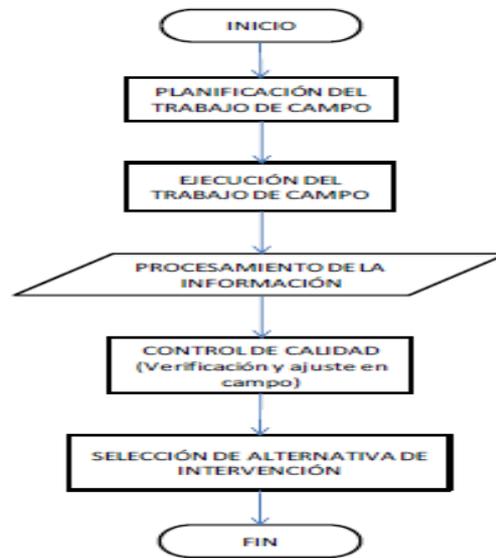
El IS obtenido fue de 5 lo que indica según el método VIZIR, que la condición de esta muestra de pavimento está en un estado DEFICIENTE (entre 5 y 7).

### **3.2.2. Propuesta de técnicas para evaluación superficial de pavimentos.**

Considerando que el hombre recibe la mayor parte de la información del mundo exterior mediante “cono visual”, además la inmensa mayoría de experimentos y ensayos realizados sobre materiales nos proporcionan sus resultados en última instancia, en forma óptica. Esta información es, generalmente indirecta. La vista puede proporcionarnos información de primera mano inalcanzable con otros medios como es la percepción del color, de la forma, la definición de la imagen, la sensación del relieve. Otras características del ojo humano: vista + capacidad mental (interpretación) + intuición.

Sin embargo debe quedar claro que hay una diferencia radical entre VER y MIRAR. Para ver, es preciso no solo mirar, sino mirar adecuadamente conforme a una técnica específica donde el evaluador o personal que realiza labores de relevamiento de la información de campo, debe contar con abundante conocimiento sobre el comportamiento del pavimento y los agentes influyentes en el deterioro de la misma, con la cual se garantizara guiar la interpretación visual en los muchos casos en que sea ambigua.

Figura III.6.  
Diagrama de flujo del procedimiento de evaluación



Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Planificación del trabajo de campo.

En esta fase primordial, se planifica las actividades necesarias que se debe realizar en campo. La recolección de información brinda tres importantes propósitos para el proceso de evaluación y estudio de los deterioros superficiales que se presentan en una carretera:

1. Brinda información cualitativa requerida para determinar los tipos de deterioro encontrados en la vía y clasificarlos según la metodología ESBVT, en deterioros de estructura y de superficie.
2. Proporciona la información cuantitativa requerida para la evaluación en gabinete de las cantidades, índices de deterioro, frecuencias, estado de la vía.
3. Permite realizar comparaciones y correlaciones del estado de la vía con otros parámetros medidos en el estudio de rehabilitación y mantenimiento de carreteras, como el Índice de Rugosidad IRI, Deflexiones, etc.

Figura III.7.  
Diagrama de flujo del procedimiento de evaluación



Fuente: Elaboración propia

Todos los datos que se obtengan deberán ser analizados de manera cuidadosa y sistemática. Los procedimientos para ello, variarán de un pavimento a otro, dependiendo de los hallazgos durante el proceso de recolección de la información. La obtención de datos producto del estudio de fallas del tramo estudiado tiene como objetivos:

- a) Delimitar zonas de diferente comportamiento a lo largo del proyecto.
- b) La inspección periódica de la superficie del pavimento brinda datos sobre la progresión de los daños, aplicables a los modelos de administración del mantenimiento.
- c) Los diversos tipos de fallas suelen estar relacionados con determinados mecanismos de deterioro. Aquellos que básicamente están asociados a la acción de las cargas del tránsito, exigen trabajos de rehabilitación con fortalecimiento estructural, en tanto que los asociados a los materiales y el clima deben enfrentarse, ante todo, buscando remediar las causas de dichas deficiencias o minimizando el impacto sobre el comportamiento del pavimento. Es evidente, sin embargo, que algunos problemas muy severos motivados en los materiales o

aspectos ambientales, pueden exigir la reconstrucción del pavimento.

- d) Por último el resultado del inventario visual es la base de una programación idónea de los trabajos posteriores de evaluación destructiva y no destructiva de la calzada.

#### **3.2.4. Procedimiento para recolección de datos en el terreno.**

Existen diversos métodos en la etapa del inventario de los deterioros de los pavimentos, pero el principio de registro es similar, y corresponde a la calificación de cada muestra, según los catálogos de defectos superficiales de cada uno de ellos.

Dadas las limitaciones que implica el registro en papel de los defectos, especialmente en tramos de muestreo largo, han llevado a que diversas agencias viales automaticen el proceso, mediante el uso de computadores portátiles en donde es posible agilizar el registro.

Generalmente se usa el método visual en las carreteras en la etapa de elaboración de los estudios para la rehabilitación de sus pavimentos.

Con la finalidad de facilitar la recolección de la información correspondiente al inventario de los deterioros del pavimento, el procesamiento y su posterior análisis, se presenta para el registro de los deterioros en campo en la figura III.6, la planilla de recolección de datos de campo para la evaluación superficial con el método VIZIR, el cual incluye una parte para el registro de los datos y otra parte para la representación gráfica de los deterioros, con lo cual se podrá tener una visión clara del comportamiento que presenta el pavimento a nivel superficial; de igual forma, la información registrada puede ser utilizada en el procesamiento y en el diagnóstico de los deterioros presentes en el pavimento básico.

El procedimiento para la recolección de datos involucra un recorrido a pie, realizando la inspección visual del estado del pavimento, paralelamente al cual se deberá realizar el llenado de la planilla de recolección de datos de campo, el registro gráfico en este formato se deberá realizar mediante un croquis, con las simbologías correspondientes a cada tipo de defecto superficial que se indica en el formato.

Para adelantar este proceso de registro se deberán tener en cuenta los criterios de medición que se presentan a continuación, así como, las pautas para el llenado adecuado de los formatos estandarizados con los datos necesarios para la correcta definición del estado global del pavimento.

