

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL POR EL MÉTODO VIZIR,
CARRETERA CAÑETE - CHUPACA
MODELO DE DETERIORO Y CONTRASTACIÓN EN CAMPO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JACK ALBERTSON CANALES ORTIZ

Lima- Perú

2011

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido terminado la carrera y por la confianza de mis hermanos Carlos y César para este logro en mi vida.

A mis padres, Teodorico y Guillermina, porque ellos son y serán la fuerza y motivo para seguir adelante.

A mis hermanos Marco, Flor, Magaly y David, por su confianza y apoyo brindado en todo momento.

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO	
1.1 ANTECEDENTES	8
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
1.3 UBICACIÓN	11
1.3.1 Límites	12
1.3.2 Poblaciones afectadas	12
1.4 CLIMA Y GEOGRAFÍA	13
1.4.1 Clima	13
1.4.2 Geografía	14
1.5 TRAMO EVALUADO	15
1.5.1 Descripción del tramo	15
CAPÍTULO II: DETERIORO DE PAVIMENTOS BÁSICOS	
2.1 PAVIMENTO BÁSICO	18
2.2 SERVICIABILIDAD Y COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	20
2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO	23
2.4 DETERIORO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS	26
CAPÍTULO III: EVALUACIÓN SUPERFICIAL – VIZIR	
3.1 MARCO TEÓRICO	28
3.1.1 Evaluación superficial de pavimentos	28
3.1.2 Tipo de Fallas	29
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO	31
3.2.1 Degradaciones Tipo A	32
3.2.2 Degradaciones Tipo B	36
3.2.3 Índice de Deterioro superficial	48
3.3 RANGOS DE CALIFICACIÓN	50
3.4 PROCESO DE CÁLCULO	51
3.4.1 Identificación de los tipos de fallas	52

3.4.2	Metrado de deterioros	53
3.4.3	Procesamiento de datos, cálculo y análisis	56
CAPÍTULO IV: MODELOS DE DETERIORO		
4.1	MODELOS DE COMPORTAMIENTO	57
4.2	FASES EN EL PROCESO DE DETERIORO	58
4.3	FORMAS FUNCIONALES PARA MODELOS	59
4.4	CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS	60
4.5	ACEPTABILIDAD DE LOS MODELOS DETERIORO	65
4.6	MODELOS DE DETERIORO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	66
4.7	MODELOS INCLUIDOS EN EL HDM-4	68
4.7.1	Aspectos generales	68
4.8	CALIBRACIÓN DE LOS MODELOS	69
CONCLUSIONES		71
RECOMENDACIONES		73
BIBLIOGRAFÍA		74
ANEXOS		75

RESUMEN

El Estado viene desarrollando esfuerzos para mejorar las vías de integración, con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la red vial nacional, departamental y vecinal, a través de la participación del sector privado mediante el sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial. Por ello existe un creciente requerimiento por implementar acciones de conservación y reparación a las inversiones efectuadas, lo que deriva de la necesidad de disponer de la información técnica pertinente para conocer el estado real de la infraestructura.

En este sentido, uno de los factores que influyen de gran manera en el estado de la infraestructura vial, son las fallas superficiales o deterioros del pavimento; dichos factores influyen tanto en la vida útil del pavimento como en el servicio que prestan al público. El presente informe se refiere al desarrollo de un método francés para la evaluación de la condición superficial, con el fin de cubrir los requerimientos para la evaluación de la condición funcional del pavimento, como una contribución que complemente el esfuerzo del Estado en este rubro.

El Informe de Suficiencia presenta los principales aspectos relacionados a la evaluación superficial del pavimento con el método VIZIR. Su fácil aplicación en campo y análisis, permite plantear como una alternativa para la evaluación del pavimento de nuestras vías, el cual facilita proporcionar una base de datos para proyectar el comportamiento futuro, a través de modelos de deterioro, para finalmente establecer la necesidad y tipo de rehabilitación que puedan requerir los pavimentos.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1.1 Soluciones planteadas de la Carretera Cañete-Chupaca	10
Cuadro N° 1.2 Ubicación sub tramos de carretera Cañete-Chupaca	11
Cuadro N° 1.3 Poblaciones afectadas por la carretera Cañete-Chupaca	12
Cuadro N° 1.4 Temperaturas y precipitaciones promedio	13
Cuadro N° 2.1 Escala de calificación de serviciabilidad según AASHO	21
Cuadro N° 3.1 Métodos de inspección en pavimentos asfálticos	29
Cuadro N° 3.2 Fallas según la metodología VIZIR	31
Cuadro N° 3.3 Deterioros del tipo A	32
Cuadro N° 3.4 Deterioros del tipo B	36
Cuadro N° 3.5 Calificación del estado de la superficie del pavimento	50
Cuadro N° 3.6 Metrados de deterioros carretera Cañete - Chupaca	
Km 135+000 al km 139+000	55
Cuadro N° 3.7 Calificación de tramos en estudio	56

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Mapa carretera Cañete – Dv. Yauyos – Chupaca	9
Figura N° 1.2 Perfil longitudinal de la carretera	15
Figura N° 1.3 Ubicación Km 134+000 – Km 139+000	16
Figura N° 1.4 Sección transversal típica km 134+000 a km 139+000	17
Figura N° 2.1 Capas requeridas para estructuras de pavimentos	18
Figura N° 2.2 Estructuras tipos de pavimentos básicos	19
Figura N° 2.3 Curva de comportamiento de un pavimento	22
Figura N° 2.4 Factores que afectan el pavimento flexible	23
Figura N° 2.5 Influencia de las cargas en un pavimento flexible	24
Figura N° 3.1 Determinación del índice de deterioro superficial	49
Figura N° 3.2 Diagrama del flujo del método VIZIR	52
Figura N° 4.1 Predicción de la condición de un pavimento	58
Figura N° 4.2 Esquema de deterioros de pavimentos de 1° y 2° fase	59
Figura N° 4.3 Formas de progresión de distintos deterioros de pavimentos	60
Figura N° 4.4 Función de distribución acumulada	63
Figura N° 4.5 Modelo agregado	64
Figura N° 4.6 Modelo tipo incremental	64
Figura N° 4.7 Análisis de gráficos de deterioro predicho vs. observado	65
Figura N° 4.8 Calibración de modelos de deterioros	70

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

CONREVIAl	:	Consortio de Rehabilitación Vial
AASHO	:	American Association of State Highways Officials
AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials
CBR	:	California Bearing Ratio
HDM	:	Highway Development and Management
Id	:	Índice de deformación
If	:	Índice de fisuración
IMD	:	Índice Medio Diario
INVIAS	:	Instituto Nacional de Vías (Colombia)
Is	:	Índice de deterioro superficial
MTC	:	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
N₁₈	:	Numero de ejes equivalente a 8.2 ton
LCPC	:	Laboratorio Central de Puentes y Carreteras (Francia)
PSR	:	Present Serviciability Rating
PSI	:	Present Serviciability Index

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente Informe de Suficiencia tiene por objetivo principal, evaluar la condición de superficial del pavimento, mediante la aplicación de la metodología francesa VIZIR, y proponer un modelo de deterioro del pavimento basado en sus índices de calificación.

El procedimiento realizado para alcanzar dicho objetivo consistió en la recopilación de las mediciones de los diferentes deterioros superficiales obtenidos en campo; posteriormente se procesó estos datos en gabinete, y finalmente se analizó los resultados, para establecer la condición funcional actual del pavimento.

El presente informe, expone la metodología para realizar la evaluación superficial de un pavimento, con la finalidad de determinar la condición actual del mismo. Para lo cual este informe se ha dividido en cuatro capítulos.

En el capítulo I se describe el perfil de la zona del proyecto de la carretera Cañete - Chupaca, el cual fue desarrollado en la primera parte del Curso de Titulación. En este capítulo se presenta los distintos alcances del estudio, para obtener un panorama del desarrollo del proyecto.

En el capítulo II se explica todos los conceptos relacionados a las diferentes manifestaciones del deterioro de un pavimento; los factores que lo alteran y de qué manera afecta la serviciabilidad de la vía.

En el capítulo III se describe la metodología VIZIR, sus características de evaluación y calificación de un pavimento. Así mismo se describe todo lo referente a la recopilación y procesamiento de datos de los diferentes deterioros del tramo en estudio.

En el capítulo IV se explica los diferentes modelos de comportamiento o deterioro del pavimento; sus fases, formas funcionales, clasificación, aceptabilidad y calibración de cada modelo. Así mismo se propone un procedimiento para la modelización del deterioro del tramo en estudio.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

En el año 2003, la Oficina de Planificación y Planeamiento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprueba el perfil elaborado por el Ing. Floriano Palacios León, autorizando así la Elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto: Ruta 22 (3N), Tramo: Lunahuaná - Yauyos – Chupaca (Figura 1.1), basándose este estudio en su mayor parte, en el estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental para la Ampliación, Construcción y Conservación de la carretera Lunahuaná - Huancayo del consorcio AYESA - ALPHA CONSULT.

Con fecha 15.04.2005 se suscribe con el Ing. Sergio Eduardo Avilés Córdova, el Contrato de Locación de Servicios N° 077-2005-MTC/20, para que brinde a la Gerencia de Estudios y Proyectos, los servicios especializados en la Realización del Estudio de Factibilidad del Proyecto de Inversión Pública: Ruta 22 (3N), Tramo: Lunahuaná - Yauyos - Chupaca, este estudio es aprobado mediante Resolución Directoral N° 919-2006-MTC/20.

En Julio del 2007, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones convoca al concurso público N° 0031-2007-MTC/20, para la elaboración del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Lunahuaná - Dv. Yauyos - Chupaca, Tramo: Ronchas - Chupaca, L=16.30Km., concurso cuya Buena Pro es otorgada a HOB Consultores S.A. El 06.03.2008, HOB Consultores S.A. suscribe con PROVÍAS NACIONAL, el Contrato de Servicios de Consultoría N° 049-2008-MTC/20, para la Elaboración del Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera: Lunahuaná - Dv. Yauyos - Chupaca, Tramo: Ronchas - Chupaca, L=16.30Km.

En Diciembre del 2007, se realiza la firma del contrato N° 288-2007-MTC/20, con el Consorcio Gestión de Carreteras (en adelante el CONTRATISTA-CONSERVADOR) que está formado por las empresas Ingenieros Civiles y Contratista Generales S.A Corporación Mayo S.A.C. - Empresa de

Mantenimiento Vial La Marginal S.R.L., por un monto total de su propuesta a precios unitarios ascendente a S/. 131 589 139.71 (Ciento Treinta y un Millones Quinientos Ochenta y Nueve Mil Ciento Treinta y Nueve y 71/100 Nuevos Soles), incluido impuestos, según las partidas, unidades y precios ofertados por el postor.

En fecha 22 de Agosto del 2008 se suscribió el Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional – Provías Nacional y la Universidad Nacional de Ingeniería, para el acompañamiento y monitoreo de los trabajos de servicio de Conservación Vial por niveles de servicio establecidos en el contrato N° 288-2007-MTC, que Provías Nacional suscribió para el Corredor Vial N°13 Cañete – Lunahuaná – Pacarán – Chupaca.

Figura 1.1: Mapa carretera Cañete – Dv. Yauyos – Chupaca



(Fuente: Pagina web del MTC)

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de La carretera Cañete – Chupaca, forma parte del programa de desarrollo vial "Proyecto Perú", el cual aspira establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen 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.

La Solución Básica se aplica sobre la superficie actual en vías no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, previamente reconformada, no se realizan cambios en la geometría por lo tanto no requiere de estudios de ingeniería profundos. En el cuadro N° 1.1 se pueden apreciar los tipos de soluciones planteadas para cada tramo de carretera.

Cuadro N° 1.1: Soluciones planteadas de la Carretera Cañete – Chupaca

Tramo	Via	Tipo de superficie de rodadura		Longitud Km
		Antes	Actual	
Cañete - Lunahuana	Asfaltada	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	40.95
Lunahuana - Pacarán	Asfaltada	Tratamiento superficial	Tratamiento superficial	11.91
Pacarán - Zuñiga	Afirmada	Afirmado	Slurry Seal	3.74
Zuñiga - Dv. Yauyos	Afirmada	Afirmado	Monocapa	70.4
DV. Yauyos - Ronchas	Afirmada	Afirmado	Monocapa	128.19
Ronchas - Chupaca	Afirmada	Afirmado	Carpeta asfáltica	16.54
Total				271.73

(Fuente: Elaboración propia)

A continuación se muestra las características geométricas de la sección transversal en estudio:

- Clasificación Vial : Tercera Clase
- Velocidad Directriz : < 40km/h
- Ancho de Calzada : 2.6-7.20m
- Berma : Sin berma
- Radio mínimo : 23.00m
- Pendiente máxima : 8.5%
- Pendiente mínima : 0.10%
- Bombeo : 0%

1.3 UBICACIÓN

La carretera Cañete – Chupaca se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín, entre las provincias de Cañete, Yauyos y Chupaca, teniendo como coordenada geográfica de origen 76°21' Longitud Oeste y 13°02' Latitud Sur (Cañete) y coordenada geográfica final 75°18' Longitud Oeste y 12°05' Latitud Sur (Chupaca).

El tramo Cañete - Chupaca, pertenece a la Red Vial Nacional, con código de ruta R22 de 271.73 Km. de longitud, con origen en Cañete (Km. 001+805) y destino en Chupaca (Km. 273+531). El cual se encuentra dividido en seis sub tramos (Cuadro N° 1.2 ubicación de sub tramos de carretera).

Cuadro N°1.02: UBICACION SUB TRAMOS DE CARRETERA CAÑETE – CHUPACA

Tramo	Progresivas	Longitud Km
Cañete - Lunahuana	1+850 - 42+755	40.95
Lunahuana - Pacarán	42+755 - 54+662	11.91
Pacarán - Zuñiga	54+662 - 58+405	3.74
Zuñiga - Dv. Yauyos	58+405 - 128+805	70.4
DV. Yauyos - Ronchas	128+805 - 256+990	128.19
Ronchas - Chupaca	256+990 - 273+531	16.54
Total		271.73

(Fuente: Elaboración propia)

1.3.1 Límites

La carretera limita por el Norte con los cuadrángulos de Huarochirí y La Oroya; por el Este con Andamarca y Pampas, por el Sur Tantará y Chíncha y por el Oeste con Mala. Políticamente el tramo une las provincias de Cañete, Yauyos (Departamento de Lima) y Chupaca (Departamento de Junín).

1.3.2 Poblaciones afectadas

A lo largo de la carretera se encuentran ubicados centros poblados hacia ambos lados de la vía y se presentan los siguientes centros poblados: Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, San Juan, San Gerónimo, Catahuasi, Chichicay, Capillucas, Calachota, Magdalena, Yauyos, Tinco Huantan, LLapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San José de Quero, Chaquicocha, Collpa, Roncha y Chupaca. (Cuadro N° 1.3 poblaciones afectadas por la carretera).

Cuadro 1.3: POBLACIONES AFECTADAS POR LA CARRETERA CAÑETE – CHUPACA

Distritos	Progresiva	Provincia	Departamento
Cañete	1+805	Cañete	LIMA
Lunahuana	42+755		
Pacarán	54+662		
Zúñiga	58+405		
San Juan	67+405	Yauyos	
San Jeronimo	73+005		
Catahuasi	78+805		
Chichicay	93+915		
Capillucas	96+445		
Calachota	106+845		
Dv. Yauyos - Magdalena	128+805		
Tinco Huantan	142+165		
Llapay	156+105		
Alis	164+905		
Tomas	172+895		
Tinco Yauricocha	183+485		
San José de Quero	231+105	Chupaca	JUNIN
Chaquicocha	241+405		
Collpa	248+005		
Ronchas	256+990		
Chupaca	273+531		

(Fuente: Elaboración propia)

1.4 CLIMA Y GEOGRAFÍA

1.4.1 Clima

Como se ha visto, el área comprometida en el proyecto se ubica en diferentes regiones, según la clasificación¹(Cuadro 1.4):

Yunga Marítima: Se caracteriza por ser de sol dominante durante casi todo el año. La temperatura fluctúa entre 20 y 27°C durante el día. La precipitación fluctúa entre 100 a 150 mm año.

Quechua: El clima es templado con notable diferencia entre el día y la noche, el sol y la sombra. La temperatura media anual fluctúa entre 11°C y 16°C; las máximas entre 22°C y 29°C; y las mínimas entre 7°C y -4°C. La humedad atmosférica es poco sensible.

Suni o Jalca: El clima es frío debido a la elevación de los vientos locales. La temperatura media anual fluctúa entre 7°C y 10°C, máximas superiores a 20°C y mínimas invernales de -1°C a -16°C. La precipitación promedio es de 800 mm por año.

Puna: La temperatura media anual es superior a 0°C e inferior a 7°C. La máxima entre, es superior a 15°C llegando hasta 22°C. Las mínimas absolutas oscilan entre -9°C y -25°C. La precipitación fluctúa entre 200 mm y 1000 mm año.

Cuadro N° 1.4: Temperaturas Y Precipitaciones Promedio

Region Natural	Rango de Temperaturas (°C)	Precipitación (mm)
Yunga	20 a 27	100 a 150
Quechua	-4 a 29	Diciembre - Marzo
Suni	-16 a 20	800
Puna	-25 a 22	200 a 1000

(Fuente: Elaboración propia)

¹ Dr. Javier Pulgar Vidal. "Geografía del Perú".

1.4.2 Geografía

El valle de Cañete es estrecho y de forma triangular, siendo mas amplia en el límite con la región Chala o Costa y el vértice por el lugar donde ingresa generalmente uno de los afluentes principales del río; en este sector se encuentran terrazas que son empleadas para el cultivo. Continúa "la quebrada" que se forma a manera de una estrecha garganta cuanto más se aproxima a los contrafuertes andinos. Todas las superficies de los cerros son pétreas, rocallosas, resacas y completamente desprovistas de condiciones naturales para la agricultura, por falta de agua. Esta área corresponde a la región Yunga (500 msnm - 2300 msnm). Las localidades que se encuentran con esta configuración son: Zuñiga (821 msnm) en el km 56+600, Catahuasi (1206 msnm) en el km 77+000, Capillucas (1581 msnm) en el km 94+640, Calachota (1740 msnm.) en el km 105+040, y Dv. Yauyos o Magdalena (2289 msnm) en el km 127+000.

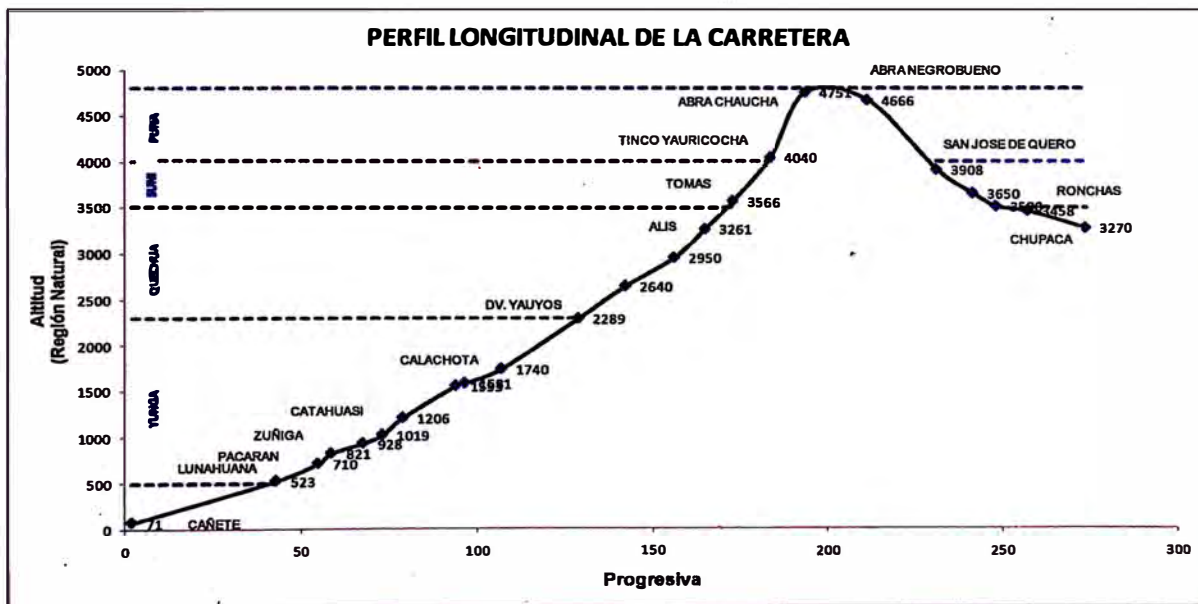
Continúa la vía por la región Quechua (2300 msnm — 3500 msnm), donde por lo general luego de una estrecha garganta o pongo, se abre una nueva quebrada cuyos fondos planos son relativamente estrechos y son inmediatamente continuados por las faldas los cerros de suave declive, interrumpidas por lomas. Entre loma y loma quedan pequeñas hondonadas, en cuyos fondos corren en pequeños arroyos o nacen los puquiales. Sus aguas provienen de las filtraciones de las lluvias o de remotas lagunas de las regiones superiores. Localidades ubicadas en esta región son: Tinco Huantan (2640 msnm) en el km 140+360, Llapay (2950 msnm) en el km 154+300, y Alis (3261 msnm) en el km 163+100. Al otro lado la cordillera se ubica Ronchas (3358 msnm) en el km 255+185.