Los reportes sobre los deterioros que se presenten en los pavimentos, deberán servir para determinar el Índice de Deterioro superficial "Is" de una manera adecuada.

Figura III.8.  
Planilla de recolección de datos de campo

NOMBRE DEL DETERIORO	SIMBOLO	RELEVAMIENTO DE FALLAS											
		5m	10	15	20	25	30	35	40	45	50m		
Fisuras longitudinales por fatiga			2 4										
Fisuras piel de cocodrilo		1 1.26											
Depresiones o hundimientos longitudinales													
Depresiones o hundimientos transversales													
Bacheos y zanjas reparadas			2 22.5			3 27.5			2 8.61				
Ahuellamiento				1 5.28									
Pérdida de agregados					1 15				1 15				
Pérdida de la película de ligante	PL												
Huecos													
Exudación													
Escalonamiento entre calzada y berma								1 8.125					
Erosión de las bermas	EB												
Desintegración de los bordes del pavimento	DB												
Fisura de borde													

SECCIÓN DE VÍA	Re/Sr-Sc/Co	Sr									
CORRECCIÓN POR FRAGILIDAD											
Estabilidad de Taludes (Bajo, Moderado, Alto)	Eb /Em /Ea	Em									
Cap.de contribución a la fragilidad del Pavimento básico	CFpb	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

LEYENDA	REPRESENTACIÓN PLANIMETRICA																	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50							
<p><b>SECCIÓN DE VÍA :</b></p> <p>Relleno(Re), Sección Mixta Relleno(Sr), Corte(Co) Sección Mixta Corte(Sc)</p> <p><b>REGISTRO DE DETERIOROS</b></p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SEVERIDAD (1, 2, 3)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ÁREA (M2)</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>SEVERIDAD (1, 2, 3)</td> <td>ÁREA (M2)</td> <td>PROF. (MM.)</td> </tr> </table>	SEVERIDAD (1, 2, 3)		ÁREA (M2)		SEVERIDAD (1, 2, 3)	ÁREA (M2)	PROF. (MM.)											
SEVERIDAD (1, 2, 3)																		
ÁREA (M2)																		
SEVERIDAD (1, 2, 3)	ÁREA (M2)	PROF. (MM.)																
<b>CARRIL IZQUIERDO</b>					2.0%						0.00% 0.00% 0.00% 3.36%							
<b>CARRIL DERECHO</b>	0.49% 	1.56% 	8.78% 		5.85% 			3.12% 4			5.86% 							
<b>OBSERVACIONES :</b>																		

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Existen diversas metodologías y equipos que permiten realizar la evaluación “no destructiva” superficial y estructural del pavimento, que varía desde la inspección visual hasta el uso de equipos especializados como la Viga Benkelman, Dynaflect, Road Rater, Falling Weigh Deflectometer, utilizados para la medición de deflexiones, en base a las cuales se estima la capacidad de soporte de la estructura existente.

Los resultados de la evaluación efectuada sirven para determinar la mejor alternativa para prolongar la vida útil del pavimento básico. “La conservación de pavimentos es un programa de actividades con el objeto de preservar las inversiones efectuadas en la infraestructura vial, y comprende el monitoreo del comportamiento del pavimento, tratamientos para la extensión de la vida útil del pavimento y la implementación de una política orientada a satisfacer las necesidades de los usuarios siendo la suma de todas las actividades efectuadas para conservar las carreteras en buenas condiciones de servicio. Ello incluye mantenimiento y mantenimiento correctivo, al mismo tiempo que rehabilitaciones menores y mayores. No considera el mejoramiento de la capacidad estructural, la construcción de pavimentos nuevos o la reconstrucción de pavimentos existentes”

Existen varios métodos para efectuar los relevamientos de fallas pero en el país actualmente está siendo utilizado con mayor arraigo la metodología PCI (Pavement Condition Index) es decir el cálculo del Índice de la condición del pavimento; razón por la cual además de realizar la comparación de resultados con los métodos aplicados se realizara la comparación con el método VIZIR, PCI y el método ESBVT que identifica en forma global las patologías que evidencia el estado de la vía.

## 4.1. APLICACIÓN DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN VIZIR

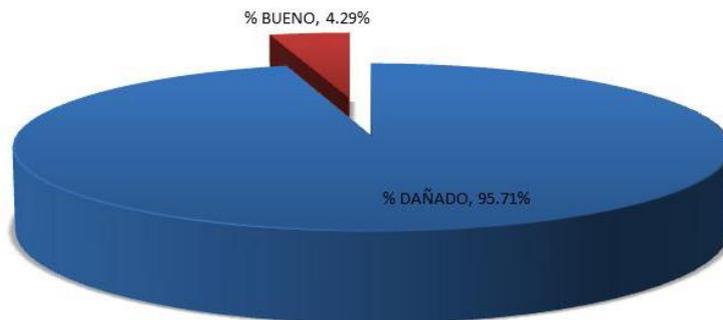
### 4.1.1. RESULTADOS SECCION 1

Tabla IV.1.  
Fallas encontradas en la sección 1

TIPO DE DAÑO	L	M	H	TOTAL DAÑO	% x TIPO DAÑO	% x AREA TOTAL
PIEL DE COCODRILO		5.2	6.2	11.4	1.81	1.74
GRIETA DE BORDE		6.4	5	11.4	1.81	1.74
GRIETA LONG Y TRANS.		10.8		10.8	1.72	1.64
PARCHEO		1		1	0.16	0.15
PULIMENTO DE AGREGADOS		256		256	40.71	38.96
HUECOS	8	16	11	35	5.57	5.33
AHUELLAMIENTO	37.4	38.8		76.2	12.12	11.60
DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		45	182	227	36.10	34.55
				<b>628.8</b>	<b>100.00</b>	<b>95.71</b>
	<b>AREA TOTAL (m2)</b>			<b>657</b>		<b>4.29</b>

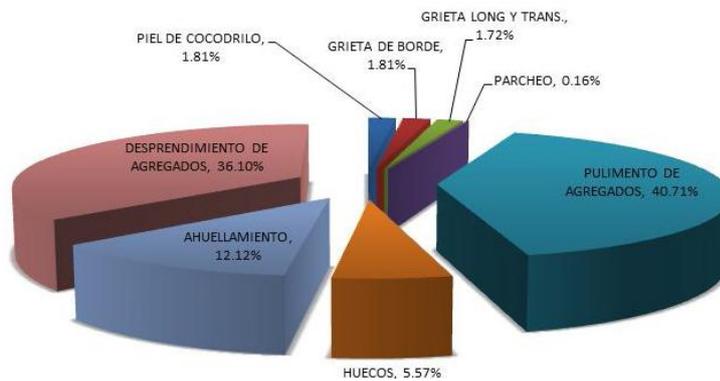
Fuente: Elaboración propia

Figura IV.1.  
Condición actual en la sección 1



Fuente: Elaboración propia

Figura IV.2.  
Porcentajes de daños en la sección 1



Fuente: Elaboración propia

La tabla IV.1. Nos muestra las fallas encontradas en la sección 1 en las 03 muestras; L, M, H representan la severidad de las fallas, la columna total de daño representa la suma total de las fallas en sus distintos niveles de severidad. Así mismo presentamos el porcentaje por tipo de daño, observándose claramente la superioridad del desprendimiento de agregados como falla predominante con un 40.71%, y con un 0.16% del tipo de falla parcheo. Dichos resultados se presentan gráficamente en la Figura IV.2

La columna % por área total, representa los porcentajes incidentes de las fallas respecto al área total de estudio de la sección 1 que es de 657 m<sup>2</sup>. En la Figura IV.1 se muestra que solo un 4.29% del área de estudio de la sección 1 no presenta daños, dando como consecuencia un 95.71% de área total dañada.

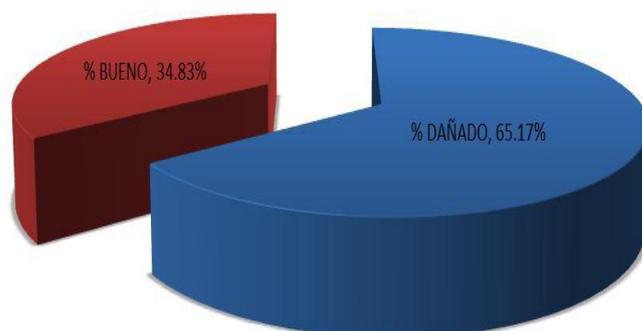
#### 4.1.2. RESULTADOS SECCION 2

Tabla IV.2.  
Fallas encontradas en la sección 2

TIPO DE DAÑO	L	M	H	TOTAL DAÑO	% x TIPO DAÑO	% x AREA TOTAL
PIEL DE COCODRILO	55	21	16	92	3.20%	2.09%
EXUDACIÓN	19	40.5		59.5	2.07%	1.35%
ABULTAMIENTO Y HUND.	6		1.2	7.2	0.25%	0.16%
CORRUGACION	13	5.5		18.5	0.64%	0.42%
DEPRESION	11	1.5	25	37.5	1.30%	0.85%
GRIETA DE BORDE	157	42	32	231	8.04%	5.24%
GRIETA LONG Y TRANS.		9.5		9.5	0.33%	0.22%
PARCHEO		11.5		11.5	0.40%	0.26%
PULIMENTO DE AGREGADO	592	153	139	884	30.76%	20.05%
HUECOS	48	20	23	91	3.17%	2.06%
AHUELLAMIENTO	386	81.7		467.7	16.27%	10.61%
DESPLAZAMIENTO	4			4	0.14%	0.09%
HINCHAMIENTO	8	6		14	0.49%	0.32%
DESPRENDIMIENTO DE AG	688.5	112	146	946.5	32.93%	21.46%
				<b>2873.9</b>	100.00%	<b>65.17%</b>
	<b>AREA TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>			<b>4410</b>		<b>34.83%</b>

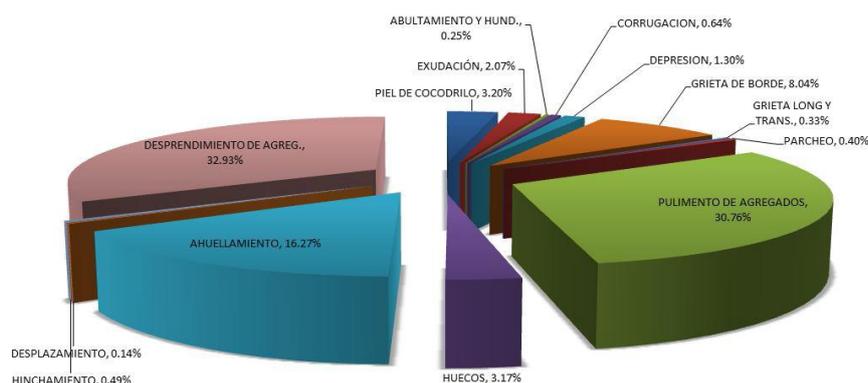
Fuente: Elaboración propia

Figura IV.3.  
Condición actual en la sección 2



Fuente: Elaboración propia

Figura IV.4.  
Porcentajes de daños en la sección 2



Fuente: Elaboración propia

La TABLA IV.2. Nos muestra las fallas encontradas en la sección 2 en las 14 muestras; L, M, H representan la severidad de las fallas, la columna total de daño representa la suma total de las fallas en sus distintos niveles de severidad. Así mismo presentamos el porcentaje por tipo de daño, observándose claramente la superioridad del desprendimiento de agregados como falla predominante con un 32.93%, seguidamente la falla pulimento de agregados con un 30.76% y con un 0.16% del tipo de falla parcheo. Dichos resultados se presentan gráficamente en la Figura IV.4.

La columna % por área total, representa los porcentajes incidentes de las fallas respecto al área total de estudio de la sección 2 que es de 4410 m<sup>2</sup>. En la Figura IV.3; se muestra que solo un 34.83% del área de estudio de la sección 2 no presenta daños, dando como consecuencia un 65.17% de área total dañada.