Se continúa ascendiendo llegando a la región Suni o Jalca (3500 msnm a 4000 msnm), donde el escenario cambia a bruscas ascensiones de acantilados y cerros. En este sector se tienen quebradas estrechas que abren cañones muy profundos, erosionando las rocas vivas, de modo que al recorrer esta región por el fondo de las quebradas, a orillas del río, el horizonte perceptible se cierra en circuitos pequeños que dan la sensación de un lugar amurallado. La localidad Hamada Tomas (km 171+090) se ubicada esta región. Se encuentra a 3566 msnm. Al otro lado de la cordillera se ubican: San José de Quero (3908 msnm) en

el km 229+300, Chaquicocha (3650 msnm) en el km 239+600, y Collpa (3508 msnm) en el km 246+200.

La carretera atraviesa también la región Puna, que comprende alturas entre los 4000 msnm y 4800 msnm. Esta región aparece a ambos lados del declive andino, separando cumbres nevadas entre si, reuniendo las cumbres, de menos de 4800 metros para formar nudos y mesetas, y hendiendo las cordilleras para dar paso a las abras. En esta región ubicamos localidades o lugares como: Tinco Yauricocha (4040 msnm) el km 181+680, Abra Chaucha (4751 msnm) en el km 193+510, Abra Negro Bueno (4666 msnm) en el km 211+320. (Ver figura 1.2)

Figura 1.2: PERFIL LONGITUDINAL DE LA CARRETERA



(Fuente: Elaboración propia)

1.5 TRAMO EVALUADO

1.5.1 Descripción del tramo

- **Generalidades**

El tramo en estudio tiene una longitud de 5 Km. la cual atraviesa distintos tipos de topografía pudiéndose establecer tramos de características similares. Está dentro de la metodología establecer tramos que reúnan características

similares de topografía, tráfico, materiales, etc., siendo esto importante para poder establecer nuestros parámetros de evaluación.

El presente informe contempla la evaluación superficial del pavimento del Km 135+000 al Km 139+000.

Los estudios han sido realizados en tres etapas:

- Obtención de datos e información de campo.
- Procesamiento y verificación de la información de campo.
- Evaluación superficial de la vía.

• Ubicación

El tramo en estudio se encuentra ubicado en el departamento de Lima, en la provincia de Yauyos, poblado de Huayña; teniendo como progresiva de origen Km 134+000 y progresiva final Km 139+000 (Figura 1.3).

Figura 1.3: Ubicación Km 134+000 – Km 139+000



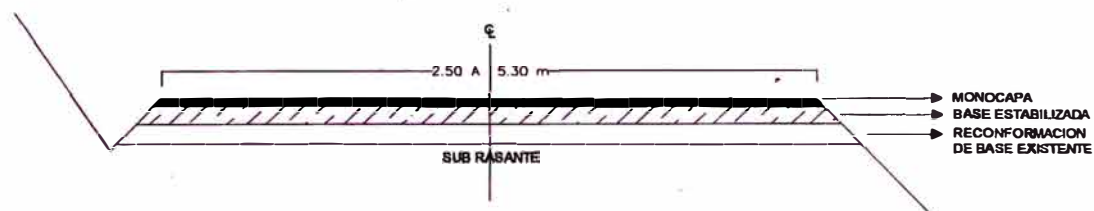
(Fuente: MTC - Mapa Vial Lima)

• Características Geométricas

A continuación se muestra las características geométricas de la sección transversal (figura 1.4) en estudio:

- Ancho de Calzada : 2.5 - 5.30m
- Berma : Sin berma
- Bombeo : 0%
- Espesor de afirmado : 11 cm
- Capa de protección : Monocapa de 0.9 cm
- Cunetas : Tipo tierra de 0.50m x 0.15m

Figura 1.4: Sección transversal típica km 134+000 a km 139+000



(Fuente: Elaboración propia)

• Hidrología y Drenaje:

De acuerdo a la información analizada se observa que el régimen hidrológico de la zona de estudio corresponde a un clima templado, lluvioso, con precipitación en todas las estaciones del año.

Referente a las obras de drenaje del sector evaluado, existen alcantarillas de concreto (Km 134+455, Km 134+895, Km 136+592) que se encuentran en buen estado de conservación.

También se tiene un badén de concreto, emplazada en la desembocadura de la quebrada del Km 136+300.

Las cunetas están excavadas en tierra y carecen de revestimiento. Se encuentran en regular estado de conservación.

CAPÍTULO II DETERIORO DE PAVIMENTOS BÁSICOS

2.1 PAVIMENTO BÁSICO

Un pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados (Figura 2.1), capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente y de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por éste.

Figura 2.1: Capas requeridas para estructuras de pavimentos



(Fuente: Elaboración propia)

Pavimentos básicos se consideran a aquellas soluciones de pavimentación de corto plazo 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 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.

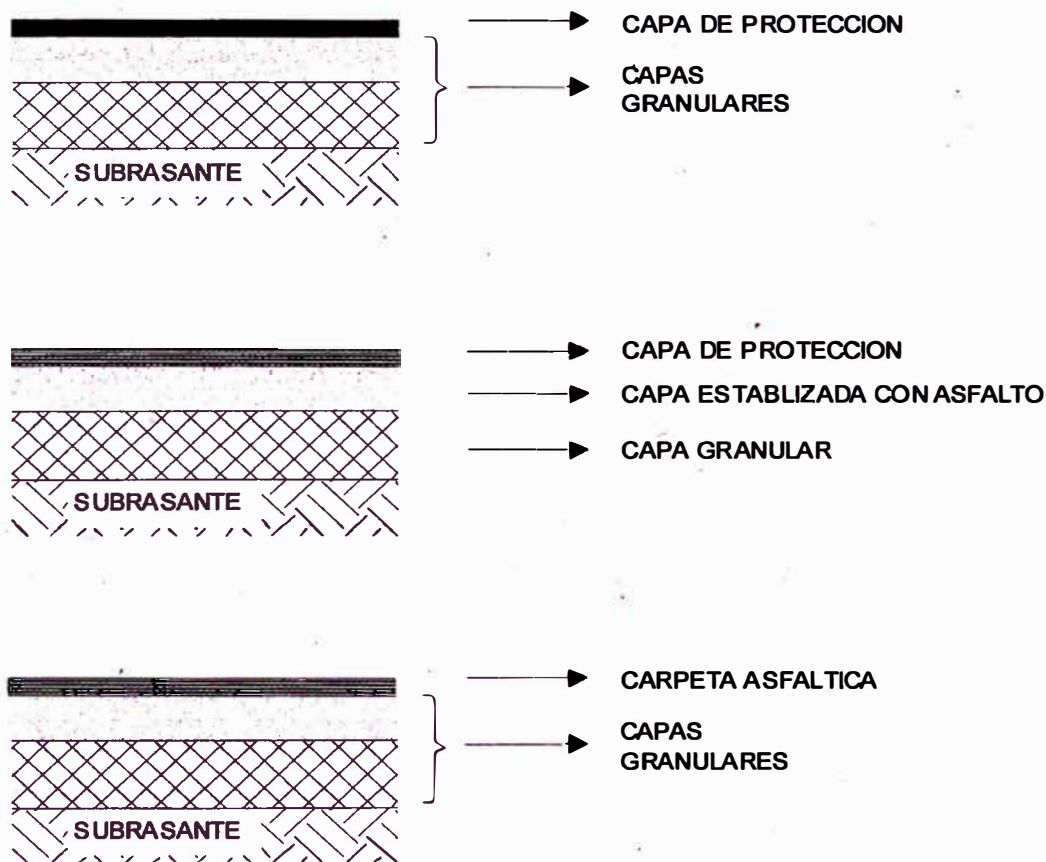
Por otra parte, el diseño geométrico de estos caminos en general tiende a ajustarse a las condiciones geográficas del terreno, limitando el diseño de anchos de calzada, trazado en planta, trazado en elevación y la sección transversal.

Según sea el tipo de solución utilizada, se pueden resolver uno o más de los siguientes tipos de problemas:

- Emisión de polvo.
- Formación de calaminas.
- Pérdida de material grueso y formación de baches.
- Susceptibilidad al agua.
- Mejoramiento de la subrasante.

Existen distintos tipos de estructuras de estos tipos de pavimentos. En la Figura 2.2 se presentan algunos tipos de estructuraciones empleadas.

Figura 2.2: Estructuras tipos de pavimentos básicos



(Fuente: Elaboración propia)

Existen diversos manuales utilizados en países tales como: Inglaterra, Sudáfrica, Australia, Francia y España que presentan soluciones de estructuras estandarizadas en forma de cartillas de diseño, sin embargo las situaciones particulares de cada país, tales como suelo, clima, materiales y otros factores, recomiendan el diseño de estructuras propias.

2.2 SERVICIABILIDAD Y COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO

La medición de la calidad de un pavimento presenta dos aspectos claramente definidos: la condición estructural del pavimento y la condición funcional de su superficie. En las evaluaciones de cada condición, se utilizan herramientas o metodologías estandarizadas de evaluación, para que los resultados sean comparables con las mediciones hechas por otra persona, entre un pavimento y otro.

Los investigadores Carey e Irick [Carey, 1960] desarrollaron para la prueba AASHO, en el año 59, un procedimiento que se explica en este ítem y cuyas suposiciones básicas son las siguientes:

- El pavimento debe proporcionar confort y seguridad al usuario.
- El confort y la calidad de rodado es un aspecto subjetivo o de opinión del usuario.
- La serviciabilidad puede determinarse a partir del promedio de las evaluaciones de todos los usuarios. Este promedio da origen al índice Present Serviciability Rating (PSR), el cual por naturaleza, tiene carácter subjetivo.
- Hay algunas características físicas del pavimento que pueden medirse objetivamente y pueden relacionarse con las evaluaciones subjetivas.
- Este procedimiento permite obtener un índice objetivo denominado Present Serviciability Index (PSI).
- El comportamiento del pavimento puede ser representado por la historia de la serviciabilidad de dicho pavimento.

El procedimiento de medición de la serviciabilidad que se utiliza actualmente en gran parte del mundo fue derivado precisamente de los resultados de la prueba AASHO (American Association of State Highway Officials), más otras incorporaciones y modificaciones que se han ido agregando en los últimos 30 años.

Como se dijo, la serviciabilidad es entonces la percepción que tienen los usuarios, del nivel de servicio del pavimento. Es por esta razón que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

Se definió una escala de evaluación de 0 a 5. (Cuadro 2.1). En ella una evaluación con nota 5 significa una superficie perfecta, mientras que una nota 0 significa intransitable. La siguiente tabla muestra la escala de evaluación:

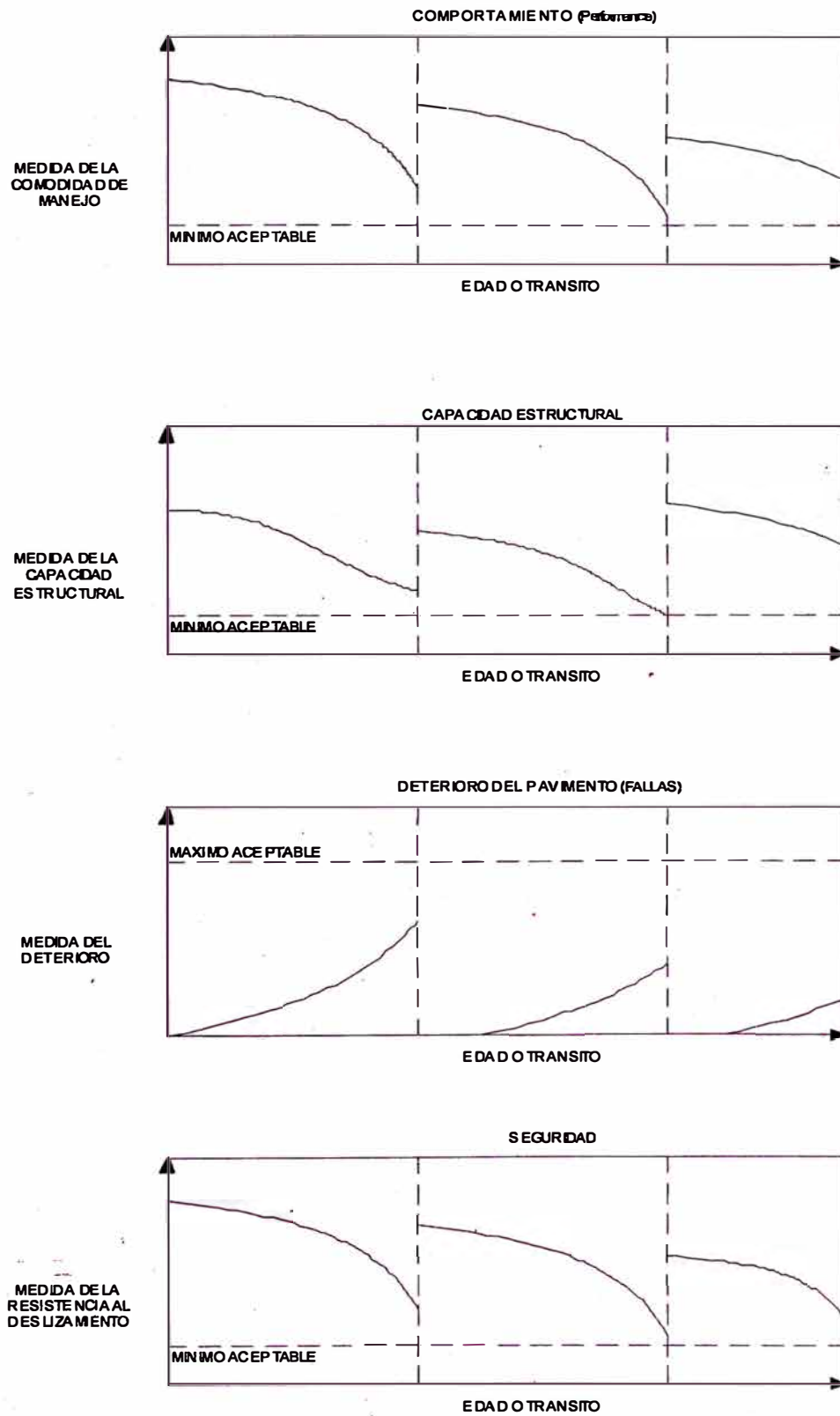
Cuadro 2.1: Escala de calificación de serviciabilidad según AASHO

Calificación		Descripción
Numerica	Verbal	
5.0	Muy buena	Sólo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficientes suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasificarían como muy buenos.
4.0		
4.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria.
3.0		
3.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.
2.0		
2.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de aridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.
1.0		
1.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.
0.0		

(Fuente: AASHO, 1962)

La evaluación del comportamiento o performance del pavimento implica ineludiblemente estudiar la respuesta funcional de un tramo o sección de camino. Para analizar este comportamiento funcional del pavimento se necesita información de la calidad de rodadura durante el periodo en estudio y de los datos históricos del tránsito que ha estado solicitando al pavimento durante ese periodo. La historia del deterioro de la calidad de rodadura o nivel de servicio es lo que se define como curva de comportamiento del pavimento (Figura 2.3).

Figura 2.3: Curva de comportamiento de un pavimento



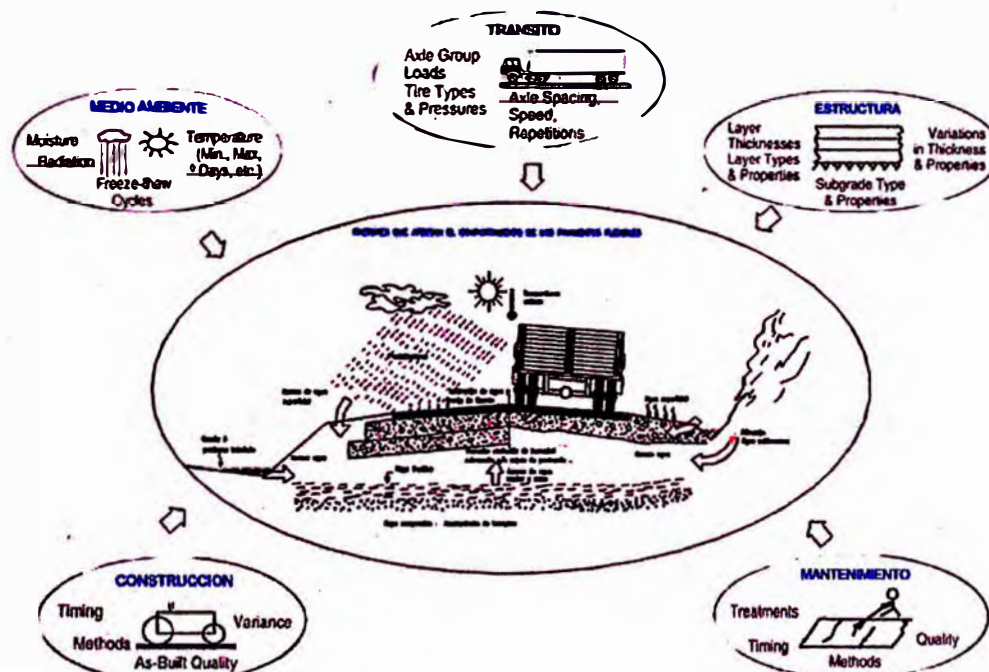
(Fuente: Degradaciones en los pavimentos revestidos con asfalto en lima y callao, alternativas de solución para su rehabilitación y mantenimiento, J.A. Valeriano, Tesis UNI – FIC, 2000)

2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL PAVIMENTO

En general, el comportamiento del pavimento depende de varios factores (Figura 2.4), estos pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

- Tránsito
- Diseño Estructural (Propiedades de los materiales)
- Medio ambiente
- Otros Factores (drenaje, condiciones geológicas, construcción)

Figura 2.4: Factores que afectan el pavimento flexible



(Fuente: Elaboración propia)

2.3.1 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.

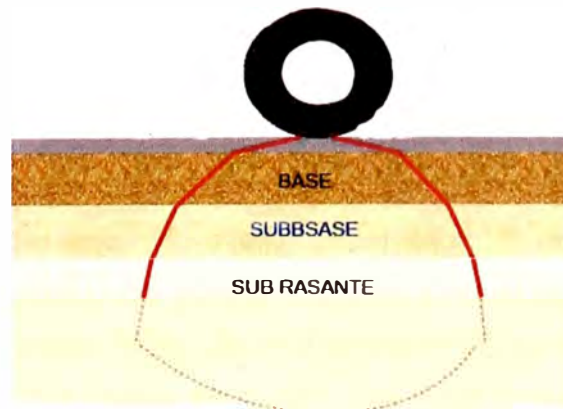
El tránsito usuario es el que impone las solicitaciones que deben ser soportadas por la estructura del pavimento (ver figura 2.5); está compuesto por una gran

variedad de vehículos de diferentes características y que, por lo tanto, influyen de diferentes formas en el deterioro. Como resulta imposible analizar cada uno de los múltiples tipos de vehículos, éstos se suelen agrupar en categorías, siendo la más general, y también la más usada en el país, una que reúne los vehículos livianos (automóviles y camionetas) en una categoría, los camiones simples, es decir unitarios o de dos ejes (el tándem se considera como un solo eje) en otra, todos los camiones articulados (tráiler, semitrailers, etc.) en una tercera y, por último, los buses, donde se incluyen tanto buses interurbanos como urbanos.

En los cálculos de espesores de carpetas de rodadura con revestimiento los vehículos livianos tienen una influencia casi nula, por lo que suelen despreciarse. 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 solicitaciones 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 solicitaciones, 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.

Figura 2.5: Influencia de las cargas en un pavimento flexible



(Fuente: Elaboración propia)

2.3.2 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.

2.3.3 Medio ambiente

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 aún cuando éste no se transite.