#### 4.1.3. RESULTADOS SECCION 3

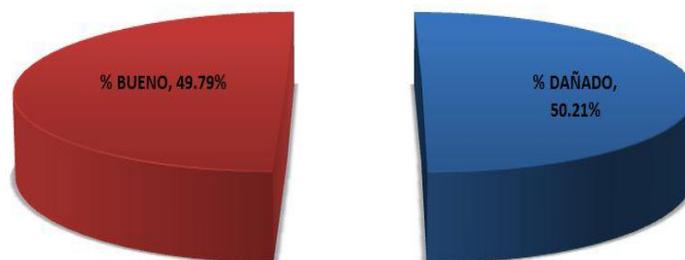
Tabla IV.3.  
Fallas encontradas en la sección 3

SECCION 3						
TIPO DE DAÑO	L	M	H	TOTAL DAÑO	% x TIPO DAÑO	% x AREA TOTAL
PIEL DE COCODRILO	0	2	2	4	1.21%	0.61%
GRIETA DE BORDE	37	0	0	37	11.22%	5.63%
GRIETAS LONG Y TRANS.	17.3	0	0	17.3	5.24%	2.63%
PARCHEO	0	1	0	1	0.30%	0.15%
PULIMENTO DE AGREG.	67	0	0	67	20.31%	10.20%
HUECOS	7	0	0	7	2.12%	1.07%
AHUELLAMIENTO	88.6	0	0	88.6	26.86%	13.49%
DESPRENDIMIENTO DE AGREGA	95	13	0	108	32.74%	16.44%
				<b>329.9</b>	<b>100.00%</b>	<b>50.21%</b>
	<b>AREA TOTAL (m2)</b>			<b>657</b>		<b>49.79%</b>

% DAÑADO  
% BUENO

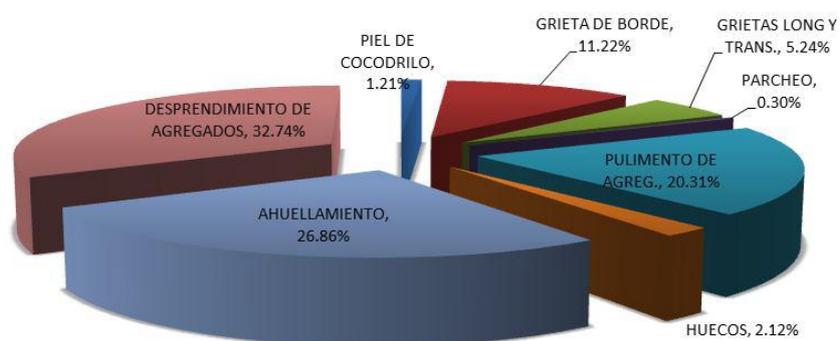
Fuente: Elaboración propia

Figura IV.5.  
Condición actual en la sección 3



Fuente: Elaboración propia

Figura IV.6.  
Porcentajes de daños en la sección 3



Fuente: Elaboración propia

La tabla IV.3. Nos muestra las fallas encontradas en la sección 3 en las 3 muestras, que esta sección cuenta; L, M, H representan la severidad de las fallas, la columna total de daño representa la suma total de las fallas en sus distintos niveles de severidad. Así mismo presentamos el porcentaje por tipo de daño, observándose fallas con porcentajes no muy marcados tales como el desprendimiento de agregados con un 32.74%, seguidamente la falla ahuellamiento con un 26.86% y las fallas parcheo con 0.30% y piel de cocodrilo con 1.21% son las que se presentan en menor porcentaje. Dichos resultados se presentan gráficamente en la Figura IV.6.

La columna % por área total, representa los porcentajes incidentes de las fallas respecto al área total de estudio de la sección 3 que es de 657 m<sup>2</sup>. En la Figura IV.5. se muestra que solo un 49.79% del área de estudio de la sección 3 no presenta daños, dando como consecuencia un 50.21% de área total dañada.

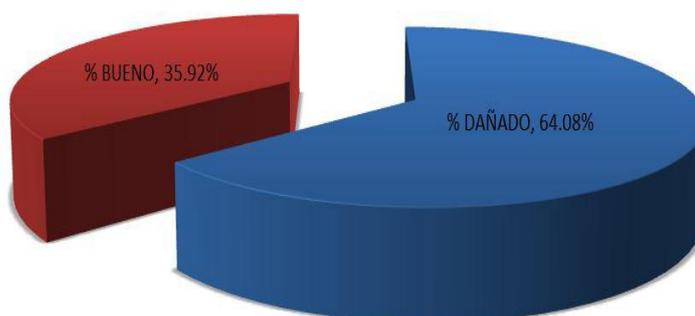
#### 4.1.4. RESULTADOS SECCION 4

Tabla IV.4.  
Fallas encontradas en la sección 4

TIPO DE DAÑO	L	M	H	TOTAL DAÑO	% x TIPO DAÑO	% x AREA TOTAL	
PIEL DE COCODRILO	45	22	22	89	3.15%	2.02%	
EXUDACION	62.7	12.5	0	75.2	2.66%	1.71%	
CORRUGACIÓN	26.7	3	0	29.7	1.05%	0.67%	
DEPRESION	15	0	40	55	1.95%	1.25%	
GRIETA DE BORDE	160	28	31	219	7.75%	4.97%	
GRIETA LONG Y TRANS	0	3	0	3	0.11%	0.07%	
PARCHEO	0	2.9	0	2.9	0.10%	0.07%	
PULIMENTO DE AGREGADO	662.8	167	105	934.8	33.08%	21.20%	
HUECOS	41	10.5	1.8	53.3	1.89%	1.21%	
AHUELLAMIENTO	282	68.5	15.7	366.2	12.96%	8.30%	
HUNDIMIENTO	0	6	0	6	0.21%	0.14%	
DESPRENDIMIENTO DE AG	715.3	220.4	56	991.7	35.09%	22.49%	
				<b>2825.8</b>	100.00%	<b>64.08%</b>	<b>% DAÑADO</b>
	<b>AREA TOTAL (m2)</b>			<b>4410</b>		<b>35.92%</b>	<b>% BUENO</b>