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; el oxígeno contenido en el aire y el agua oxidan el asfalto, haciendo que las mezclas se tornen más rígidas con el tiempo y, por lo tanto, soporten

deflexiones menores; la humedad y, muy especialmente, los gradientes diarios de temperatura alabea las losas de los pavimentos de hormigón, haciéndolas más susceptibles de sufrir agrietamientos; el tiempo que demora en evacuarse el agua que satura una base es un factor determinante en el proceso de deterioro, tanto de los pavimentos de hormigón como de los de asfalto, etc.

Tales factores incluyen la temperatura, heladas y deshielos, humedad y precipitación, y agua subterránea.

2.3.4 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.

2.4 DETERIORO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS

2.4.1 Deterioro de pavimentos

En términos generales se entenderá por deterioro de pavimentos a una serie de manifestaciones superficiales de la capa de rodado, haciendo que la circulación vehicular sea menos segura, confortable y que los costos de operación sean mayores.

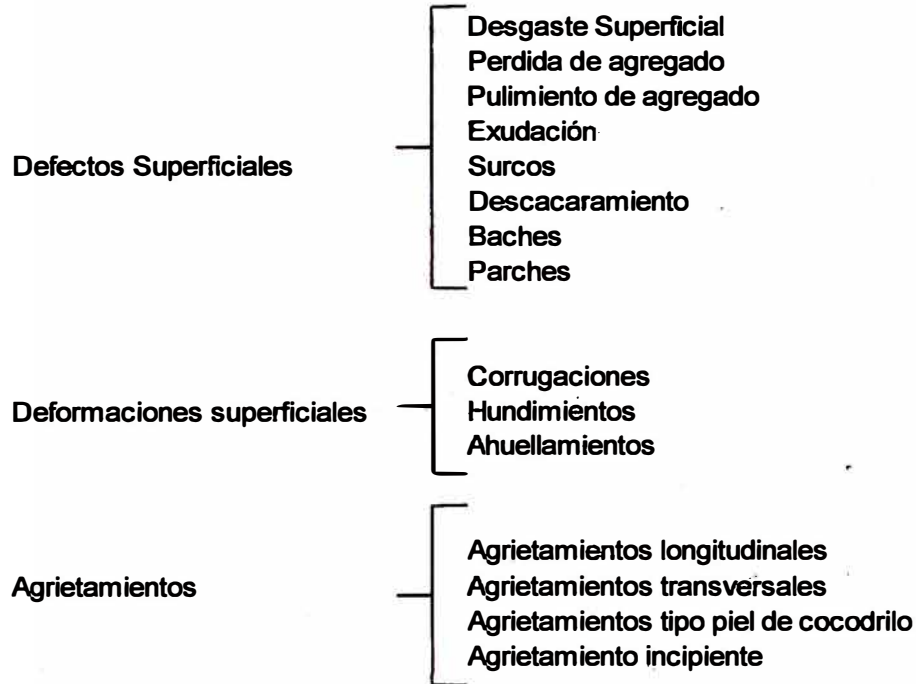
Cuando se producen daños que se manifiestan superficialmente en forma de pérdida de geometría, deterioro en el rodado u otros, deben analizarse cuidadosamente las causas de falla que los originan. En términos generales se pueden especificar cinco tipos:

- Diseño insuficiente de la superestructura.
- Inestabilidad de las obras de tierra.
- Deficiencias constructivas.
- Solicitaciones no previstas.
- Inadecuado mantenimiento.

2.4.2 Manifestaciones de deterioro de pavimentos asfálticos

En los pavimentos asfálticos, se encuentran los defectos superficiales, deformaciones superficiales y agrietamiento. (Ver Anexo A)

En los pavimentos básicos se encuentran los siguientes deterioros:



CAPÍTULO III

EVALUACIÓN SUPERFICIAL - VIZIR

3.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1 Evaluación superficial de pavimentos

Al evaluar el estado de un pavimento, se busca calificar y cuantificar la habilidad del pavimento para continuar proporcionando un buen servicio a los usuarios, con las tasas de tráfico presentes. Sus usos más importantes son determinar deficiencias o insuficiencias, proporcionar soluciones y dar una base de datos para proyectar el comportamiento futuro.

Uno de los factores que influyen de gran manera, son las fallas superficiales del pavimento; dichos factores influyen tanto en la vida útil del pavimento, como en el servicio que prestan al público.

Por tanto es muy importante poder identificar las fallas presentes en un pavimento, para analizar su severidad y ver sus posibles formas de corregirlas. Para lo anterior, es que 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. Algunos de estos métodos son indicados en la Cuadro 3.1.

En este informe se detallará el método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos VIZIR, desarrollado y publicado por el Laboratorio Central de Puentes y Carreteras (LCPC), de Francia en 1991.

Cuadro 3.1: Métodos de inspección en pavimentos asfálticos

PAIS Y/O ESTADO	DOCUMENTO DE GUIA
España ¹	Guía para la realización de la inspección visual de firmes
Canada, British Columbia Ministry of Transportation ²	Pavement surface condition rating manual
USA. SHRP ³	Distress identification manual
Brasil, Ministerio dos Transportes ⁴	Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos
Malasia ⁵	A guide to visual assessment of flexible pavement surface conditions
Chile, Dirección de la Vialidad MOP ⁶	Método de Gestión Vial
WSDOT, Washington State of Transportation ⁷	Pavement surface condition rating manual
Francia, Laboratorio Central de Puentes y Carreteras ⁸	Método VIZIR

3.1.2 Tipos de fallas

Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos asfálticos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores: tipo, gravedad y extensión.

Tipo. 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.

¹ CARRETEROS.ORG, "Guía para la realización de la Inspección visual de firmes".

² BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF TRANSPORTATION, "Pavement surface condition rating manual", Second Edition, February 2002.

³ SHRP, "Distress identification manual for the long-term pavement performance project", SHRP-P-338 National Research Council, Washington, D.C. 1993.

⁴ MINISTERIO DOS TRANSPORTES. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT, "Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento", Norma DNIT 006/2003 – PRO.

⁵ INSTITUT KERJA RAYA MALAYSIA (IKRAM), "A guide to visual assessment of flexible pavement surface conditions"

⁶ DE SOLMINIHAC H., "Gestión de Infraestructura Vial", 1998.

⁷ WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (WSDOT), "Pavement surface condition rating manual", 1992.

⁸ LCPC, "VIZIR, méthode assistée par ordinateur pour l'estimation des besoins de entretien d'un réseau routier", Paris, Décembre 1991.

Otra manera de clasificar los deterioros, es de acuerdo con la relación que ellos tengan con el comportamiento estructural del pavimento. Bajo esta perspectiva, se distinguen dos casos límites: deterioros estructurales y deterioros funcionales.

Los deterioros estructurales; comprenden aquellos defectos de la superficie cuyo origen es la degradación de una o más capas constitutivas de la calzada, en una magnitud tal, que se puede considerar que se ha vencido o está por vencer el período de diseño de la estructura en las zonas afectadas.

Los deterioros funcionales; que pueden estar acompañados o no de los anteriores, comprenden defectos asociados fundamentalmente con la capa asfáltica superficial que, aunque no guardan relación con el comportamiento estructural de la calzada, sí le impiden cumplir la función prevista, causando peligros o incomodidades a los usuarios.

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.

Cualquier procedimiento de inspección de deterioros que ignore siquiera uno de estos tres factores, no brindará la información adecuada para establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento. No obstante, no existe un criterio universal para la valoración de cada uno de estos factores, razón por la cual se presentan diferencias, a veces importantes, entre los criterios adoptados por una u otra agencia.

En el cuadro 3.2 se presentan el listado de los diferentes deterioros relevantes según la metodología VIZIR, a cada uno de los cuales se le ha asignado un código (abreviatura) que permite la identificación precisa de cada uno de ellos.

Cuadro 3.2: Fallas según la metodología VIZIR

N°	Descripción	Código	Unidades
1	Ahuellamiento	AH	m
2	Depresiones o Hundimientos longitudinales	DL	m
3	Depresiones o Hundimientos transversales	DT	m
4	Grietas longitudinales por fatiga*	GLF	m
5	Grieta Piel de cocodrilo*	GPC	m
6	Baches y zanjas reparadas*	B	m
7	Grieta longitudinal de junta de construcción*	GLJ	m
8	Grieta transversal de junta de construcción*	GTJ	m
9	Grietas de contracción térmica*	GCT	m
10	Grietas parabólicas*	GP	m
11	Grietas de borde*	GB	m
12	Huecos*	H	un
13	Corrugaciones*	C	m
14	Pérdida de la película de ligante	PL	m
15	Pérdida de agregados	PA	m
16	Descascaramiento	D	m ²
17	Agregado pulidos	PU	m
18	Exudación	EX	m
19	Afloramiento de mortero	AM	m
20	Afloramiento de agua	AA	m
21	Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
22	Desnivel entre calzada y berma	DCB	m
23	Erosión de las bermas	EB	m
24	Segregación	S	m

*Nota: La descripción utilizada por el Manual INVIAS ha sido modificada por la terminología usada por la metodología CONREVAL - Perú.

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

La aplicación de la metodología VIZIR, no es solamente usado en Francia, sino también en Europa, en África, en América del Sur y Central (en Argentina, así como en 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.

Entre las características del método de evaluación VIZIR, se pueden citar las siguientes:

- Es fácil de emplear.
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena confiabilidad estadística de los resultados.
- Establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales.
- Suministra información confiable sobre las fallas que representa el pavimento, su severidad y área afectada.

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.

3.2.1 Degradaciones tipo A

Degradaciones Tipo A, se encuentran 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, indicadas en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3: Deterioros del tipo A

NOMBRE DEL DETERIORO	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA	
		SEVERIDAD	EXTENSION
Ahuellamiento	AH	m	m ²
Depresiones o Hundimientos longitudinales	DL	m	m ²
Depresiones o Hundimientos transversales	DT	m	m ²
Grietas longitudinales por fatiga	GLF	m	m ² (*)
Grieta Piel de cocodrilo	GPC	m	m ² (*)
Baches y zanjas reparadas	B	m	m ²

(*) Es posible determinar el área de afectación en m², multiplicando la longitud total de grietas por un ancho de 0.60m

(Fuente: Adaptación de Manual INVIAS)

• **Ahuellamiento (AH)**

Depresión longitudinal continua en zonas localizadas, generalmente en la trayectoria de circulación de las llantas del vehículo, la cual puede generar levantamientos en las zonas adyacentes a lo largo de la depresión.

Foto 3.01: Ahuellamiento

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">①</div> Profundidad < 20 mm	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">②</div> Profundidad entre 20mm y 40 mm	<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">③</div> Profundidad > a 40 mm
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Las causas más probables de este tipo de deterioro son: cargas de tránsito superiores en magnitud y frecuencia a las utilizadas para el diseño de la estructura de pavimento; espesor de pavimento insuficiente; compactación o calidad deficiente de la base.

• **Depresiones o hundimientos longitudinales (DL) y transversales (DT)**

Depresiones localizadas de la superficie del pavimento. Este tipo de deterioro puede estar orientado longitudinal o transversalmente.

Foto 3.02: Depresiones o hundimientos

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">①</div> Profundidad < 20 mm	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">②</div> Profundidad entre 20mm y 40 mm	<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">③</div> Profundidad > a 40 mm
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Este tipo de deterioro está asociado a diversas causas, dentro de las cuales se encuentran: asentamiento localizado de la subrasante; deficiencias en el proceso constructivo como, por ejemplo, mala compactación; deficiente compactación en rellenos para estructuras hidráulicas y de servicios; deficiencia del drenaje subsuperficial.

- **Grietas longitudinales por fatiga (GLF)**

Corresponden a fisuras predominantemente paralelas al eje de la vía y localizadas en áreas sujetas al tránsito vehicular (huellas del tránsito). El agrietamiento se inicia en la superficie de las capas asfálticas y evoluciona en sentido descendente.

Foto 3.03: Grietas longitudinales por fatiga

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Grietas finas en la huella de rodamiento < 6 mm</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: #f8d7da; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Grietas abiertas y con cierta frecuencia se encuentran ramificadas.</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: #424242; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Grietas muy ramificadas y/o muy abiertas. Bordes de fisuras ocasionalmente degradados</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

- **Grietas Piel de Cocodrilo (GPC)**

Corresponde a una serie de grietas interconectadas que se generan formando polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente localizadas en áreas sujetas al tránsito vehicular. El agrietamiento se inicia en la parte inferior de las capas asfálticas donde los esfuerzos y las deformaciones de tensión producto de las cargas repetidas de tránsito, alcanzan su mayor magnitud.

Foto 3.04: Grietas piel de cocodrilo

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">①</div> <p>Formación de mallas grandes (>500mm), con fisuras finas, sin pérdida de material</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">②</div> <p>Presencia de mallas más densas (<500mm), con pérdida ocasional de material, desprendimiento y huecos en formación</p>	<div style="background-color: black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; color: white;">③</div> <p>Presencia de mallas densas con fisuras muy abiertas y fragmentos separados (<200mm), con pérdida ocasional y/o generalizada de material.</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La causa principal de estas fisuras es la fatiga de las capas asfálticas sometidas a repeticiones de cargas en un mismo sitio, superiores a las permisibles. Otra causa puede ser la insuficiencia estructural del pavimento.

- **Bacheos y parcheos (Reparaciones) (B)**

Corresponde a áreas donde se ha realizado la remoción y reemplazo del pavimento, por materiales generalmente similares a los del pavimento original. La intervención puede ser superficial sólo a nivel de la capa asfáltica mediante “parcheo”, o una intervención que involucre capas subyacentes mediante “bacheo”.

Foto 3.05: Bacheos y parcheos

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">①</div> <p>Intervención superficial ligada a deterioro Tipo B</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">②</div> <p>Intervenciones ligadas a deterioros Tipo A. Comportamiento satisfactorio de la reparación.</p>	<div style="background-color: black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; color: white;">③</div> <p>Intervenciones ligadas a deterioros Tipo A. Ocurrencia de fallas en la zona reparada.</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

3.2.2 Degradaciones tipo B

Degradaciones 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. Algunas de las degradaciones que se encuentran en este grupo están indicadas en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4: Deterioros del tipo B

NOMBRE DEL DETERIORO	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA		
		SEVERIDAD	EXTENSION	
Grieta longitudinal de junta de construcción	GLJ	m	m ²	(*)
Grieta transversal de junta de construcción	GTJ	m	m ²	(*)
Grietas de contracción térmica	GCT	m	m ²	(*)
Grietas parabólicas	GP	m	m ²	(*)
Grietas de borde	GB	m	m ²	(*)
Huecos	H	Nº	m ²	
Corrugaciones	C	m	m ²	
Pérdida de la película de ligante	PL	m	m ²	
Pérdida de agregados	PA	m	m ²	
Descascaramiento	D	m ²	m ²	
Agregado pulidos	PU	m	m ²	
Exudación	EX	m	m ²	
Afloramiento de mortero	AM	m	m ²	
Afloramiento de agua	AA	m	m ²	
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m	m ²	
Desnivel entre calzada y berma	DCB	m	m ²	
Erosión de las bermas	EB	m	m ²	
Segregación	S	m	m ²	

(*) Es posible determinar el área de afectación en m², multiplicando la longitud total de grietas por un ancho de 0.60m

(Fuente: Adaptación de Manual INVIAS)

- **Grieta longitudinal de junta de construcción (GLJ) y transversal de junta de construcción (GTJ).**

Corresponde a fisuras en sentido longitudinal y transversal, coincidentes con juntas de construcción.

Foto 3.06: Grieta longitudinal de junta de construcción

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Fina y única < 6 mm</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Ancha sin desprendimiento ≥6mm. Fina y ramificada.</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Ancha > 6mm con desprendimientos o ramificada</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Generalmente, la causa principal de este deterioro está asociada a un proceso constructivo deficiente de la junta longitudinal y/o transversal, el cual puede involucrar falta de ligante en las paredes de la junta, o deficiencia en la compactación de la mezcla asfáltica. También, puede obedecer al reflejo de juntas de un pavimento de concreto hidráulico existente en capas inferiores.

- **Grietas de contracción térmica (GCT)**

Esta forma de deterioro involucra diversos tipos de fisuras, principalmente de tipo transversal, y en bloque, que aparecen en diversas áreas de la superficie del pavimento. Se diferencian de otros deterioros, como FLF y FPC, porque se presentan en zonas donde no hay repeticiones permanentes de carga, aun cuando es evidente que éstas pueden aumentar su nivel de deterioro.

Foto 3.07: Grieta de contracción térmica

SEVERIDAD		
①	②	③
Fisuras finas < 6 mm	Grietas - Anchas ≥ 6 mm sin desprendimientos - Finas con desprendimientos - Ramificadas	Fisuras anchas Ancha >6 mm con desprendimientos o ramificada
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Este deterioro se presenta principalmente a causa de la contracción térmica de las capas asfálticas, debido a los ciclos diarios de temperatura. También, por el uso de un tipo de asfalto inadecuado para las características climáticas de la zona.

- **Grietas parabólicas (GP)**

Fisuras en forma de parábola, que se presentan por el frenado, giro o circulación a muy baja velocidad de cargas pesadas que hacen deslizar y deformar la capa superior del pavimento.

Foto 3.08: Grietas parabólicas

SEVERIDAD		
①	②	③
Grietas finas < 6 mm	Grietas anchas ≥ 6 mm sin desprendimientos	Grietas anchas Ancha ≥ 6 mm con desprendimientos
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Este deterioro se presenta generalmente en mezclas asfálticas de baja estabilidad y, en algunos casos, en sectores donde no hay adecuada liga (adherencia) entre las capas asfálticas y las capas subyacentes de la estructura. Este deterioro se evidencia más en zonas donde el pavimento experimenta elevados esfuerzos tangenciales (curvas) y en tramos de alta pendiente longitudinal, así como en zonas de frenado y aceleración de los vehículos.

- **Grietas de borde (GB)**

Este tipo de fisuras generalmente son continuas y con tendencia longitudinal, que se localizan paralelas y cerca al borde externo del pavimento.

Foto 3.09: Grietas de borde

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Fisuras finas < 6mm</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Fisuras anchas $\geq 6\text{mm}$ sin desprendimientos</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Fisuras anchas Ancha $\geq 6\text{mm}$ con desprendimientos</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)




Sus causas pueden ser variadas. Una de las principales es la ausencia de berma o bordillo, lo cual se traduce en falta de confinamiento lateral de la estructura. Otras causas son: deficiencias en la compactación en el borde del pavimento; aplicación de cargas muy cerca del borde del pavimento; abertura de una junta de ampliación de calzada y cambios volumétricos de los suelos de subrasante por modificación estacional de la humedad.

- **Huecos (H)**

Cavidades de forma aproximadamente redondeada, las cuales resultan del desprendimiento ocasionado por el tránsito, de trozos de carpeta afectados por

el fisuramiento tipo “piel de cocodrilo”, por depresiones o desintegraciones localizadas de la mezcla asfáltica.

Foto 3.10: Huecos

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Cantidad: < 5 Diámetro: ≤ 300mm</p>	<div style="background-color: #f0e68c; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Cantidad: 5 a 10 Diámetro: ≤ 300mm</p> <p>Cantidad: < 5 Diámetro: ≤ 1000mm</p>	<div style="background-color: black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; color: white;"> 3 </div> <p>Cantidad: > 10 Diámetro: ≤ 300mm</p> <p>Cantidad: 5 a 10 Diámetro: ≤ 1000mm</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Su origen puede estar asociado al avance de otro tipo de deterioros, como las fisuras tipo piel de cocodrilo. También, se pueden producir por espesores insuficientes de las capas asfálticas, así como por retención de agua en áreas fisuradas y/o deformadas.

- **Corrugaciones (C)**

Ondulaciones transversales sucesivas de la mezcla asfáltica, o ahuellamiento que se produce exclusivamente en las capas asfálticas.

Foto 3.11: Corrugaciones

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Profundidad < 20 mm</p>	<div style="background-color: #f0e68c; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Profundidad 20 mm ≤ 40 mm</p>	<div style="background-color: black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center; color: white;"> 3 </div> <p>Profundidad > 40 mm</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Este tipo de deterioro se origina por la deficiencia de estabilidad de la mezcla asfáltica, por el uso de agregados redondeados, por una dosificación de asfalto en exceso o por el empleo de asfaltos blandos.

- **Pérdida de la película de ligante (PL)**

Este deterioro corresponde al desprendimiento progresivo de la película de ligante bituminoso que envuelve los agregados pétreos, el cual evoluciona con la acción del tránsito y de los agentes climáticos.

Foto 3.12: Pérdida de película ligante



(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La causa principal de este deterioro es la hidrofilia de los agregados. Otras causas pueden estar asociadas con la calidad del asfalto, así como con la contaminación de los agregados (sucios) y los efectos de agentes agresivos (agua y solventes, entre otros).

- **Pérdida de agregados (PA)**

Este deterioro corresponde al desprendimiento progresivo de los agregados pétreos, desintegrando la capa de rodadura.

Foto 3.13: Pérdida de agregados

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Pérdidas aisladas</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: #f0f0f0; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Pérdidas continuas</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: black; color: white; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Pérdidas generalizadas y muy marcadas</p>
		


(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Este tipo de deterioro es común y casi exclusivo que se presente en los tratamientos superficiales, debido a deficiencias en el proceso de constructivo.

- **Descascaramiento (D)**

Corresponde a la pérdida de fragmentos de la capa asfáltica superior, sin llegar a afectar las capas subyacentes.

Foto 3.14: Descascaramiento

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Profundidad: ≤ 25 mm Área: ≤ 0.8 m²</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: #f0f0f0; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Profundidad: ≤ 25 mm Área: > 0.8 m² Profundidad: > 25 mm Área: ≤ 0.8 m²</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: black; color: white; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Profundidad: > 25 mm Área: > 0.8 m²</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Las causas principales de este deterioro están asociadas a la deficiente adherencia entre la capa asfáltica y la capa subyacente, así como a un espesor insuficiente de la capa de rodadura.

- **Pulimento de agregados (PU)**

Este deterioro se evidencia por la presencia de agregados expuestos con caras pulimentadas en la superficie del pavimento, generando superficies lisas que pueden afectar la resistencia al deslizamiento. Este deterioro está relacionado íntimamente con la seguridad vial frente a accidentes de tránsito, por la deficiencia de adherencia que se suscita en el contacto entre el neumático y el pavimento.

Para adelantar la evaluación, se consideran los siguientes niveles de gravedad:

Nivel de gravedad 1. Longitud comprometida < 10% de la sección (100 metros) en una calzada, áreas aisladas muy locales. Se debe mantener en continua observación.

Nivel de gravedad 2. Longitud comprometida $\geq 10\%$ a < 50% de la sección (100 metros) en una calzada, áreas aisladas y continuas.

Nivel de gravedad 3. Longitud comprometida $\geq 50\%$ de la sección (100 metros) en una calzada, áreas continuas.

Foto 3.15: Pulimento de agregados



(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La causa de este deterioro es la utilización de agregados pétreos de alta susceptibilidad al pulimento en condiciones de servicio, tal el caso de los agregados calizos.

• **Exudación (EX)**

Corresponde a la presencia de una película de asfalto libre en la superficie del pavimento, la cual presenta un aspecto brillante y pegajoso que, bajo condición de superficie húmeda, produce importantes pérdidas de fricción.

Foto 3.16: Exudación

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Se presenta de forma puntual en un área específica.</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Se presenta continua sobre el área o trayectoria por donde circula la rueda del vehículo.</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Se presenta continua y muy marcada en diversas áreas de la superficie del pavimento.</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La exudación se debe principalmente a defectos en la manufactura de la mezcla, asociados a una cantidad excesiva de asfalto o un contenido muy bajo de vacíos con aire.

• **Afloramiento de mortero (AM)**

Corresponde al afloramiento de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base. La presencia de manchas o de material acumulado en la superficie del borde de las fisuras indica la existencia de este fenómeno.

Foto 3.17: Afloramiento de mortero

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Localizados y apenas perceptibles</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Intensos</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Muy intensos</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La ausencia o un inadecuado sistema de drenaje interno resulta ser la causa principal de este tipo de deterioro, el cual se presenta en zonas fisuradas no tratadas a tiempo por donde se registra la expulsión, hacia la superficie, de agua mezclada junto con material fino de la base.

- **Afloramiento de agua (AA)**

Se manifiesta por la presencia del líquido en la superficie del pavimento en instantes en los cuales no hay lluvia. El afloramiento se presenta por las fisuras y por las áreas segregadas del pavimento.

Foto 3.18: Afloramiento de agua

SEVERIDAD		
① Localizados y apenas perceptibles	② Intensos	③ Muy intensos
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La carencia de un adecuado sistema de drenaje interno resulta ser la causa principal de este tipo de deterioro.

- **Desintegración de los bordes del pavimento (DB)**

Este deterioro se presenta cuando las bermas no son revestidas y los vehículos se estacionan frecuentemente en ellas o circulan muy cerca del borde de la calzada.

Foto 3.19: Desintegración de los bordes del pavimento

SEVERIDAD		
① Inicio de la desintegración, sectores localizados	② La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o mas	③ Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico
		




(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La principal causa de este deterioro está asociada con el tránsito repetido de vehículos por los bordes del pavimento.

- **Desnivel entre calzada y berma (DCB)**

Corresponde al desnivel que presentan las bermas con respecto a la superficie del pavimento (rasante).

Foto 3.20: Desnivel entre calzada y berma

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p>Desnivel entre 10 mm a 50 mm</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: #f0e6e6; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p>Desnivel entre 50mm a 100 mm</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: black; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p>Desnivel superior a 100 mm</p>
		




(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

El desnivel se puede presentar debido a la consolidación de las capas que conforman la estructura de la berma. Otra causa puede estar asociada con el arrastre de material que genera la circulación de vehículos sobre bermas no revestidas. En muchos casos, el escalonamiento se puede deber, simplemente, al hecho de que la construcción se realizó dejando una diferencia de nivel entre la calzada y la berma.

- **Erosión de las bermas (EB)**

Corresponde a la destrucción de bermas revestidas y no revestidas.

Foto 3.21: Erosión de las bermas

SEVERIDAD		
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 1 </div> <p style="text-align: center;">Erosión incipiente</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: #f0e6e6; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 2 </div> <p style="text-align: center;">Erosión pronunciada</p>	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background-color: black; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 3 </div> <p style="text-align: center;">Erosión extrema que pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios</p>
		

(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

La causa de este deterioro es un inadecuado sistema de drenaje superficial.

- **Segregación (S)**

La segregación granulométrica en una mezcla asfáltica se puede definir como la distribución no uniforme de los agregados finos y gruesos [ref. B.4], la cual da lugar a una falta de homogeneidad en las propiedades y características de la mezcla, de tal magnitud que provoca un acortamiento sensible de la durabilidad de las mezclas bituminosas.

Para adelantar la inspección se consideran los siguientes niveles de gravedad.

Nivel de gravedad 1. Longitud comprometida < 10% de la sección (100 metros) en una calzada, áreas aisladas muy locales. Se debe mantener en continua observación.

Nivel de gravedad 2. Longitud comprometida \geq 10% a < 50% de la sección (100 metros) en una calzada, áreas aisladas y continuas.

Nivel de gravedad 3. Longitud comprometida \geq 50% de la sección (100 metros) en una calzada, áreas continuas.

Foto 3.22: Segregación



(Fuente: Adaptación Manual INVIAS)

Este tipo de deterioro está asociado con problemas de producción de la mezcla asfáltica y/o deficiencias en la construcción (carga, transporte, colocación o compactación).

3.2.3 Índice de deterioro superficial

La metodología Vizir plantea dos índices para calificar superficialmente un pavimento: el índice de fisuración (I_f), referido a los agrietamientos de tipo estructural, y el índice de deformación (I_d), referido a los deterioros o deformaciones de tipo estructural, ellos te permiten determinar, de acuerdo con unas características de extensión y severidad, un valor numérico con el cual es posible hallar un índice de deterioro superficial (I_s).

El *Índice de Deterioro Superficial I_s* , define de manera numérica la condición general de la superficie de pavimento y suministra pautas para la elección de alternativas de intervención.

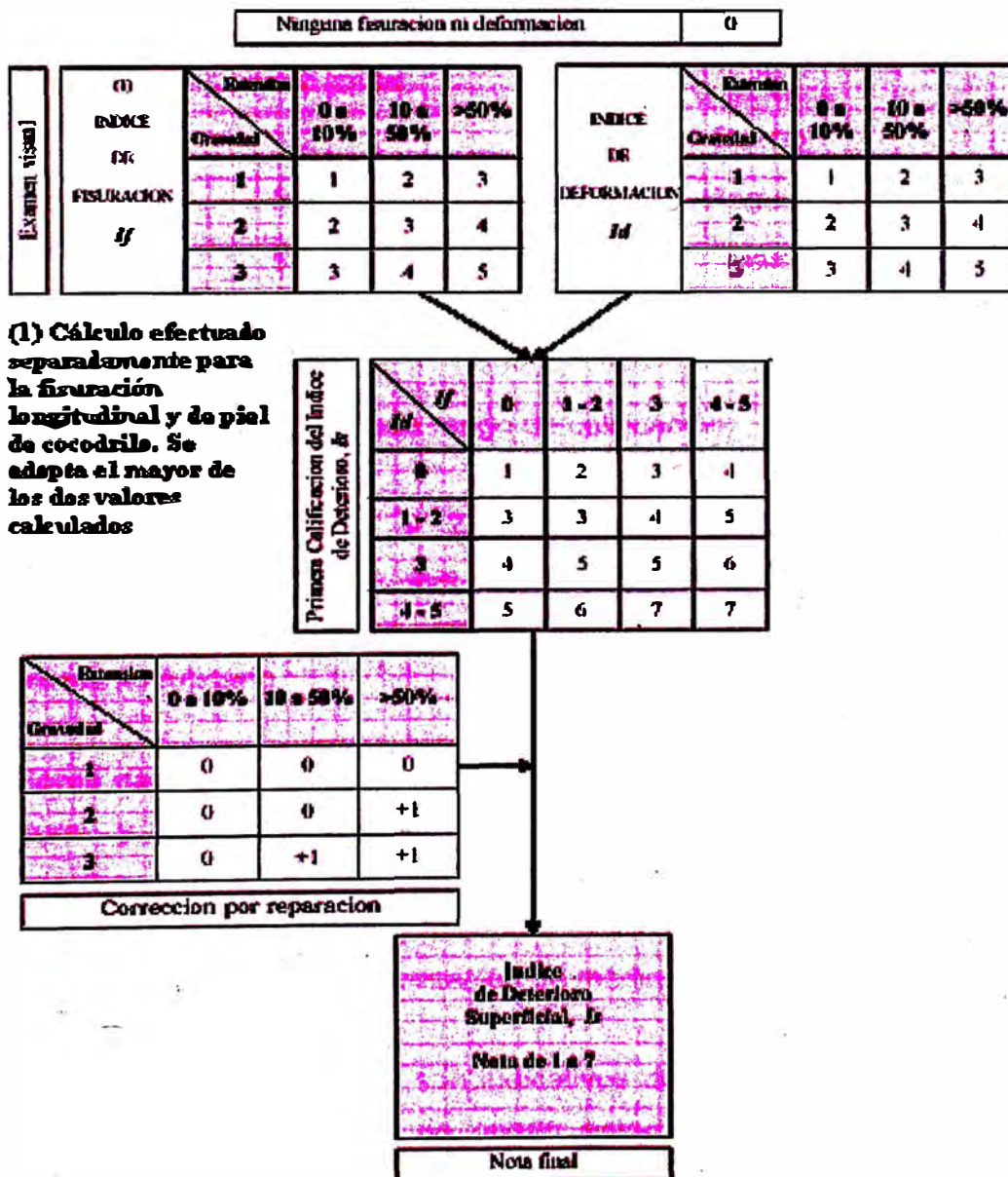
Este índice se determina a partir del cálculo del *índice de fisuración I_f* y del *índice de deformación I_d* , que dependen de los deterioros Tipo A; el primero se relaciona con la severidad y extensión de los agrietamientos y fisuraciones, y el segundo con la severidad y extensión de los demás deterioros.

La combinación del I_f e I_d , 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 *I_s*. (Ver figura 3.1)

Si $I_f > 3$ y $I_d > 2$ el pavimento no tiene vida residual, totalmente fatigado.

Figura 3.1: Determinación del índice de deterioro superficial



(Fuente: Manual INVIAS)

3.3 RANGOS DE CALIFICACIÓN

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

El método VIZIR califica la condición del pavimento en base a una escala que varía del 1 hasta el 7. (Cuadro 3.5)

Cuadro 3.5: Calificación del estado de la superficie del pavimento

Intervalo de <i>I_s</i>	Calificación de Estado de Superficie
1-2	Bueno
3-4	Regular
5-7	Malo

(Fuente: Manual INVIAS)

A continuación se desarrolla cada rango de calificación:

a). Valores del “*I_s*” 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.

b). Valores del “*I_s*” 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.

c). Valores del “*I_s*” 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.

Estos tres casos corresponden a situaciones de frontera que se presentan en la práctica, pero que no son los únicos que ocurren, dada la enorme variabilidad que se puede presentar en los pavimentos en servicio, en especial si durante el transcurso de su vida han sido sometidos a procesos arbitrarios de mantenimiento y rehabilitación. Por consiguiente, si bien los diagnósticos que se presentan en la metodología VIZIR se refieren específicamente a estos tres casos, queda al criterio del ingeniero el análisis de los restantes que se le puedan presentar.

3.4 PROCESO DE CÁLCULO

En el presente informe se realizó una evaluación de las condiciones del pavimento mediante un inventario visual de los diferentes tipos de daños en el pavimento de la carretera Cañete – Chupaca (Km 135+000 – Km 139+000), el tramo evaluado posee una longitud total de 5 Km, ancho promedio de calzada 4.78 ml, para este diagnóstico se empleó la metodología VIZIR.

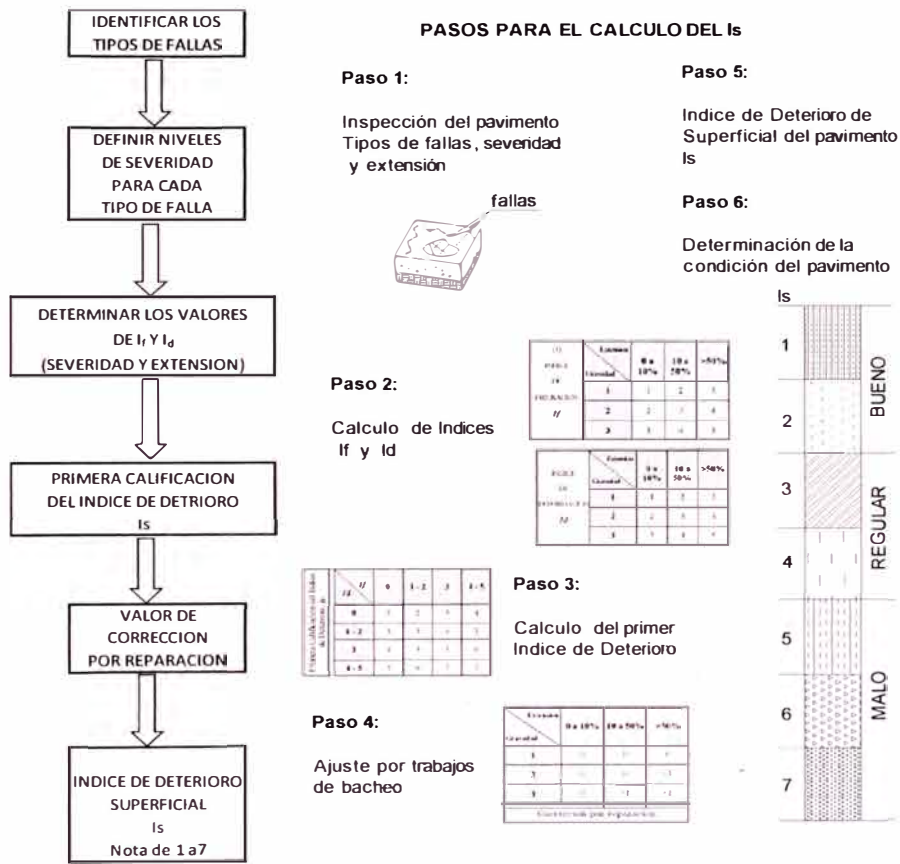
Se toma la unidad de muestreo de 100 metros para la evaluación de la condición de superficial del pavimento. Luego de realizar un inventario de daños en la zona de estudio, se registraron 50 unidades de muestreo (una unidad de muestreo equivale a 100 metros).

El grado de deterioro o índice de deterioro de cada unidad de muestreo esta función del tipo de falla encontrada, la severidad que esta falla presenta y del área que ocupa en la superficie evaluada expresado en porcentaje.

Una evaluación puede presentar varios tipos de falla de diferentes grados de severidad. Las fallas pueden presentar magnitud leve, moderada o severa. Finalmente se calcula un factor de ajuste, en función a los trabajos de reparaciones.

El diagrama de flujo que se presenta en la figura 3.2, muestra esquemáticamente los pasos necesarios para determinar el Is. El gráfico adjunto presenta la escala de valores asociados a un comportamiento del pavimento.

Figura 3.2: Diagrama del flujo del método VIZIR



(Fuente: Elaboración propia)

3.4.1 Identificación de Fallas

En el tramo evaluado se presentaron las siguientes fallas o deterioros superficiales:

- Parcheos y zanjas reparadas



FOTO 3.23: Presencia de parcheos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Huecos



FOTO 3.24: Presencia de huecos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Descascaramiento



FOTO 3.25: Presencia de descascaramientos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Ahuellamiento



FOTO 3.26: Presencia de ahuellamiento en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Perdida de película ligante



FOTO 3.27: Presencia de pérdida de ligante en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Corrugaciones



FOTO 3.28: Presencia de corrugaciones en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Perdida de agregados



FOTO 3.29: Presencia de pérdida de agregados en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

- Agrietamientos



FOTO 3.30: Presencia de agrietamientos en la superficie del tratamiento monocapa, entre las progresivas Km. 134+000 al Km. 139+000.

3.4.2 Metrado de deterioros

De acuerdo a la evaluación realizada se determinaron los siguientes metrados de deterioros (ver cuadro 3.6).

Cuadro 3.6: Metrados de deterioros carretera Cañete - Chupaca km 135+00 al km 139+00

ÁREA TOTAL DE TRAMO: 23947.78 M2

TIPO A	ÁREA M2	% ÁREA TOTAL	% ÁREA DE DAÑOS
BACHES Y ZANJA REPARADA	1967.9266	8.22%	16.57%
AHUELLAMIENTO	81.3	0.34%	0.68%
GRIETAS POR FATIGA LONGITUDINAL	50.4	0.21%	0.42%
GRIETA PIEL DE COCODRILO	26.6	0.11%	0.22%
	2126.2266	8.88%	17.91%

TIPO B	ÁREA M2	% ÁREA TOTAL	% ÁREA DE DAÑOS
HUECOS	14.3325	0.06%	0.12%
PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	7110.97222	29.69%	59.89%
PERDIDA DE AGREGADOS	2613.0555	10.91%	22.01%
CORRUGACIONES	1.8	0.01%	0.02%
GRIETA POR JUNTA DE CONSTRUCCIÓN	6.72	0.03%	0.06%
	9746.88022	40.70%	82.09%

AREA TOTAL DE DAÑOS 11873.1068 49.58% 100.00%

(Fuente: Elaboración propia)

3.4.3 Procesamiento de datos, cálculo y análisis (Ver Anexo B)

Luego de aplicar la metodología VIZIR y obtener la clasificación de los daños encontrados, se obtuvo el cuadro resumen (cuadro 3.7), donde se puede apreciar mejor las unidades de muestreo y su calificación de su condición.

Cuadro 3.7: Calificación de tramos de estudio

PROGRESIVAS		VIZIR	
INICIO	FIN	Is	CALIFICACIÓN
134+000	134+100	3	REGULAR
134+100	134+200	3	REGULAR
134+200	134+300	3	REGULAR
134+300	134+400	3	REGULAR
134+400	134+500	3	REGULAR
134+500	134+600	3	REGULAR
134+600	134+700	3	REGULAR
134+700	134+800	1	BUENO
134+800	134+900	1	BUENO
134+900	135+000	1	BUENO
135+000	135+100	7	MALO
135+100	135+200	4	REGULAR
135+200	135+300	3	REGULAR
135+300	135+400	4	REGULAR
135+400	135+500	6	MALO
135+500	135+600	5	MALO
135+600	135+700	4	REGULAR
135+700	135+800	2	BUENO
135+800	135+900	2	BUENO
135+900	136+000	3	REGULAR
136+000	136+100	3	REGULAR
136+100	136+200	2	BUENO
136+200	136+300	2	BUENO
136+300	136+400	2	BUENO
136+400	136+500	4	REGULAR
136+500	136+600	4	REGULAR
136+600	136+700	4	REGULAR
136+700	136+800	4	REGULAR
136+800	136+900	3	REGULAR
136+900	137+000	3	REGULAR
137+000	137+100	1	BUENO
137+100	137+200	2	BUENO
137+200	137+300	1	BUENO
137+300	137+400	3	REGULAR
137+400	137+500	1	BUENO
137+500	137+600	1	BUENO
137+600	137+700	1	BUENO
137+700	137+800	1	BUENO
137+800	137+900	1	BUENO
137+900	138+000	1	BUENO
138+000	138+100	1	BUENO
138+100	138+200	1	BUENO
138+200	138+300	1	BUENO
138+300	138+400	1	BUENO
138+400	138+500	1	BUENO
138+500	138+600	1	BUENO
138+600	138+700	1	BUENO
138+700	138+800	1	BUENO
138+800	138+900	1	BUENO
138+900	139+0000	1	BUENO

(Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO IV MODELOS DE DETERIORO

4.1 MODELOS DE COMPORTAMIENTO

Con el fin de predecir el deterioro que puedan sufrir los pavimentos a lo largo de su vida útil; se utilizan distintos tipos de modelos de comportamiento (o deterioro). Estos modelos por lo general corresponden a expresiones matemáticas que permiten predecir la posible evolución del estado del pavimento en el tiempo, en base al conocimiento de las condiciones del mismo al momento de su puesta en servicio y al momento de la realización del análisis; además permiten pronosticar los efectos a corto y largo plazo, de la mantención efectuada sobre ellos, con el objetivo de realizar estimaciones razonables tanto de las oportunidades en que sea necesario llevar a cabo alguna conservación, como del nivel de deterioro resultante luego de la misma y su progresión en el tiempo.