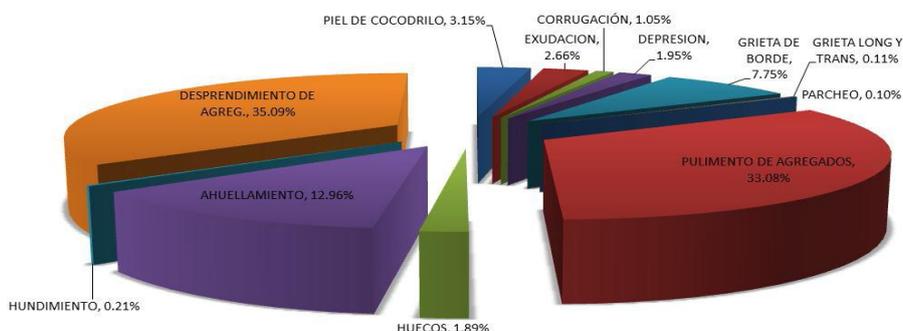
Fuente: Elaboración propia

Figura IV.7.  
Condición actual en la sección 4



Fuente: Elaboración propia

Figura IV.8.  
Porcentajes de daños en la sección 4



Fuente: Elaboración propia

La Tabla IV.4. Nos muestra las fallas encontradas en la sección 4 en las 14 muestras; L, M, H representan la severidad de las fallas, la columna total de daño representa la suma total de las fallas en sus distintos niveles de severidad. Así mismo presentamos el porcentaje por tipo de daño, observándose claramente la superioridad del desprendimiento de agregados y el pulimento de agregados como fallas predominantes con 35.09% y 33.08% respectivamente, seguidamente la falla ahuellamiento con un 12.96% y con menores porcentajes observamos las fallas grieta longitudinal y parcheo con 0.11% y 0.10% respectivamente. Dichos resultados se presentan gráficamente en la Figura IV.8.

La columna % por área total, representa los porcentajes incidentes de las fallas respecto al área total de estudio de la sección 4 que es de 4410 m<sup>2</sup>.

#### 4.2. FRECUENCIAS Y PORCENTAJES PARA LAS CATEGORÍAS VIZIR.

Tabla IV.5.

Cuadro de frecuencias y porcentajes para las categorías del método VIZIR.

<b>CATEGORIA</b>	<b>N° muestras</b>	<b>%</b>
BUENO	0	0.00%
MARGINAL	30	88.24%
DEFICIENTE	4	11.76%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

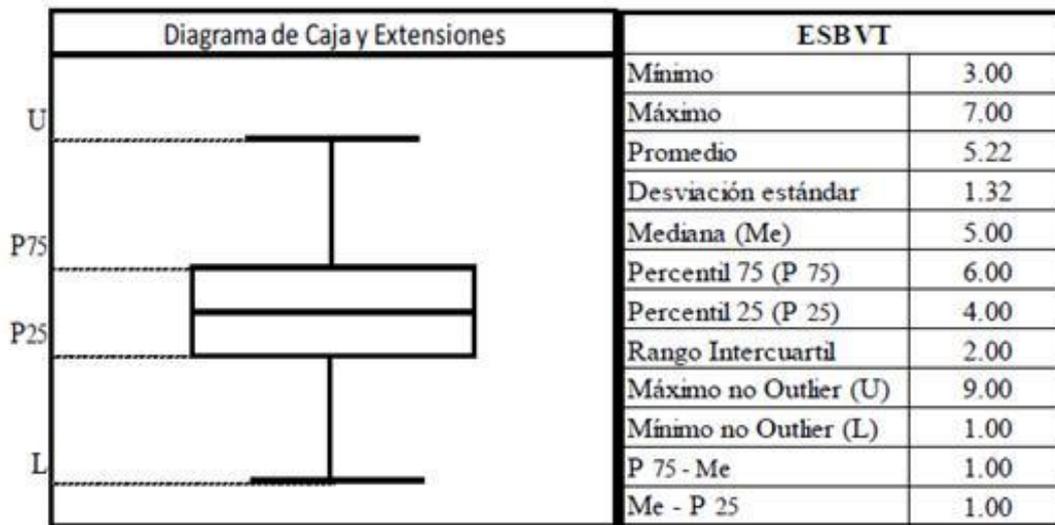
Fuente: Elaboración propia

De la TABLA IV.5. Podemos observar que 4 muestras evaluadas obtuvieron calificación DEFICIENTE, que a su vez representan el 11.76%, seguidamente tenemos la calificación de MARGINAL con un total de 30 muestras que representan el 88.24% del total de muestras evaluadas según el método VIZIR. Es de notarse también que ninguna muestra presenta condiciones de BUENO teniendo porcentaje de 0%.

#### 4.3. CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (VIZIR)

Se presenta las medidas de dispersión en la serie de índices de deterioros superficiales aplicando el método VIZIR y se aprecia que no hay outliers (valores atípicos).

Figura IV.9.  
Medidas de dispersión con método VIZIR



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS

Con la finalidad de evitar los errores de indulgencia, en el proceso de evaluación visual se fijaron parámetros de medición y definiciones claras de los defectos superficiales, mediante catálogos que garantizan realizar adecuadamente el relevamiento de fallas, con la cual el error y la varianza de las calificaciones subjetivas se pueden reducir; así mismo con la finalidad de prevenir o corregir errores y asegurar así la validez de los índices, se deben tener un entrenamiento adecuado.