En general los modelos de deterioro son usados en dos niveles básicos de operación de un sistema de gestión de pavimentos, y estos son:

- **A nivel de Red**

- Modelos determinísticos.

- Modelos probabilísticos (generalmente usan índices compuestos: IRI, PSI, PCI, Is, etc.)

A nivel de red se observa un mayor número de secciones de pavimentos, por lo que se usan valores promedio o valores aproximados, y modelos más simples con la consiguiente pérdida de detalles.

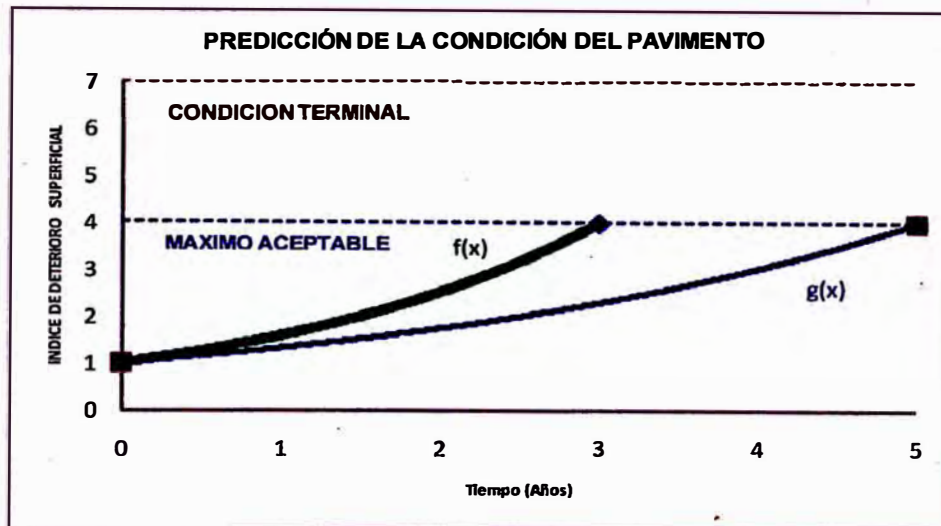
- **A nivel de Proyecto**

- Modelos determinísticos (requieren mayor exactitud)

Aunque la precisión del modelo dependa del nivel de gestión, esta debe ser preestablecida para desarrollar o emplear el modelo que mejor se adapte a las necesidades de la agencia encargada de la gestión de los pavimentos, y no

incurrir en errores de sobreestimación o baja estimación. La importancia de la exactitud del modelamiento se ilustra en la figura 4.1 donde se puede observar que se predice una condición de pavimento de valor de deterioro superficial (Is) 4 para 3 o 5 años dependiendo del modelo usado.

Figura 4.1: Predicción de la condición de un pavimento



(Fuente: Modelos de predicción del deterioro de pavimentos, Tenorio A.
Adaptación para el método VIZIR)

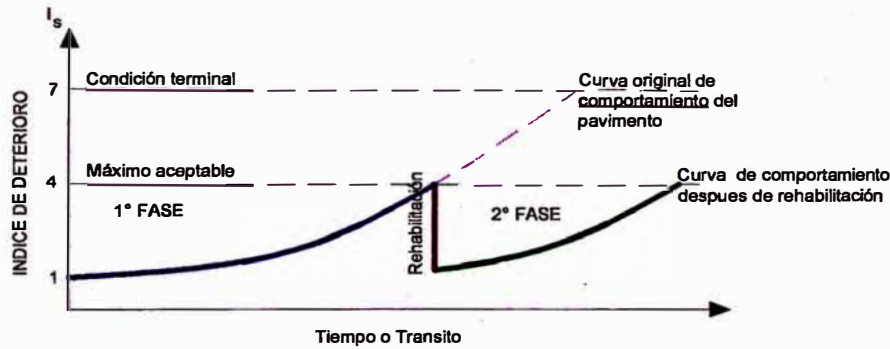
4.2 FASES EN EL PROCESO DE DETERIORO

Los pavimentos, en general, presentan dos fases de deterioro claramente diferenciables (Figura 4.2), estas son:

- i. La *primera fase* es aquella etapa del deterioro que se produce entre la puesta en funcionamiento de una vía, inmediatamente después de su construcción, y el momento en que se lleva a cabo en ella una reparación de importancia.
- ii. La *segunda fase* de deterioro es aquella etapa que va desde la realización de una mantención de importancia en adelante. Al llevar a cabo una rehabilitación siempre se elimina o reduce el deterioro existente, o bien, se afecta a la progresión del mismo para el futuro (o ambos) por lo que el comportamiento del pavimento en la etapa posterior

a la actividad de mantenimiento es, por lo general, diferente al de la primera fase, ya sea porque el deterioro inicia desde cero nuevamente o porque la progresión con que avanza el mismo es menor (o mayor) que antes de la mantención.

Figura 4.2: Esquema de deterioros de pavimentos de 1° y 2° fase



(Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, De Soliminihac T.
 Adaptación para el Método VIZIR)

4.3 FORMAS FUNCIONALES PARA LOS MODELOS

Por forma funcional de un modelo se entiende tanto la estructura funcional de las ecuaciones (es decir de la manera en la que se colocan las variables), así como su representación gráfica respecto a variables que involucren paso del tiempo, por lo general edad o transito acumulado.

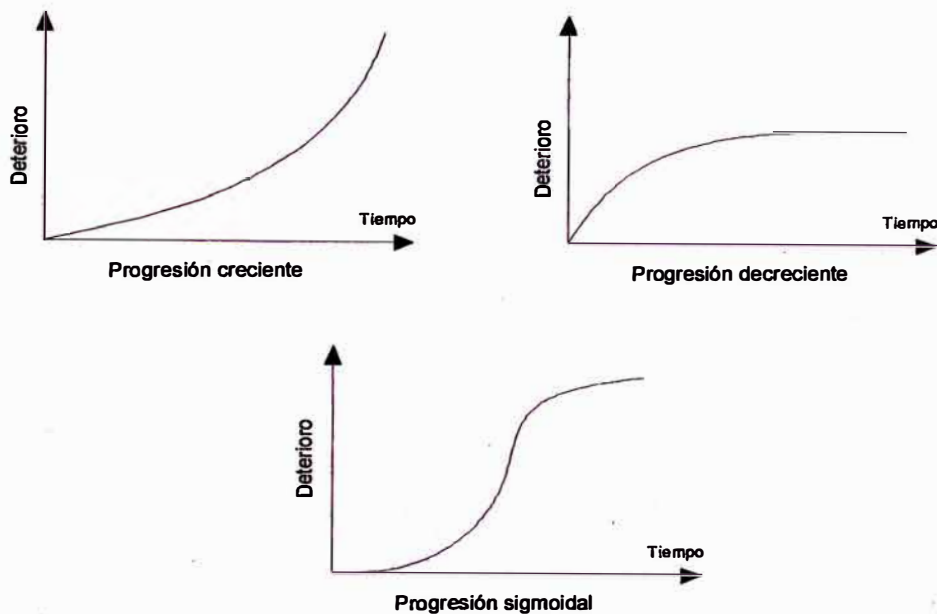
De acuerdo a los diversos estudios analizados, los distintos tipos de deterioro pueden encuadrarse dentro de tres formas generales de evolución o progresión (Figura 4.3):

Progresión creciente: a partir del inicio del deterioro los incrementos por unidad de tiempo van aumentando en magnitud (curva de tipo exponencial);

Progresión decreciente: los incrementos de deterioro son relativamente elevados al principio y posteriormente van disminuyendo (curva de tipo logarítmica);

Progresión sigmoideal: existe una primera etapa de progresión creciente, seguida de otra etapa de progresión decreciente.

Figura 4.3: Formas de progresión de distintos deterioros de pavimentos



(Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, De Solminhac T.)

4.4 CLASIFICACION DE MODELOS

4.4.1 Por la Técnica utilizada

Por la técnica utilizada los modelos de predicción se pueden clasificar en tres grupos: los modelos empíricos, los modelos mecanicistas y los modelos mecanicista – empíricos.

a. Modelos empíricos; los modelos empíricos son desarrollados en base a datos reales de pavimentos existentes. En dichas bases de datos se han registrado gran cantidad de información referida a diversos aspectos, entre los que tenemos: información general de los pavimentos, datos de características de drenaje y de las bermas, datos de tránsito, de condiciones climáticas y de deterioros a lo largo de su vida útil. Luego de determinar las variables más relevantes en la formación de cada deterioro, se realiza con ellas un análisis estadístico (análisis de regresión) que da origen al modelo que predice el comportamiento futuro del pavimento.

En los modelos empíricos, la variable dependiente es algún indicador del desempeño del pavimento. Como por ejemplo: Indicadores del desempeño integrales o compuestos (tales como el PSI, el índice de confort, IRI, o el Is), o, indicadores del desempeño individual (tales como: la resistencia al deslizamiento, el ahuellamiento, o el agrietamiento). Estas variables dependientes están relacionadas a una o más variables explicativas que representan la resistencia estructural del pavimento, la carga del tránsito, y las condiciones del medioambiente.

b. Modelos Mecanicistas; el desarrollo de modelos mecanicistas se basa en las características de las diversas capas y materiales que conforman los pavimentos, específicamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subbase, la base granular o estabilizada y el pavimento propiamente dicho. Los modelos mecanicistas representan físicamente el proceso de deterioro del pavimento.

Estos modelos de deterioro usan el comportamiento de los materiales y modelos de respuesta del pavimento, que se cree representa el comportamiento real de la estructura del pavimento bajo la acción combinada del tráfico y el medioambiente. Estos modelos de comportamiento y respuesta son usados para estimar tensiones, esfuerzos y deflexiones en varios puntos de la estructura del pavimento. Estas respuestas críticas son, a su vez, usadas para predecir el desempeño (performance) en términos de deformación superficial y progresión del agrietamiento (agrietamiento por fatiga).

c. Modelo mecanicista – empírico; los modelos mecanicistas – empíricos combinan la modelación mecánica con las observaciones del comportamiento de los pavimentos existentes.

Estos modelos usan la caracterización de los materiales (usualmente mediante pruebas de laboratorio) y los modelos de respuesta del pavimento (empleando modelo lineales elásticos o modelos de elementos finitos) para calcular la respuesta del pavimento (tensiones, deformaciones unitarias y deflexiones en varios puntos de la estructura del pavimento). Esta respuesta es causada por

las cargas de tránsito, clima o una combinación de ambas. El cálculo de la respuesta del pavimento constituye el componente mecanicista.

Las tensiones y deformaciones calculadas de esta manera, se emplean como parámetros de entrada (variables independientes) de modelos empíricos de regresión para predecir el comportamiento del pavimento. Esta parte constituye el componente empírico.

Por lo tanto, un modelo desarrollado usando técnicas de regresión con la respuesta del pavimento como variable independiente se denomina modelo empírico-mecanicista.

Los modelos empíricos basados en análisis de regresión han sido usados por muchos años y constituyen uno de los modelos de deterioro más ampliamente usados. Sin embargo, desde hace 20 años ha habido una tendencia de las agencias de caminos a dirigir sus esfuerzos hacia los modelos empíricos-mecanicistas por el interés desde el punto de vista de la ingeniería.

La principal ventaja de los modelos empíricos-mecanicistas, es su capacidad para extrapolar predicciones fuera del rango de datos y condiciones bajo los que fueron desarrollados, produciendo predicciones determinísticas del desempeño del pavimento.

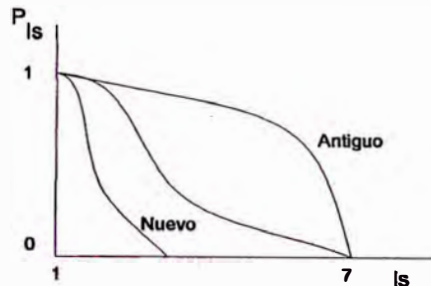
4.4.2 Por los valores de predicción

a. Modelo determinístico; constituyen el modelamiento más común en los sistemas de gestión de pavimentos, predicen un único valor de la variable dependiente basado en sus relaciones con una o más variables. Pueden ser correlaciones empíricas o empíricas-mecanicista calibrado usando técnicas de regresión. --

b. Modelo probabilístico; la condición de un pavimento, por ejemplo el I_s , puede ser tratada como una variable aleatoria con una probabilidad asociada a sus valores. Una distribución de probabilidades describe la probabilidad asociada con todos los valores de la variable aleatoria. Por ejemplo: si la variable aleatoria

es el I_s , entonces la distribución de probabilidad puede ser descrita como la función de distribución acumulada de la figura 4.4.

Figura 4.4: Función de distribución acumulada



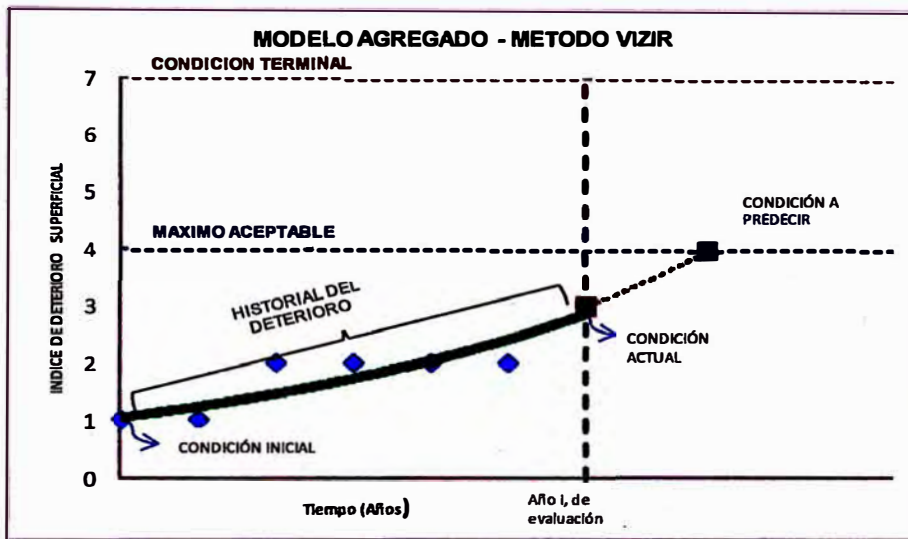
(Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, De Soliminhac T.
Adaptación para el Método VIZIR)

En la figura anterior, el eje vertical es la probabilidad de que el I_s sea igual o menor que un determinado valor de I_s . Esta figura presenta además distribuciones acumuladas en diferentes puntos de la vida del pavimento. Esta figura podría presentarse como la probabilidad en el tiempo de un determinado valor de I_s , la que se conoce como curvas de supervivencia.

4.4.3 Por la forma de predicción

a. Los modelos de deterioro agregados (acumulados), requieren para predecir un deterioro futuro conocer por completo la historia previa del comportamiento del pavimento, es decir se necesita contar con datos tales como tasa de crecimiento del tránsito a lo largo de la vida del pavimento (medida o estimada), tránsito media diario anual al inicio del servicio del pavimento, ejes equivalentes acumulados al momento de la evaluación, nivel de servicio inicial al momento de la puesta en servicio del pavimento (agrietamiento, deterioro de juntas y escalonamiento si es que existe), etc. Sin embargo, generalmente esto no es posible y por una u otra razón solo se cuenta con datos parciales (Figura 4.5).

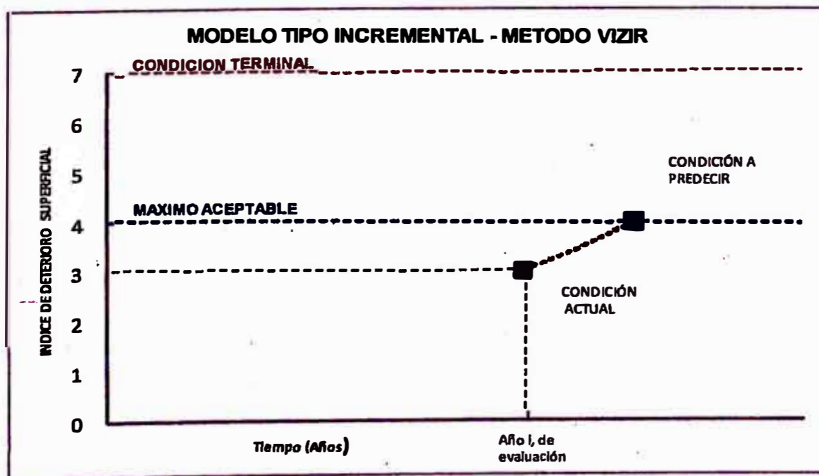
Figura 4.5: Modelo agregado



(Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, De Soliminihac T.
Adaptación para el Método VIZIR)

b. Los modelos de deterioro de tipo incremental, a diferencia de los agregados, no requieren conocer la historia previa para predecir los comportamientos futuros, sino que permiten hacerlo en base a un conjunto de ecuaciones y operaciones lógicas, necesitando conocer solo el estado o condición actual del pavimento (medida de terreno), además de las características estructurales y climáticas existentes, y el tránsito que circula en el año de evaluación por dicho pavimento. (Figura 4.6)

Figura 4.6: Modelo incremental



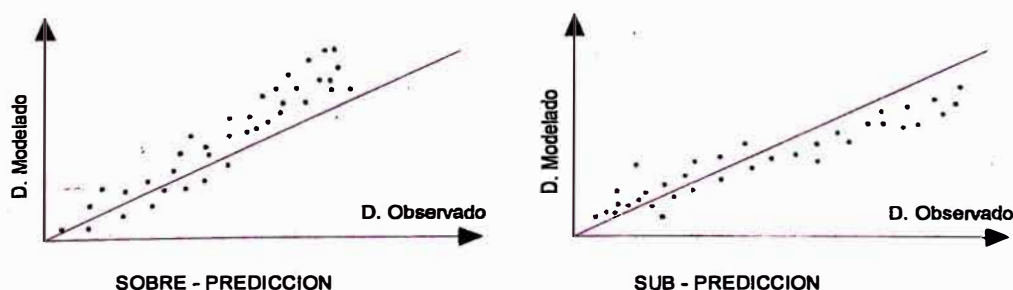
(Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, De Soliminihac T.
Adaptación para el Método VIZIR)

4.5 ACEPTABILIDAD DE LOS MODELOS DE DETERIORO

La aceptabilidad de cada modelo es juzgado basándose en los resultados de la evaluación del diseño del modelo del análisis estadístico, y el análisis de sensibilidad. Específicamente, el proceso de validación o mejora está enfocado a lograr lo siguiente en cada modelo:

- Eliminar los errores del modelo (mejorando la exactitud). Se intenta eliminar (o minimizar) algunos errores observados en los ploteos de los datos reales vs. los valores proyectados (Figura 4.7).
- Mejorar la precisión del modelo (reduciendo la dispersión). Algunas modificaciones en el modelo (cambio de variables, cambios en el modelo, o re-regresiones en el modelo) son realizadas para mejorar su exactitud. La exactitud del modelo puede ser evaluado observando cómo se ubican los puntos de los datos del ploteo de los datos reales vs. los valores proyectados alrededor de la recta. La cercanía de los datos a la recta, indica que el modelo es más preciso.
- Obtener una sensibilidad razonable del modelo. La sensibilidad de los resultados del modelo de predicción a los cambios de los datos de entrada es evaluada para cada modelo. El juicio ingenieril basado en la amplia experiencia puede ser usada para determinar si la sensibilidad creada es razonable.
- Expandir el espacio de inferencia del modelo. La intención es elaborar modelos validados y/o mejorados mucho más aplicables y exactos abarcando un amplio rango de condiciones geográficas y de sitio.

Figura 4.7: Análisis de gráficos de deterioro predicho vs. observado



(Fuente: Gestión de Infraestructura Vial, De Soliminihac T.)

4.6 MODELOS DE DETERIORO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

4.6.1 Modelo del agrietamiento

- *Modelo desarrollado por el Brazil-UNDP Road Cost Study (GEIPOT, 1976-1982)*

A partir de este estudio se desarrollo un modelo que predice el número de ejes equivalentes de 80 kN (18 kip) para el inicio de grietas de 1 mm de ancho.

$$\text{Log}(N_c) = 1.205 + 5.96 \text{Log}(MSN) \quad (4.1)$$

Donde:

N_c : Número de ESALs para el inicio del agrietamiento

MSN : Número Estructural Modificado

El numero estructural se define como un numero índice obtenido del análisis de tráfico, las condiciones del suelo, y un factor regional que puede ser convertido a espesor de varias capas flexibles de pavimento a través del uso de coeficientes de capa relacionadas al tipo de material usado en cada capa de la estructura del pavimento. Esto se expresa como:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (4.2)$$

Donde:

a_i : Coeficiente de capa i

m_i : Coeficiente de drenaje i

D_i : Espesor de la capa i

Para considerar la contribución de la subrasante a la capacidad de resistencia del pavimento se define un pseudo número estructural para la subrasante:

$$SN_{sg} = 3.51 \text{Log}(CBR) - 0.85 (\text{Log}(CBR))^2 - 1.43 \quad (4.3)$$

El número estructural modificado se define como:

$$MSN = SN + SN_{sg} \quad (4.4)$$

- **Aplicación en tramo de estudio (Km 134+000 al Km 139+000)**

Datos: Carretera Cañete - Chupaca Km 134+000 al Km 139+000

N_c	=	3525.04	Numero de ejes equivalentes para el inicio de agrietamiento	NTD	=	2	veh/dia
MSN	=	2.47	Numero estructural modificado $MSN = SN + SN_{sg}$				
SN	=	1.10	Numero estructural $SN = a_2 * D_2$	a_2	=	0.1 /cm	D_2 = 11 cm
CBR	=	12.06	California Bearing Ratio de la subrasante (%).				
SN_{sg}	=	1.37	Seudo numero estructural para la subrasante $SN_{sg} = 3.51 \log(CBR) - 0.85(\log(CBR))^2 - 1.43$				

Existen disponibles numerosos modelos de deterioro, pero con limitada aplicabilidad, ocasionando errores importantes al ser utilizados fuera de las condiciones y técnicas desarrolladas. (Ver anexo C).

- **Procedimiento para formulación del modelo de deterioro para el tramo en estudio.**

Por lo expuesto en los ítems anteriores los modelos de deterioro son por lo general, expresiones matemáticas que representan la evolución del estado del pavimento en el tiempo, con base al conocimiento de las condiciones en el momento de la puesta de servicio, historial del deterioro y de la realización de la evaluación.

Debido a la poca disponibilidad de información recopilada, puesto que el método VIZIR es empleado por primera vez en este tipo de carreteras, se propondrá un procedimiento para la formulación a futuro de un modelo de deterioro para el tramo evaluado:

Paso 1: Parámetros principales de la modelización; son los datos requeridos que hacen referencia a la edad del pavimento y que están relacionados a las conservaciones anteriores y a los trabajos de rehabilitación y construcción realizados. Se requieren los datos de las características estructurales del pavimento, condición de la carretera y del drenaje lateral, geometría de la carretera y medioambiente y tráfico. En los pavimentos básicos, estos datos se deberán evaluar dos veces para cada año analizado (Ver Anexo D).

Todos estos datos deberán ser considerados con la debida precaución, pues no siempre resultan confiables, debido a la posibilidad de

discrepancias entre los registros de la construcción y mantenimiento y las características de la estructura real. Por lo tanto, ellos requieren validación con el resto de la información que se obtenga en desarrollo de esta etapa.

Paso 2: Procedimiento de modelización del deterioro; la modelización del deterioro de cada tramo de la carretera, en cada año analizado, se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Inicio de entrada de datos y condiciones al comienzo del año.
2. Cálculo de los parámetros de resistencia del pavimento.
3. Cálculo de la cantidad de cambios de cada modelo de deterioro durante el año analizado.
4. Verificación de que el total de la calzada, con o sin deterioro, sea igual al 100% a partir de los límites definidos para cada forma de deterioro y determinación de la cantidad de cada uno al final del año y del valor promedio de cada año.
5. Cálculo del cambio en cada forma de deterioro durante el año y determinación de la cantidad de cada uno al final del año y del valor promedio de cada año. Asimismo el índice de deterioro superficial (Is).
6. Almacenamiento de los resultados para su uso en subsecuentes modelos y en el siguiente año analizado, así como para propósitos de obtener informes.

4.7 MODELOS INCLUIDOS EN EL HDM-4

4.7.1 Aspectos generales

El modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM), desarrollado por el Banco Mundial, es un software que se viene usando desde los años 90's, para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar programas de inversión y analizar estrategias de redes de carreteras. Para el desarrollo de los modelos de HDM se adoptó un sistema que combina métodos empíricos avanzados. La metodología utilizada fue fundamentalmente empírica, de manera que se desarrollaron modelos paramétricos utilizando técnicas de regresión estadística de la información proveniente de series de tiempo: información que había sido

coleccionada en una base de datos factorialmente diseñada, a partir de pavimentos en servicio bajo diferentes condiciones de estructura y tránsito.

Por otra parte, la forma funcional y los parámetros de los modelos se basaron en teorías mecanicistas y en el conocimiento experimental del comportamiento estructural de los pavimentos y de los materiales que lo conforman.

La forma del modelo HDM es incremental, es decir que predice el cambio en la condición del pavimento a lo largo de un cierto incremento de tiempo como función de la condición actual del pavimento, de sus características estructurales y de las solicitaciones externas (tránsito y condiciones climáticas).

Los modelos de deterioro incrementales de pavimentos asfálticos, cuyo comportamiento se modeló en el HDM fueron básicamente los que siguen:

- Agrietamiento
- Pérdida de áridos
- Baches
- Ahuellamiento
- Rugosidad

4.8 CALIBRACIÓN DE LOS MODELOS

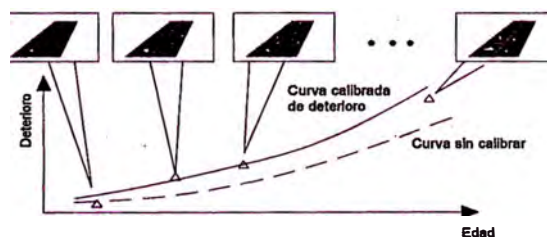
Cuando un modelo de deterioro, desarrollado con información empírica asociada a determinadas condiciones (clima, tipo y forma de cargas, materiales y técnicas constructivas, etc.) es usado en condiciones diferentes a las que sirvieron para su desarrollo, pueden presentarse diferencias de cierta importancia entre los deterioros que el modelo predice y los que se observan en la realidad (figura 4.8). Dichas diferencias pueden deberse, entre otras, a las siguientes causas:

- **Errores en los datos observados:** por inadecuadas técnicas de medición, mal registro de los datos que no correspondan (recordar caso de aplicar un modelo de primera fase en pavimentos que han sufrido rehabilitación);
- **Errores en los datos estimados:** en aquellos datos sobre los cuales no se disponga toda la información necesaria y deben ser estimados, el error es la estimación muy probablemente ocasiona error en la predicción.

- **Condiciones diferentes a las originales del modelo:** si el modelo se aplica fuera de su espacio de inferencia original, es decir, extrapolando la predicción con valores de variables fuera del rango inicialmente considerado, pueden asimismo presentarse diferencias importantes entre lo predicho y lo observado;
- **Inadecuación del modelo:** si el modelo no contiene algunas variables que son claramente importantes, ya sea porque no resultaron estadísticamente significativas con los datos originales o porque un proceso de análisis poco profundo o incompleto no las tuvo en cuenta, ello podrá redundar en una mala predicción, y este defecto solo es posible de corregir reestimando el modelo con nuevos datos;
- **Aleatoriedad del comportamiento de los materiales y las estructuras:** aun cuando el error en la predicción no estuviera asociado a ninguna de las causas anteriores, siempre existe un cierto margen de error introducido por un comportamiento aleatorio o estocástico de los materiales que componen las estructuras en el mundo real, que se aparta de la teoría y genera dispersión en los resultados.

Para reducir estos errores, o también para verificar si el modelo es inadecuado o incompleto, detectando posibles debilidades y los procedimientos de calibración o ajuste resultan muy útiles. Calibrar un modelo de deterioro consiste en definir un procedimiento de cálculo de factores de calibración numéricos, que modifican la predicción del modelo ajustándolo de acuerdo a la información provista por bases de datos de pavimentos de una región o país. Esto se realiza a través de la minimización de la diferencia entre las predicciones del modelo y un conjunto de datos de deterioro medidos en terreno.

Figura 4.8: Calibración de modelos de deterioros



(Fuente: Gestión de infraestructura vial, De Soliminihac)

CONCLUSIONES

- Se ha demostrado en campo la fácil aplicación de la metodología VIZIR, para el levantamiento de los diferentes tipos de deterioros superficiales del pavimento, asimismo el procesamiento y análisis de la información recopilada para obtener un indicador de la condición funcional del pavimento.
- En el tramo de evaluación Km 134+000 al Km 139+000, las fallas encontradas son predominantemente funcionales (40.7% del tramo). Siendo el deterioro más frecuente a lo largo del tramo, la pérdida de la película ligante (29.69% del tramo). La causa principal de este deterioro está asociada con la calidad de la capa de protección y los efectos de agresivos del agua.

Aplicando la metodología VIZIR en el tramo Km 134+000 al Km 139+000, y uniformizando las unidades de muestreo con el método estadístico de diferencias acumuladas, se clasificó el tramo evaluado en 3 sub tramos; el primero comprende del Km 134+000 hasta el Km 136+000 el cual corresponde una calificación promedio de condición regular; el segundo del Km 136+000 hasta el Km 137+500 con una calificación de condición regular; y por último, desde el Km 137+500 hasta el Km 139+000 se calificó con una condición buena.

- La aplicación de este método demuestra su confiabilidad para determinar la evaluación superficial del pavimento y facilidad para el uso y no requiere de mucha inversión. Por lo que se concluye que mediante este método se realiza una adecuada evaluación del pavimento, teniendo en cuenta los exiguos recursos económicos y técnicos de nuestro país.

El objetivo del modelamiento del deterioro de los pavimentos es representar el comportamiento físico real del pavimento a través de expresiones matemáticas, que correlacionan las distintas variables que influyen en el deterioro del pavimento.

- Se disponen de diferentes técnicas para desarrollar modelos de comportamiento de pavimentos. La complejidad de los modelos y el grado de precisión están en función del uso que se le quiera dar a los resultados, es decir nivel de gestión (red o proyecto).
- A partir de la experiencia adquirida en el desarrollo de este informe se puede afirmar que existe cierto grado de dificultad para entender y en consecuencia aplicar los modelos de deterioros analizados. Un inconveniente para la modelización del deterioro del tramo evaluado, fue la falta de información de la evaluación de la condición superficial en el momento de la puesta de servicio y en consecuencia es necesario realizar evaluaciones periódicas para recopilar información, para su uso posterior en la modelización de un modelo de deterioro con características y condiciones propias de la región.
- El Highway Development and Management (HDM), constituye actualmente, una de las más importantes herramientas de análisis para la evaluación técnica y económica de inversiones en construcción y conservación de redes de caminos.
- Si bien el programa HDM es aceptado y aplicado en muchos países alrededor del mundo. Los resultados del análisis de proyectos de construcción y conservación de caminos con este programa deben ser verificados en la práctica a fin de calibrar o adaptar el programa a las condiciones particulares a las que están expuestas los caminos de nuestro país.

RECOMENDACIONES

- Se ha demostrado en campo la aplicación de la metodología desarrollada en este informe, su fácil aplicación, evaluación, y confiabilidad en su análisis, por lo que se recomienda su utilización como una alternativa para evaluar la condición funcional de los pavimentos de nuestras vías.
- En el tramo analizado de la carretera aplicando la metodología VIZIR, en los tramos donde se obtuvieron calificaciones con la condición de regular, se recomienda la intervención oportuna realizando trabajos de conservación o mantenimiento periódico para corregir dichas deficiencias, con la finalidad de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores.
- Se recomienda realizar la evaluación superficial del pavimento dos veces por año; la primera después de un periodo de lluvias (enero a marzo), y la segunda entre los meses de octubre y noviembre, con la finalidad de obtener información necesaria para formular modelos de deterioros.
- Se recomienda en tramos con altos índices de deterioro superficial, además del criterio de la inspección visual, realizar una evaluación global en la que se considera las evaluaciones de comportamiento estructural y funcional del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Consorcio de Rehabilitación Vial, "ESTUDIO DE REHABILITACIÓN DE CARRETERAS EN EL PAÍS", Perú - 1982.
2. De Solminihac T. Hernán, "GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL", Editorial Alfa y Omega, Colombia, 2005.
3. Instituto Nacional de Vías INVIAS, "GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS". Colombia – 2002.
4. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, "ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE FACTIBILIDAD PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CAÑETE-HUANCAYO, RUTA 22. TRAMO: LUNAHUANÁ-DV. YAUYOS-CHUPACA", agosto-2005.
5. Tenorio Mananay Armando, "MODELOS DE PREDICCIÓN DE DETERIORO DE PAVIMENTOS", Tesis UNI-FIC, Perú-2005.

ANEXOS

ANEXO A

MANIFESTACIONES DE DETERIORO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS

ANEXO B

PROCESAMIENTO DE DATOS, CÁLCULO Y ANÁLISIS

ANEXO C

MODELOS DE DETERIORO

ANEXO D

INFORMACIÓN BASICA PARA LA MODELIZACIÓN

ANEXO E

PANEL FOTOGRÁFICO

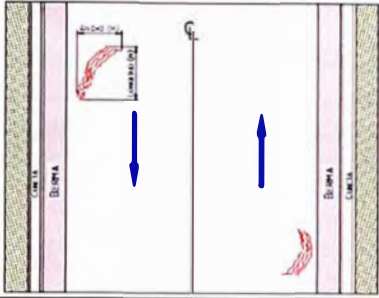

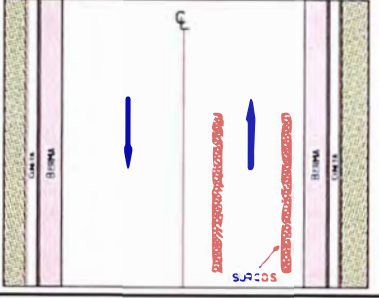

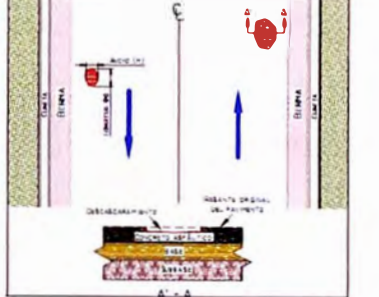

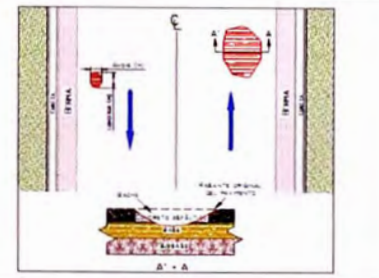

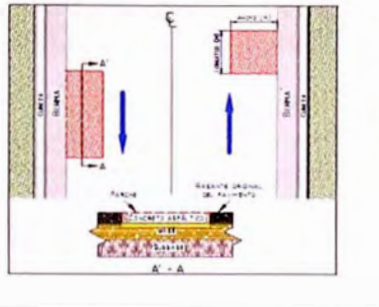

ANEXO A

MANIFESTACIONES DE DETERIORO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

A.1 Defectos superficiales

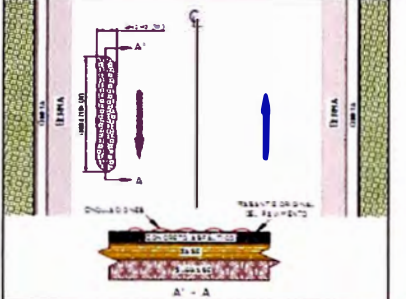

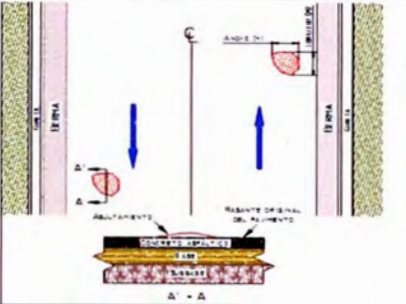

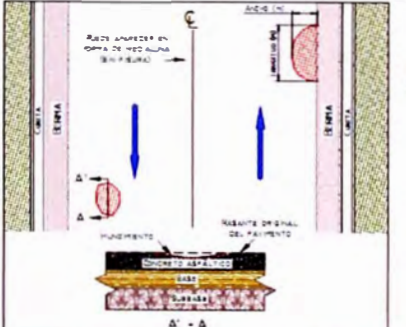

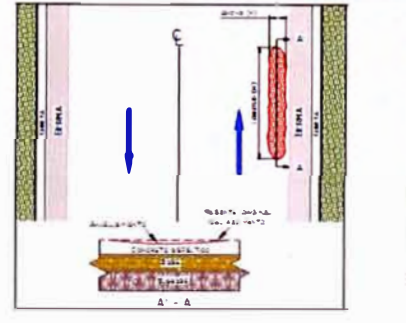

DESCRIPCION		FOTO
<p>DESGASTE SUPERFICIAL</p> <p>Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero.</p>		
<p>PERDIDA DE AGREGADO</p> <p>Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados.</p>		
<p>PULIMIENTO DEL AGREGADO</p> <p>Este daño se evidencia por la presencia agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, en ambos casos se puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.</p>		
<p>CABEZAS DURAS</p> <p>Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor.</p>		

(Fuente: Elaboración propia)

<p>EXUDACION</p> <p>Este tipo de daño se presenta con una película o afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa.</p>		
<p>SURCOS</p> <p>Corresponde a franjas o canales longitudinales donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica.</p>		
DESCRIPCION		
<p>DESCASCARAMIENTO</p> <p>Este deterioro corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes.</p>		
<p>BACHES</p> <p>Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito.</p>		
<p>PARCHES</p> <p>Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc.).</p>		

(Fuente: Elaboración propia)

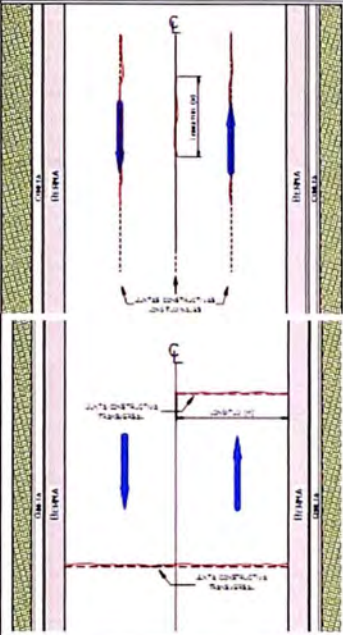

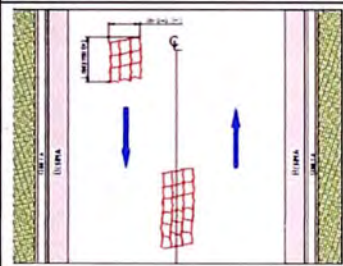

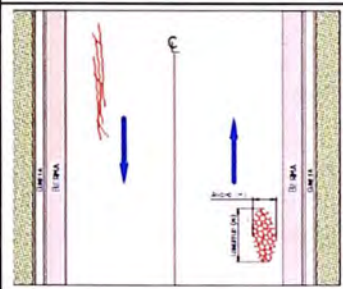

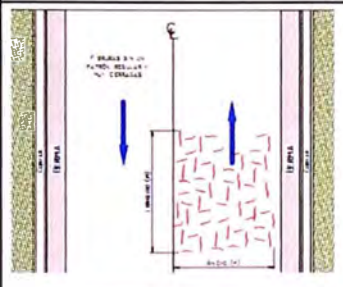



A.2. Deformaciones superficiales

DESCRIPCION	FOTO	FOTO
<p>ONDULACIONES O CORRUGACIONES</p> <p>Es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento.</p>		
<p>ABULTAMIENTOS</p> <p>Este deterioro se asigna a los "abombamientos" o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento.</p>		
<p>HUNDIMIENTOS</p> <p>Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.</p>		
<p>AHUELLAMIENTO</p> <p>El ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración.</p>		