Tabla IV.6.  
Errores Sistemáticos

PROBLEMA	DESCRIPCION	METODO PARA PREVENIR / RESOLVER
Errores de indulgencia	Tendencia constante del evaluador a calificar muy alto o muy bajo	Transformación estadística de la varianza del evaluador
Efecto Halo	Tendencia de los evaluadores a forzar una calificación de un atributo particular en la dirección de la impresión global del objeto evaluado	Definiciones exactas y exactitud en las direcciones
Errores de tendencia central	Evaluadores titubean a dar calificaciones extremas y desplazan las calificaciones individuales hacia el promedio	Introducción de un criterio continuo distinto al medio sensorio
Anclaje	El punto final de la instalación evaluada	Definiciones claras y exactas

Fuente: elaboración propia

#### 4.5 TAMAÑO Y ESPACIAMIENTO DE UNIDAD DE MUESTREO.

La unidad de muestreo está definida como un tramo de longitud de la carretera y se localiza cada cierto intervalo que determina la frecuencia de muestreo. El tamaño, número y frecuencia de muestreo requiere de un análisis estadístico basado en el principio de muestreo sistemático, restringido a un intervalo de confianza del 95%. Con la expresión que se presenta se puede estimar el número mínimo de unidades de muestreo

$$n = (N \times Z^2 \times P \times (1 - P)) / ((N - 1) \times e^2 + Z^2 \times P \times (1 - P)) \dots \dots \dots (1)$$

n = Número mínimo de unidades de muestreo

N = Número total de unidades de muestreo

Z = Intervalo de confianza (95%), entonces el coeficiente será (Z<sub>α/2</sub>=1.96)

P = Proporción esperada

e = Error de muestreo aceptable

El intervalo de separación (l) entre unidades de muestreo se halla con la siguiente expresión:  $l = N/n \dots \dots \dots (2)$

La recopilación de información de campo se realizó considerando tramos de longitud 50m, un total de 60 tramos o unidades de muestreo en la zona de experimentación desde la progresiva Km 09+000 al Km 12+000, la misma que se realizó en forma continua con la finalidad de realizar la comparación de resultados aplicando otros métodos.

Ejemplo para comprobar el tamaño y espaciamiento de muestreo con un intervalo de confianza del 95% desde la progresiva Km 09+000 al Km 212+000:

Aplicando la expresión (1), donde  $N=60$ , y para un intervalo de confianza del 95% se usa un coeficiente  $Z=1.96$ , además considerando una proporción esperada de 1% y un error muestral considerado del 5% se obtiene el número mínimo de unidades de muestreo  $n=12$ , la cual indica que evaluando un mínimo de 12 secciones se consiguen resultados con una confiabilidad de 95%.

Tabla IV.7.  
Comparación de medidas de dispersión en tres métodos

VIZIR CON N=60		VIZIR CON n=12	
Mínimo	1.00	Mínimo	1.00
Máximo	5.00	Máximo	4.00
Promedio	3.08	Promedio	2.92
Desviación estándar	0.77	Desviación estándar	0.79
Mediana (Me)	3.00	Mediana (Me)	3.00
Percentil 75 (P 75)	3.00	Percentil 75 (P 75)	3.00
Percentil 25 (P 25)	3.00	Percentil 25 (P 25)	3.00
Rango Intercuartil	0.00	Rango Intercuartil	0.00
Máximo no Outlier	3.00	Máximo no Outlier	3.00
Mínimo no Outlier	3.00	Mínimo no Outlier	3.00
P 75 - Me	0.00	P 75 - Me	0.00
Me - P 25	0.00	Me - P 25	0.00

Fuente. Elaboración propia.

En la mayoría de los métodos de evaluación superficial se opta por especificar un tamaño y frecuencia de muestreo fijo, que varía de método en método. Esta práctica, si bien permite evitar el análisis estadístico, puede llevar que no se obtengan muestras representativas, debido a que el deterioro de un pavimento no se distribuye espacialmente en forma homogénea.

#### 4.6. REQUISITOS PARA OBTENER LOS ÍNDICES.

El desarrollo del sistema debe haberse basado en ensayos y procedimientos de relevamiento válido para asegurar la exactitud de las calificaciones. Se deben incluir las tres características de los defectos: tipo de falla, severidad y cantidad.

- Se debe utilizar un método normalizado o estándar de calificación que utilice la información de defectos recolectada para ponderar la calificación para reflejar la capacidad estructural y la condición operacional del pavimento. Esto se puede conseguir realizando una

descripción estándar de los tipos de defectos y una definición exacta de los niveles de severidad.

- El sistema debe tener procedimientos y frecuencias de inspección de pavimentos estándar y guías para los niveles de red y de proyecto.
- El sistema debe permitir la utilización de computadoras para hacer más rápida la recolección, proceso y análisis de información (para minimizar los errores), pero debe ser probado e implementado manualmente.
- El sistema debe ser fácil de entender por todo el personal asociado con su uso: técnicos, ingenieros, administradores, autoridades de financiamiento, etc.
- El sistema general debe estar organizado de tal manera que minimice el tiempo de entrenamiento necesario para técnicos, ingenieros y administradores.

#### 4.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS Y PROPUESTA DE MÉTODO DE EVALUACIÓN

Se presentan los resultados de la evaluación de la condición superficial del pavimento, considerando secciones m de longitud, con la finalidad de realizar la comparación con los métodos aplicados.

Tabla IV.8.  
Evaluaciones de la condición superficial del pavimento

	sección 1	sección 2	sección 3	sección 3
<b>VIZIR</b>	3.7 Marginal	3.5 Marginal	3.6 Marginal	3.8 Marginal

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Tras haber desarrollado la evaluación de la vía objeto de estudio podemos llegar a las siguientes conclusiones:

**Primero:** Con relación al diagnóstico vial realizado mediante el procedimiento de la metodología VIZIR, en la zona de estudio se concluye que la vía presenta en la actualidad una calificación final de todo el tramo en estudio es de 3.6 dando lugar a la calificación de MARGINAL.

**Segundo:** las fallas superficiales se han determinado detalladamente a lo largo de las 04 secciones de estudio:

La sección 01 las fallas localizadas fueron: Piel de cocodrilo, grietas de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimento de agregados, huecos, ahuellamiento, desprendimiento de agregados, de todas estas fallas se concluye que el 40.71% proviene del pulimento de agregados, seguidamente del desprendimiento de agregados con un 36.10%.

En la sección 02 las fallas localizadas fueron: Piel de cocodrilo, exudación, abultamiento y hundimiento, corrugación, depresión, grietas de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimento de agregados, huecos, ahuellamiento, desplazamiento, hinchamiento, desprendimiento de agregados, de todas estas fallas se concluye que el 32.93% proviene del desprendimiento de agregados, seguidamente del pulimento de agregados con un 30.76%.

En la sección 03 las fallas localizadas fueron: Piel de cocodrilo, grietas de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimento de agregados, huecos, ahuellamiento, desprendimiento de agregados, de todas estas fallas se encontró que la falla

predominante con un 32.74% proviene del desprendimiento de agregados, seguidamente el ahuellamiento con un 26.86%.

En la sección 04 las fallas localizadas fueron: piel de cocodrilo, Exudación, corrugación, depresión, grieta de borde, grieta long y trans, parcheo, pulimento de agregados, huecos, ahuellamiento, hundimiento, desprendimiento de agreg, de todas estas fallas se encontró que la falla predominante con un 35.09% proviene del desprendimiento de agregados, seguidamente el pulimento con un 33.08%.

**Tercero:** El método VIZIR es un buen indicador de la condición superficial del pavimento; sin embargo aplicado a pavimentos básicos, califica con bajo índice de deterioro, lo que significa que el pavimento sería intervenido cuando ya está muy deteriorado, donde los costos de mantenimiento y rehabilitación son más elevados. Con la finalidad de definir oportunamente los límites a partir de los cuales se debe materializar alguna acción de conservación del pavimento básico, se propone el método denominado

## RECOMENDACIONES

A continuación se proporcionan algunas recomendaciones que podrían ser tomadas en cuenta:

**Primero:** Prestar atención a los tramos carreteros que presentan fallas por fatiga, ya que la aparición de éstas nos dan un aviso sobre el estado del pavimento, pues ya no es capaz de soportar las cargas del tránsito que actúan en él.

**Segundo:** La elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y reparación permitirán prolongar la vida útil del pavimento, además de representar un ahorro para los gobiernos locales.

**Tercero:** Se recomienda que el uso de estos métodos, por parte de los gobiernos locales, sea de manera continua, lo que permitirá el desarrollo de una mejor estrategia de mantenimiento y rehabilitación urbana. Poner en práctica las técnicas de evaluar el estado actual de los pavimentos asfálticos, con el fin de conocer el comportamiento de los mismos bajo los efectos de carga y clima, ésta técnica permite detectar cuáles estructuras de pavimento necesitan con urgencia mantenimiento, el cual puede ir desde un simple bacheo hasta una rehabilitación del mismo.

**Cuarto:** Realizar la evaluación de pavimentos mediante el método VIZIR anualmente para conocer el estado de las vías del distrito de Juliaca y proponer planes de rehabilitación y mantenimiento adecuados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1992). Guía para “Diseño de Estructuras de Pavimentos. Comité Ejecutivo.
- Apolinario Morales, E. W. (2012). evaluación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito. Lima: UNÍ.
- Armijos Salinas, C. (2009). Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja: Universidad Técnica Particular De Loja.
- ASTM D6433, A. (2003). PROCEDIMIENTO ESTANDAR PARA LA INSPECCIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN CAMINOS Y ESTACIONAMIENTOS. Estados Unidos.
- Cardoso, S. H., & Fernández, M.E. (1999). APLICACIONES PRÁCTICAS DEL MÉTODO PCI PARA EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS. LIMA.
- Ceron Bermudez, V. (2009). EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS VIZIR Y PCI SOBRE EL TRAMO DE VÍA EN PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO DE LA VÍA. MUSEO QUIMBAYA - CRQ ARMENIA QUINDÍO (PR 00+000- PR 02+600)-T 1». Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Chang Albitres, C., & Bustos, M. (2007). manual internacional “Evaluación económica de Proyectos Viales”, Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima: ICG.
- Chávez Lóaiza, V. (2005). MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS-2005- VCHI, Cuarta edición. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.

- INVIAS. (2002). GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS DE CARRETERAS. Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Kraemer C, C., Pardillo I.M., J., Rocci , S., Romana , M., & Sánchez , V. (2004). Ingeniería de Carreteras Vol. II. Mc. Graw Hill. España.
- Marrugo Martínez, C.E. (2014). EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA VISUAL COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LAS INTERSECCIONES A REALIZAR EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES. Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Maylin Corros, B., Ernesto Urbáez , P., & Gustavo Corredor , M. (2009). MANUAL DE HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mba Lozano, E., & Tabares Gonzales, R. (2010). DIAGNÓSTICO DE VÍA EXISTENTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA NUEVA MEDIANTE PARÁMETROS OBTENIDOS DEL ESTUDIO EN FASE I DE LA VÍA ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFÉ- VÍA LA BADEA. Manizales: Universidad nacional de Colombia.
- Menéndez Acurio, J.R. (2009). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS RIGIDOS. DISEÑO Y CONSERVACIÓN. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Montejo Fonseca, A. (2006). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, Tercera Edición. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

- MTC. (2006). Manual técnico de mantenimiento periódico para la red vial departamental no pavimentada. Lima.
- MTC. (2008). Glosario de Términos de uso frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, aprobado con R.M.N° 660-2008-MTC702. Lima.
- Pinilla Valencia, J.A. (2007). AUSCULTACIÓN, CALIFICACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CARRETERA SECTOR PUENTE DE LA LIBERTAD — MALTERIA DESDE EL K0+000 HASTA EL K6+000 (CÓDIGO 5006). Manizales: Universidad nacional de Colombia.
- Rabanal Pajares, J.E. (2014). ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA - 2014. Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.
- Rodríguez Velásquez, E.D. (2009). CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA. Piura: Universidad de Piura.
- SEDESOL. (2006). Secretaría de Desarrollo Social, Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas, "Manual de Elaboración del Inventario del Estado Funcional de Pavimentos", Tomo VI. México.
- Solminiachi Tampier, H. (2001). "Gestión de infraestructura vial", Edición N°2- Universidad Católica de Chile. Chile.
- Solorio Murillo, R., Hernández Domínguez, R. I., & Gúmez López, A.J. (2004). ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS MODELOS DE

DETERIORO DCL Hdm-4 PA RA PAVIMENTOS ASFALTICOS. Mézico:  
Instituto Mexicano de transportes.

- Tenorio Mananay , A. (2005). Modelos de Predicción de Detei toro de Pav<sup>2</sup>iinentos”, Tesis UNÍ-FIC. Lima.
  