(Fuente: Elaboración propia)

A.3. Agrietamiento

DESCRIPCION		FOTO
<p>AGRIETAMIENTO POR REFLEXION DE JUNTAS O GRIETAS EN PLACAS DE CONCRETO</p> <p>Este tipo de daño se presenta cuando existe una capa de concreto asfáltico sobre placas de concreto rígido.</p>		
<p>AGRIETAMIENTO LONGITUDINALES</p> <p>Agrietamiento en sentido longitudinal situado en la zona de circulación.</p>		
<p>AGRIETAMIENTOS</p> <p>(Grietas perpendiculares al eje de la calzada. Normalmente, si se desarrollan a todo el ancho, están a espaciamientos regulares y si cubren media calzada ocurren a irregulares).</p>		
<p>AGRIETAMIENTO DE DESLIZAMIENTO</p> <p>Corresponden a fisuras en forma de semicírculo o medialuna, con curvaturas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento (al acelerar o frenar).</p>		
<p>AGRIETAMIENTO LONGITUDINAL EN EL BORDE</p> <p>(Grietas longitudinales entre el borde y 0,30 m. hacia el centro)</p>		

<p>AGRIETAMIENTOS EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN</p> <p>Corresponden a fisuras longitudinales o transversales generadas por la mala ejecución de las juntas de construcción de la carpeta asfáltica o de las juntas en zonas de ampliación.</p>		
<p>GRIETAS DE CONTRACION EN BLOQUES</p> <p>Quando se presenta este tipo daño la superficie del asfalto es dividida en bloques de forma aproximadamente rectangular. Los bloques tienen lado promedio mayor que 0,30 m</p>		
<p>AGRIETAMIENTO TIPO PIEL DE COCODRILO</p> <p>(Grietas que forman una red, en forma de bloques, de tamaños irregulares cuyas dimensiones son indicativas del nivel en el cual ocurre la fallas.</p>		
<p>AGRIETAMIENTO INCIPIENTE</p> <p>La fisuración incipiente corresponde a una serie de fisuras contiguas y cerradas, que generalmente no se interceptan.</p>		
<p>AGRIETAMIENTO EN MEDIALUNA</p> <p>Son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banquetta por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos.</p>		

(Fuente: Elaboración propia)

ANEXO B

PROCESAMIENTO DE DATOS, CÁLCULO Y ANÁLISIS

B.1 EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LAS UNIDADES DE MUESTREO - KM 134+000 AL M 139+000

UNIDADES DE MUESTREO 50
LONG. DE LA UNIDAD DE MUESTREO 100 M
TRAMO TOTAL 5000 M

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	CODIGO	TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)	TIPO A	TIPO B	If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+000	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	8.282	m2	1.453%	8.282		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	1	2.000	und	0.043%		0.245						
	AHUELLAMIENTO (1CM)	AH	A	1	3.000	ml	0.316%	1.800							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	513.000	m2	90.000%		513.000						
	CORRUGACIONES (2CM)	C	B	1	3.000	ml	0.526%		3.000						
134+100	TOTAL ÁREA DE DAÑOS						10.082	516.245							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.3	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.7	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		6.1	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.7	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		570	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+100	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	0.360	m2	0.066%	0.360		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	1	2.000	und	0.045%		0.245						
	AHUELLAMIENTO (1- 1.5)	AH	A	1	3.000	ml	0.331%	1.800							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	489.000	m2	90.000%		489.000						
134+200							2.160	489.245							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		6.1	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.1	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.1	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.43	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		543.3	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			if	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+200	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	3.755	m2	0.78%	3.755		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	1	4.000	und	0.102%	0.490							
	AHUELLAMIENTO (1.5CM)	AH	A	1	7.000	ml	0.875%	4.200							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	336.000	m2	70.00%	336.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	144.000	m2	30.00%	144.000							
							7.955	480.490							
134+300	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.1	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.6	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.7	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.8	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		480	m2											
134+300	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	7.690	m2	1.717%	7.690		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	1	3.000	und	0.082%	0.368							
	AHUELLAMIENTO (1.5)	AH	A	1	4.000	ml	0.536%	2.400							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	358.222	m2	80.00%	358.222							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	89.556	m2	20.00%	89.556							
							10.090	448.145							
134+400	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.7	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.13	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.6	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.48	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		447.78	m2											
134+400	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	0.450	m2	0.107%	0.450		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	1	1.000	und	0.029%	0.123							
	AHUELLAMIENTO (1.5)	AH	A	1	2.000	ml	0.286%	1.200							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	336.000	m2	80.00%	336.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	84.000	m2	20.00%	84.000							
							1.650	420.123							
134+500	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.6	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		3.60	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.4	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.20	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		420.00	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+500	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	4.500	m2	1.164%	4.500		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	2	7.000	und	0.222%		0.858						
	AHUELLAMIENTO (1.5CM)	AH	A	1	2.000	ml	0.310%	1.200							
	PERDIDA DE PELICULA UGANTE	PL	B	2	154.667	m2	40.00%		154.667						
134+600			4.4	m			5.700	155.524							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.4	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.00	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		3.2	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		3.87	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		386.67	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+500	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	4.500	m2	1.164%	4.500		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	2	7.000	und	0.222%		0.858						
	AHUELLAMIENTO (1.5CM)	AH	A	1	2.000	ml	0.310%	1.200							
	PERDIDA DE PELICULA UGANTE	PL	B	2	154.667	m2	40.00%		154.667						
134+600			4.4	m			5.700	155.524							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.4	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.00	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		3.2	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		3.87	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		386.67	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+600	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	5.220	m2	1.450%	5.220		0	1	3	0	3	REGULAR
	HUECOS	H	B	2	6.000	und	0.204%		0.735						
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	72.000	m2	20.00%		72.000						
	PERDIDA DE PELICULA UGANTE	PL	B	2	144.000	m2	40.00%		144.000						
134+700			3.2	m			5.220	216.735							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		3.2	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		3.80	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		3.8	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		3.60	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		360.00	m2											

PROGRESIVA	TIPO DEDAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+700	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	11.250	m2	3.068%	11.250		0	0	1	0	1	BUENO
	HUECOS	H	B	1	3.000	und	0.100%	0.368							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	73.333	m2	20.00%	73.333							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	146.667	m2	40.00%	146.667							
							11.250	220.367							
134+800	ANCHO DE CALZADA INICIAL		3.8	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		3.40	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		3.8	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		3.67	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		366.67	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+800	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	1.400	m2	0.296%	1.400		0	0	1	0	1	BUENO
	HUECOS	H	B	1	1.000	und	0.026%	0.123							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	189.333	m2	40.00%	189.333							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	94.667	m2	20.00%	94.667							
							1.400	284.123							
134+900	ANCHO DE CALZADA INICIAL		3.8	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.00	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.4	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.73	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		473.33	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
134+900	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	1.400	m2	0.302%	1.400		0	0	1	0	1	BUENO
	HUECOS	H	B	1	1.000	und	0.026%	0.123							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	139.000	m2	30.00%	139.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	92.667	m2	20.00%	92.667							
							1.400	231.789							
135+000	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.4	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.30	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.2	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.63	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		463.33	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+000	GRIETA LONGITUDINAL POR FATIGA	GLF	A	3	60.000	ml	36.000%	186.000		4	4	7	0	7	MALO
	HUECOS	H	B	2	6.000	und	0.142%	0.735							
	AHUELLAMIENTO (4cm)	AH	A	3	15.000	Und	1.742%	9.000							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	480.000	m2	92.90%	480.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	3	413.333	m2	80.00%	413.333							
							195.000	894.068							
135+100	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.2	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.70	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.6	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.17	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		516.67	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+100	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	10.500	m2	1.842%	10.500		0	1	3	1	4	REGULAR
	HUECOS	H	B	2	10.000	und	0.215%	1.225							
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	228.000	m2	40.00%	228.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	114.000	m2	20.00%	114.000							
								10.500	343.225						
135+200	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.6	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.70	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.8	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.70	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		570.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+200	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	0.720	m2	0.147%	0.720		0	1	3	0	3	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	147.000	m2	30.000%	147.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	98.000	m2	20.000%	98.000							
	HUECOS	H	B	1	5.000	und	0.125%	0.613							
	AHUELLAMIENTO (1.5 - 2CM)	AH	A	1	5.000	ml	0.612%	3.000							
							3.720	245.613							
135+300	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.80	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.60	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.30	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.90	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		490.00	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+300	PERDIDA DE PELICULA UGANTE	PL	B	2	136.000	m2	30.00%		136.000	2	2	3	1	4	REGULAR
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	181.333	m2	40.00%		181.333						
	HUECOS	H	B	1	1.000	und	0.027%		0.123						
	GRIETA LONGITUDINAL POR FATIGA	GLF	A	1	12.000	ml	1.588%	7.200							
	GRIETA PIEL DE COCODRILO	GPC	A	2	15.600	m2	3.44%	15.600							
	AHUELLAMIENTO (2.5 CM)	AH	A	2	3.500	ml	0.77%	3.500							
							26.300	181.456							
135+400	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.30	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.10	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.20	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.53	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		453.33	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+400	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	2.000	m2	0.476%	2.000		3	3	5	1	6	MALO
	PERDIDA DE PELICULA UGANTE	PL	B	3	378.000	m2	90.000%	378.000							
	AHUELLAMIENTO	AH	A	2	18.000	ml	2.571%	10.800							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	210.000	m2	50.000%	210.000							
	HUECOS	H	B	1	4.000	und	0.117%	0.490							
	GRIETA LONGITUDINAL POR FATIGA	GLF	A	2	12.000	ml	1.714%	7.200							
							20.000	588.490							
135+500	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.20	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.20	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.20	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.20	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		420.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+500	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	2.000	m2	0.455%	2.000		3	1	5	0	5	MALO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	3	440.000	m2	100.000%	440.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	3	308.000	m2	70.000%	308.000							
	HUECOS	H	B	1	3.000	und	0.084%	0.368							
	GRIETA PIEL DE COCODRILO	GPC	A	2	11.000	m2	2.500%	11.000							
								13.000	748.368						
135+600	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.20	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.80	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.20	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.40	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		440.00	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+600	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	2.250	m2	0.469%	2.250		0	3	3	1	4	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	240.000	m2	50.000%	240.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	3	288.000	m2	60.000%	288.000							
	HUECOS	H	B	2	10.000	und	0.255%	1.225							
	AHUELLAMIENTO (2.5CM)	AH	A	2	13.000	ml	2.708%	13.000							
135+700			4.20	m			15.250	529.225							
			5.20	m											
			5.00	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.80	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		480.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+700	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	2.370	m2	0.519%	2.370		0	0	1	1	2	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	137.000	m2	30.000%	137.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	114.167	m2	25.000%	114.167							
	HUECOS	H	B	1	5.000	und	0.134%	0.613							
135+800			5.00	m			2.370	251.779							
			4.20	m											
			4.50	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.57	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		456.67	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+800	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	1.080	m2	0.219%	1.080		0	0	1	1	2	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	197.333	m2	40.000%	197.333							
	HUECOS	H	B	1	5.000	und	0.124%	0.613							
135+900			4.50	m			1.080	197.946							
			5.00	m											
			5.30	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.93	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		493.33	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
135+900	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	0.900	m2	0.173%	0.900		0	1	3	0	3	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	104.000	m2	20.000%	104.000							
	AHUELLAMIENTO 2CM	AH	A	1	5.000	ml	0.577%	3.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	1	52.000	m2	10.000%	52.000							
	HUECOS	H	B	3	18.000	und	0.424%	2.205							
136+000			5.30	m			3.900	158.205							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.30	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.10	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.20	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.20	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		520.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+000	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	148.160	m2	30.867%	148.160		0	1	3	0	3	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	192.000	m2	40.000%	192.000							
	AHUELLAMIENTO 2CM	AH	A	1	4.000	ml	0.500%	2.400							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	72.000	m2	15.000%	72.000							
	HUECOS	H	B	3	15.000	und	0.383%	1.838							
136+100			5.20	m			150.560	265.838							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.20	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.80	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.40	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.80	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		480.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+100	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	12.550	m2	2.493%	12.550		0	0	1	1	2	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	201.333	m2	40.000%	201.333							
136+200			4.40	m			12.550	201.333							
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.40	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.70	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.00	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.03	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		503.33	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+200	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	3	181.920	m2	32.486%	181.920		0	0	1	1	2	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	168.000	m2	30.000%	168.000							
	PERDIDA DE AGREGADOS	PA	B	2	112.000	m2	20.000%	112.000							
	GRIETA TRANSVERSAL DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN	GTJ	B	1	11.200	ml	1.200%	6.720							
	HUECOS	H	B	1	5.000	und	0.109%	0.613							
							181.920	287.333							
136+300	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.00	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		6.20	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.60	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.60	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		560.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+300	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	3	122.200	m2	20.538%	122.200		0	0	1	1	2	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	178.500	m2	30.000%	178.500							
							122.200	178.500							
136+400	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.60	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.95	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		6.30	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.95	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		595.00	m2											
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+400	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	3	91.200	m2	14.951%	91.200		0	1	3	1	4	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	122.000	m2	20.000%	122.000							
	AHUELLAMIENTO (2CM)	AH	A	1	5.000	ml	0.492%	3.000							
							94.200	122.000							
136+500	ANCHO DE CALZADA INICIAL		6.30	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		6.10	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.90	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		6.10	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		610.00	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+500	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	328.000	m2	57.209%	328.000		0	2	3	1	4	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	114.667	m2	20.000%	114.667							
	AHUELLAMIENTO (1.5- 3CM)	AH	A	2	10.000	mI	1.047%	6.000							
								334.000	114.667						
136+600	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.90	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.80	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.50	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.73	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		573.33	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+600	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	1	101.500	m2	17.965%	101.500		0	2	3	1	4	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	141.250	m2	25.000%	141.250							
	AHUELLAMIENTO (3 CM)	AH	A	2	6.000	mI	0.637%	3.600							
								105.100	141.250						
136+700	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.50	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		5.65	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		5.80	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		5.65	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		565.00	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+700	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	215.000	m2	46.071%	215.000		0	1	3	1	4	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	70.000	m2	15.000%	70.000							
	AHUELLAMIENTO (1.5)	AH	A	1	8.000	mI	1.029%	4.800							
								219.800	70.000						
136+800	ANCHO DE CALZADA INICIAL		5.80	m											
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.10	m											
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.10	m											
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.67	m											
	LONGITUD DE TRAMO		100	m											
	ÁREA DE TRAMO		466.67	m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
136+800 136+900	AHUELLAMIENTO(1.5)	AH	A	1	9.000	ml	1.317%	5.400		0	1	3	0	3	REGULAR
							5.400		0.000						
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.10		m										
	LONGITUD DE TRAMO		100		m										
ÁREA DE TRAMO		410.00		m2											
136+900 137+000	AHUELLAMIENTO (1.5)	AH	A	1	10.000	ml	1.440%	6.000		0	1	3	0	3	REGULAR
							6.000		0.000						
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.30		m										
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.17		m										
	LONGITUD DE TRAMO		100		m										
ÁREA DE TRAMO		416.67		m2											
137+000 137+100	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	107.320	m2	25.757%	107.320		0	0	1	0	1	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	125.000	m2	30.000%		125.000						
							107.320		125.000						
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.30		m										
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.17		m										
LONGITUD DE TRAMO		100		m											
ÁREA DE TRAMO		416.67		m2											
137+100 137+200	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	394.200	m2	88.254%	394.200		0	0	1	1	2	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	134.000	m2	30.000%		134.000						
							394.200		134.000						
	ANCHO DE CALZADA INICIAL		4.10		m										
	ANCHO DE CALZADA MEDIA		4.50		m										
	ANCHO DE CALZADA FINAL		4.80		m										
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO		4.47		m										
LONGITUD DE TRAMO		100		m											
ÁREA DE TRAMO		446.67		m2											

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
137+200	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	48.000	m2	10.909%	48.000		0	0	1	0	1	BUENO
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	176.000	m2	40.000%		176.000						
								48.000	176.000						
137+300	ANCHO DE CALZADA INICIAL			4.80		m									
	ANCHO DE CALZADA MEDIA			4.40		m									
	ANCHO DE CALZADA FINAL			4.00		m									
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO			4.40		m									
	LONGITUD DE TRAMO			100		m									
	ÁREA DE TRAMO			440.00		m2									

PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
137+300	BACHES Y ZANJAS REPARADAS	B	A	2	151.750	m2	35.019%	151.750		0	1	3	0	3	REGULAR
	PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	PL	B	2	195.000	m2	45.000%		195.000						
	AHUELLAMIENTO (2CM)	AH	A	1	3.000	ml	0.415%	1.800							
								153.550	195.000						
137+400	ANCHO DE CALZADA INICIAL			4.00		m									
	ANCHO DE CALZADA MEDIA			4.40		m									
	ANCHO DE CALZADA FINAL			4.60		m									
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO			4.33		m									
	LONGITUD DE TRAMO			100		m									
	ÁREA DE TRAMO			433.33		m2									

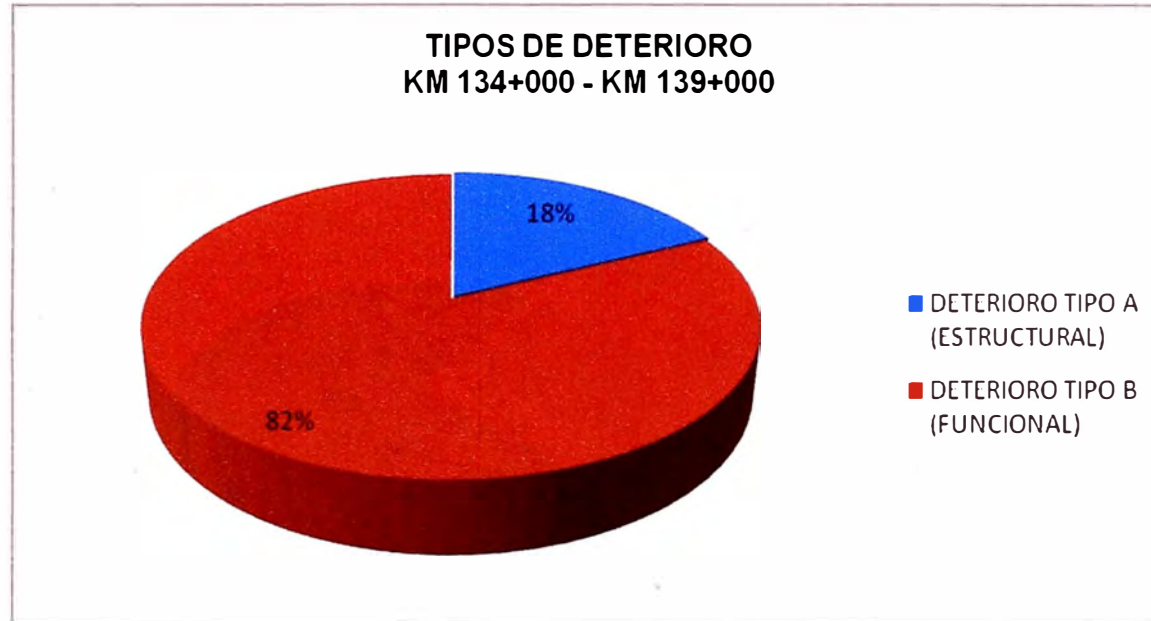
TRATAMIENTO SUPERFICIAL SLURRY SEAL															
PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO		TIPO DE DETERIORO	SEVERIDAD	Cantidad	Und	EXTENSION (%)			If	Id	Is	Corrección	Is Final	Calificación
137+400										0	0	1	0	1	BUENO
								0.000	0.000						
137+500	ANCHO DE CALZADA INICIAL			4.80		m									
	ANCHO DE CALZADA MEDIA			4.80		m									
	ANCHO DE CALZADA FINAL			4.80		m									
	ANCHO DE CALZADA PROMEDIO			4.80		m									
	LONGITUD DE TRAMO			100		m									
	ÁREA DE TRAMO			480.00		m2									

Nota: Las siguientes unidades de muestreo del Km 137+500 hasta el Km 139+000, se han considerado con las mismas características de condición del pavimento a esta última unidad, puesto que se han reconstruido la capa de protección en su totalidad.