- Universidad de Costa Rica, L. (2012). COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS. NOTAS DE CAUDAD (FWD-VIZIR), NOTAS CALIDAD (FWD-IRI) Y PCI, PARA ESCOGENCIA DE TIPO INTERVENCION VIALES José: Unidad de Gestión Municipal.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

#### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>Problema General</b> ¿Cuál será el índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno- 2017?	<b>Objetivo General</b> Evaluar el índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno - 2017	<b>Hipótesis General</b> El índice de deterioro de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito es severo con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno - 2017.	Variable independiente (X) Pavimentos Básicos	VIZIR	Excelente Muy Bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado	<b>Tipo:</b> Cuantitativa, aplicado, causal <b>NIVEL</b> Explicativo, analítico <b>DISEÑO:</b> No Experimental <b>METODO</b> Deductivo -inductivo
<b>Problemas Específicos</b> ¿Cuál será el índice de deterioro estructural de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno?	<b>Objetivos Específicos</b> Evaluar el índice de deterioro estructural de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno – Puno.	<b>Hipótesis Específicos</b> El índice de deterioro estructural de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito es severo con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno	Variable dependiente (Y) índice de deterioro.	Deterioro estructural	fisuras longitudinales por fatiga Fisura de piel de cocodrilo Depresiones o hundimientos (longitudinal) y transversal. Bacheo y zanjas reparadas Ahuellamiento.	<b>POBLACION:</b> La población está constituida por vías de la Región de Puno. <b>MUESTRA</b> La muestra está constituida por la vía Vilque - Tiquillaca - Mañazo <b>TECNICAS:</b> Observación <b>INSTRUMENTOS:</b> Fichas de Observación estructurada <b>PROCEDIMIENTO:</b> Varianza , Anova
¿Cuál será el índice de deterioro superficial de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno?	Evaluar el índice de deterioro superficial de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno.	El índice de deterioro superficial de pavimentos básicos de bajo volumen de tránsito es severo con la aplicación del método de evaluación superficial VIZIR en la Región Puno		Deterioro Superficial	Perdida de agregados Perdida de película ligante Huecos Exhudacion Escalonamiento entre calzada y berma Erosión de las bermas Desintegración de los bordes Fisuras de bordes	

**Anexo 2**

**FICHAS DE OBSERVACION**

## FICHA DE EVALUACION DE PAVIMENTO SUPERFICIAL

NOMBRE DEL DETERIORO	SIMBOLO	RELEVAMIENTO DE FALLAS												
		5m	10	15	20	25	30	35	40	45	50m			
Fisuras longitudinales por fatiga			2 4											
Fisuras piel de cocodrilo	XXXX XXXX	1 1.26												
Depresiones o hundimientos longitudinales	<<<													
Depresiones o hundimientos transversales	(((													
Bacheos y zanjas reparadas	XXXXXX		2 22.5		3 27.5				2 8.61					
Ahuellamiento				1 52.8										
Pérdida de agregados	○○○○				1 15						1 15			
Pérdida de la película de ligante	PL													
Huecos	○													
Exudación	////													
Escalonamiento entre calzada y berma	L								1 8.125					
Erosión de las bermas	EB													
Desintegración de los bordes del pavimento	DB													
Fisura de borde														

SECCIÓN DE VÍA	Re/Sr-Co/Co	Sr									
----------------	-------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

CORRECCIÓN POR FRAGILIDAD											
Estabilidad de Taludes (Bajo, Moderado, Alto)	Eb/Em/Ea	Em									
Cap.de contribución a la fragilidad del Pavimento básico	CFpb	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

LEYENDA	REPRESENTACIÓN PLANIMÉTRICA										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
<b>SECCIÓN DE VÍA:</b>  Relleno(Re), Sección Mixta Relleno(Sr), Corte(Co) Sección Mixta Corte(Sr)	←			XXXXXX 2.0%			XXXXXX 10.73%			○○○○ 3.36%	
	→	0.49% XXXXXX XXXXXX	1.56%	8.78% XXXXXX		5.85% ○○○○ ○○○○	3.12% L			5.86% XXXXXX	
<b>REGISTRO DE DETERIOROS</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                         SEVERIDAD (1, 2, 3)                          AREA (M2)                     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">                         SEVERIDAD (1, 2, 3)                          AREA (M2)    PROF. (MM.)                     </div>	<b>OBSERVACIONES:</b> <div style="height: 100px;"></div>										

**Anexo 3**

**FOTOGRAFÍAS**

FOTOGRAFIA N° 01  
HERRAMIENTAS-TRABAJO DE CAMPO



FOTOGRAFIA N° 02  
HERRAMIENTAS-TRABAJO DE CAMPO



FOTOGRAFIA N° 03  
CARACTERISTICAS DE LA VIA



FOTOGRAFIA N° 04  
FALLA POR HUNDIMIENTO



FOTOGRAFIA N° 05  
FISURAS DE PIEL DE COCODRILO



FOTOGRAFIA N° 06  
PERDIDA DE PELICULA LIGANTE



FOTOGRAFIA N° 07  
FISURAS LONGITUDINALES POR FATIGA



FOTOGRAFIA N° 08  
FISURAS LONGITUDINALES POR FATIGA



FOTOGRAFIA N° 09  
PERDIDA DE LIGANTES



FOTOGRAFIA N° 10  
PERDIDA DE AGREGADOS, HUECOS, BACHES



FOTOGRAFIA N° 11  
PERDIDA DE AGREGADOS, HUECOS, BACHES



FOTOGRAFIA N° 12  
PERDIDA DE AGREGADOS, HUECOS, BACHES



FOTOGRAFIA N° 13  
DEPRESIONES O HUNDIMIENTOS LONGITUDINALES



FOTOGRAFIA N° 14  
DESINTEGRACION DE LOS BORDES Y FISURAS E BORDES



FOTOGRAFIA N° 15  
ESCALONAMIENTO ENTRE CALZADA Y BERMA



FOTOGRAFIA N° 16  
SITUACION ACTUAL DE LA VIA