(Fuente: Elaboración propia)

B.2 TIPOS DE DETERIOROS - KM 134+000 AL M 139+000

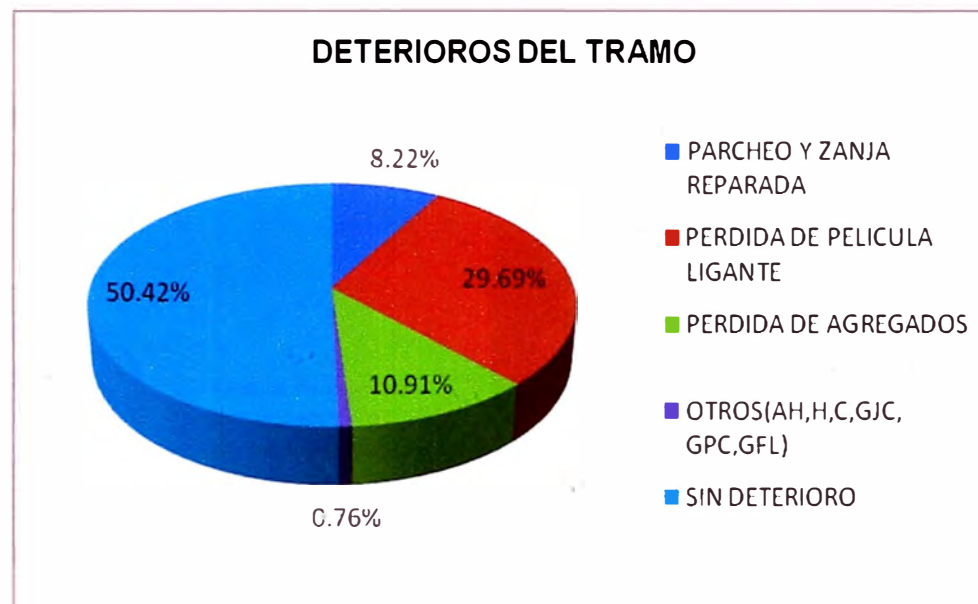
Resultados de la evaluación de tipos de deterioros, en el sector Km 134+000 al Km 139+000



Fuente: Elaboración propia

B.3 DETERIOROS - KM 134+000 AL M 139+000

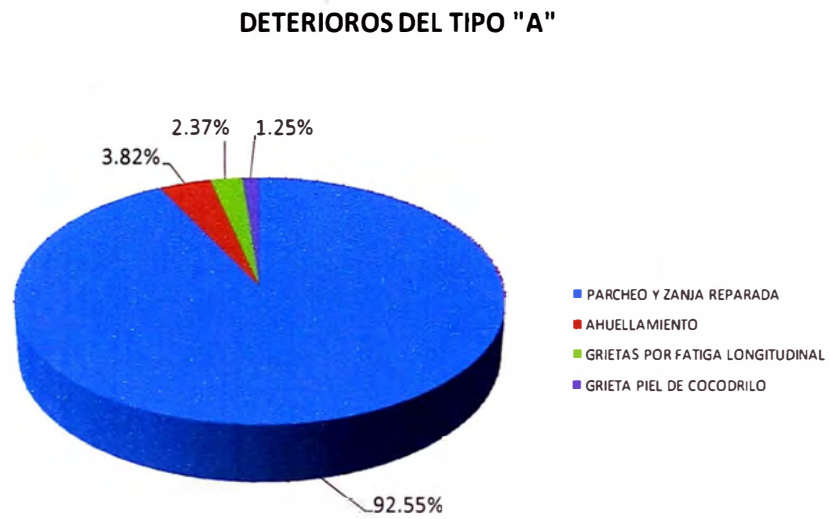
Resultados de la evaluación de deterioros, en el sector Km 134+000 al Km 139+000



Fuente: Elaboración propia

B.4 DETERIOROS DE TIPO A - KM 134+000 AL M 139+000

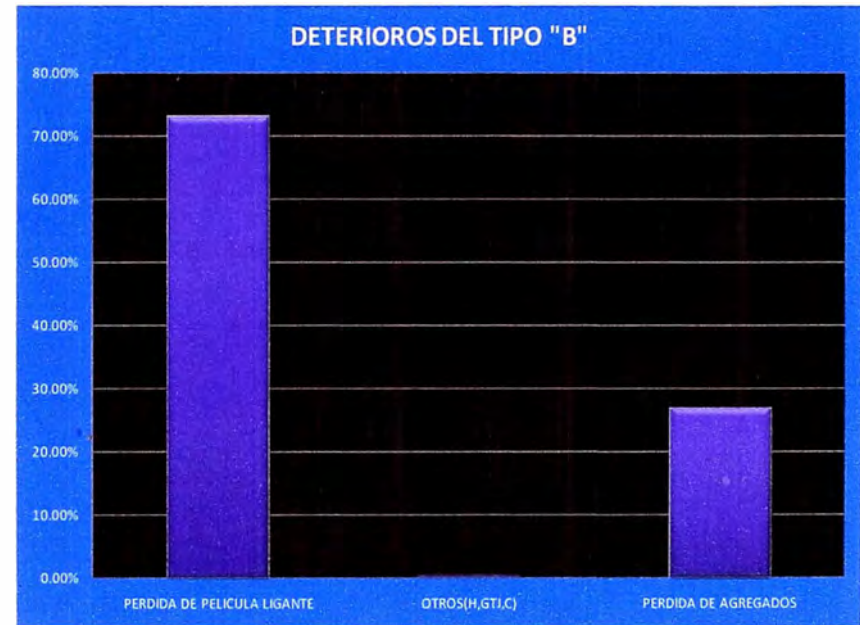
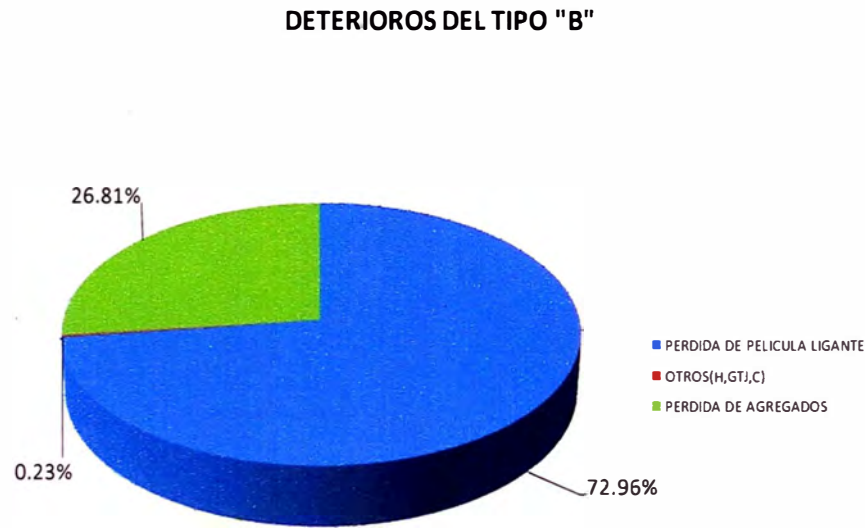
Resultados de la evaluación de deterioros tipo A, en el sector Km 134+000 al Km 139+000



Fuente: Elaboración propia

B.5 DETERIOROS DE TIPO B - KM 134+000 AL M 139+000

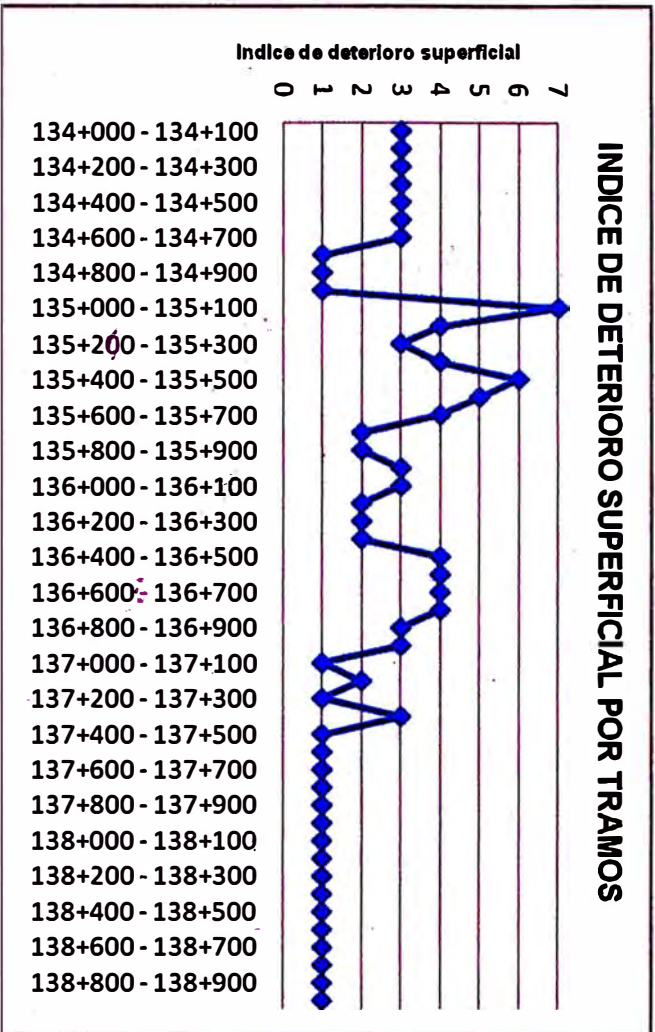
Resultados de la evaluación de deterioros tipo B, en el sector Km 134+000 al Km 139+000



Fuente: Elaboración propia

B.6 INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL POR TRAMOS - KM 134+000 AL M 139+000

Resultados de los índices de deterioro superficial, en el sector Km 134+000 al Km 139+000



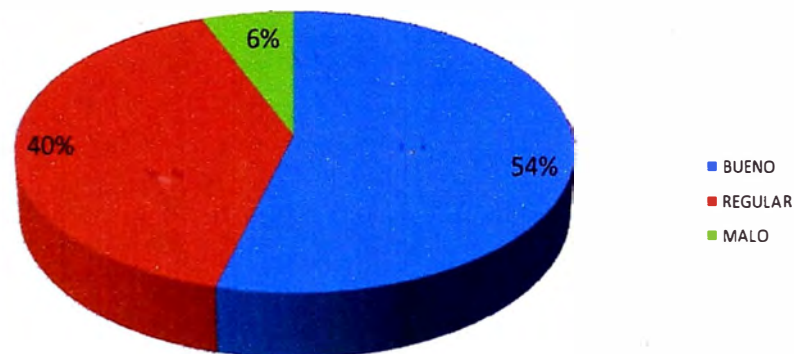
Fuente: Elaboración propia

B.7 ESTADO DE LAS UNIDADES DE MUESTREO KM 134+000 AL M 139+000

Estado de las unidades de muestreo, en el sector Km 134+000 al Km 139+000

CARRETERA CAÑETE - CHUPACA			
KM 134+000 AL KM 139+000			
CONDICION	UNIDADES DE MUESTREO	LONGITUD (m)	%
Bueno	27	2700	54.0%
Regular	20	2000	40.0%
Deficiente	3	300	6.0%
TOTAL	50	5000	100.0%

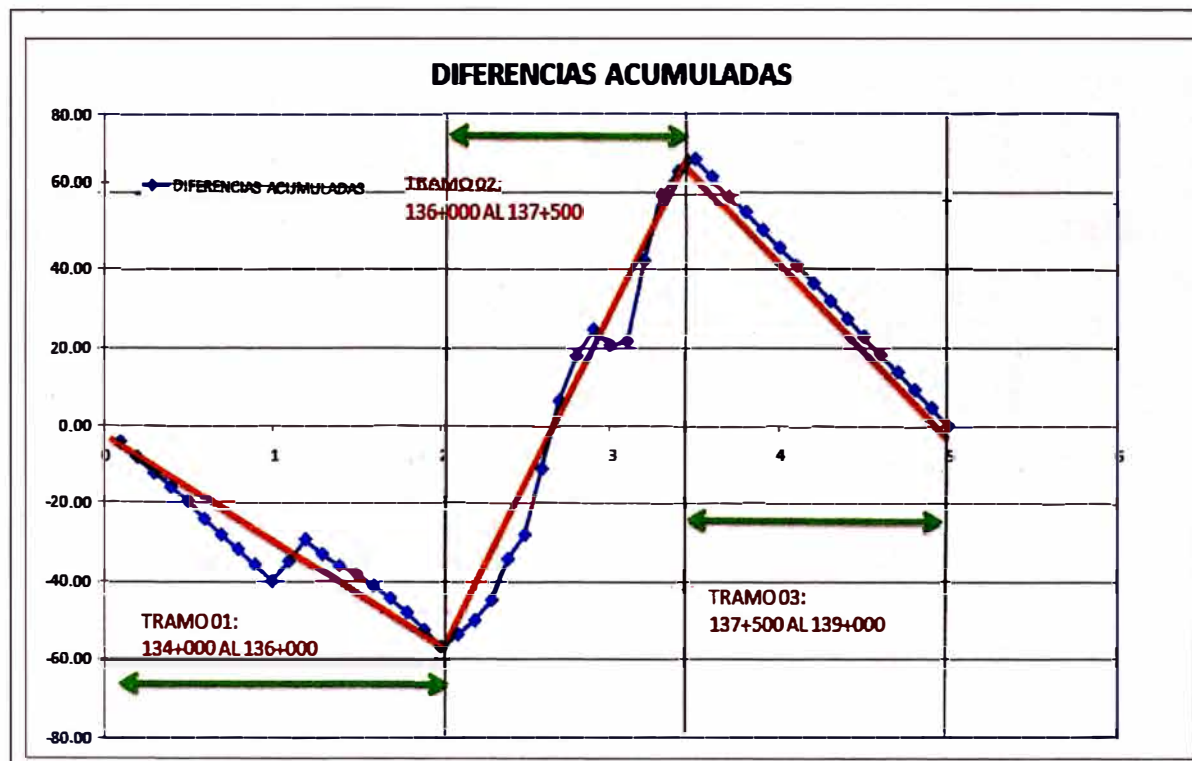
CALIFICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO EN TRAMO 134+000 AL 139+000



Fuente: Elaboración propia

B.8 DELIMITACIÓN DE UNIDADES HOMOGÉNEAS POR DIFERENCIAS ACUMULADAS KM 134+000 AL M 139+000

GRÁFICA DE PROCESAMIENTO DE DIFERENCIAS ACUMULADAS



Fuente: Elaboración Propia

B.9 ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO POR TRAMOS

- **TRAMO N° 01: Comprendido entre el Km 134+000 – Km 136+000**

Foto N° 01: Tramo 01. Km 134+000 – Km 136 +000

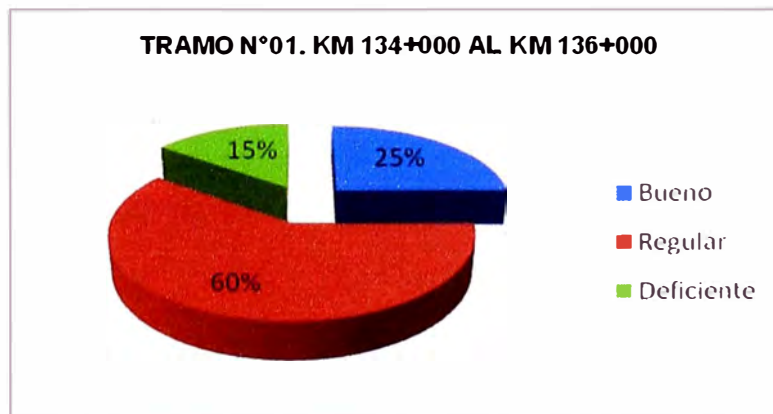


En el tramo N°01 se tiene 20 unidades de muestreo para una longitud de 2000 m correspondiente al 40% del tramo evaluado, con una calificación promedio de estado regular.

Condición Tramo N° 01. Km 134+000 al Km 136+000

TRAMO N° 01. KM 134+000 - KM 136+000	
CONDICION	N° UNIDADES
Bueno	5
Regular	12
Deficiente	3

Fuente: Elaboración propia



En el tramo N° 01 que comprende al Km 134+000 hasta el Km 136+000 para predomina el estado Regular con un 60%, Bueno con un 25% y Deficiente con un 15%.

Foto N° 02: Tramo 01. Km 134+000 – Km 136 +000



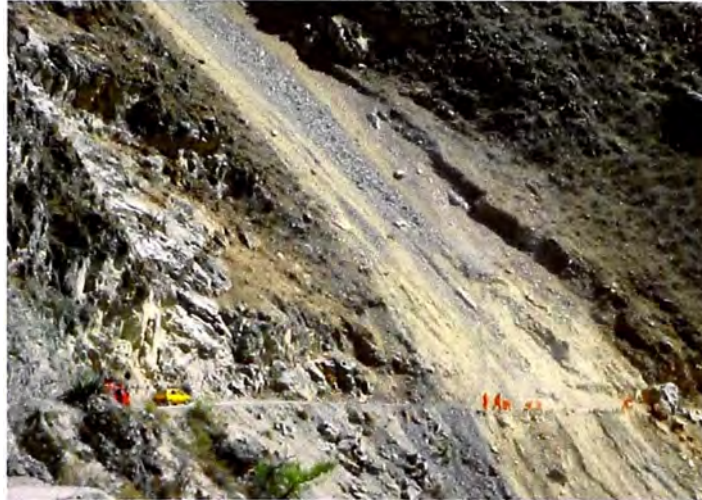
Daños más representativos Tramo Km 134+000 al Km 136+000

TIPOS DE DAÑO	UNIDAD	AREA	%AREA TOTAL
PARCHEOS Y ZANJAS REPARADAS	m2	66.13	0.71%
HUECOS	un	97	1.04%
AHUELLAMIENTO	ml	76.50	0.82%
PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	m2	5293.22	56.61%
CORRUGACIONES	ml	3.00	0.03%
PERDIDA DE AGREGADOS	m2	2429.06	25.98%
GRIETA LONGITUDINAL POR FATIGA	ml	84.00	0.90%
GRIETA PIEL DE COCODRILO	m2	26.60	0.28%
		8075.50	86.36%
AREA DEL TRAMO N° 01	9351.11	m2	

Fuente: Elaboración propia

Para este tramo de vía los daños más representativos son la pérdida de película ligante con un 56.61%, seguida de la pérdida de agregados con un 25.98%, huecos tiene un porcentaje del 1.04% y grieta longitudinal por fatiga un 0.90%. El resto de daños no son considerados por ser de mínima influencia.

Foto N° 03: Tramo 01. Km 134+000 – Km 136 +000



Cabe notar que entre el Km 135+400 al KM 135+600, se obtuvieron calificación de Malo o Deficiente, este resultado se debe a que en este sector en el talud superior de la vía hay presencia de deslizamientos de rocas sueltas, que afecta en forma considerable la vía.

- **TRAMO N° 02: Comprendido entre el Km 136+000 – Km 137+500**

Foto N° 04: Tramo 02. Km 136+000 – Km 137 +500

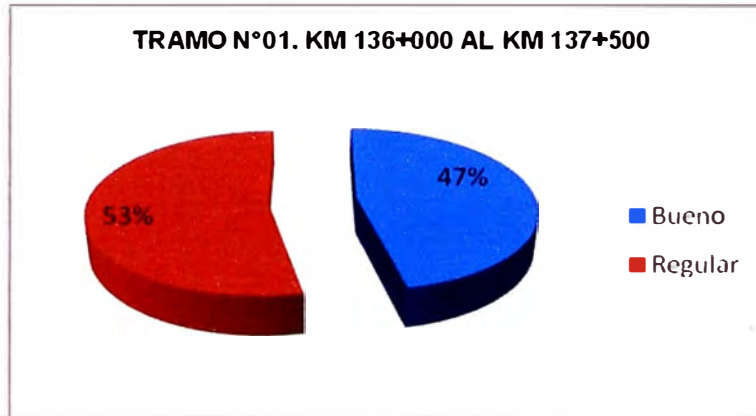


En el tramo N°02 se tiene 15 unidades de muestreo para una longitud de 1500m correspondiente al 30% del tramo evaluado, con una calificación promedio de estado regular.

Condición Tramo N° 02. Km 136+000 al Km 137+500

TRAMO N° 02. KM 136+000 - KM 137+500	
CONDICION	N° UNIDADES
Bueno	7
Regular	8
Deficiente	0

Fuente: Elaboración propia



En el tramo N° 02 que comprende al Km 136+000 hasta el Km 137+500 para predomina el estado Regular con un 53% y Bueno con un 47%.

Foto N° 05: Tramo 02. Km 136+000 – Km 137 +500



Daños más representativos Tramo Km 136+000 al Km 137+500

TIPOS DE DAÑO	UNIDAD	AREA	%AREA TOTAL
PARCHEOS Y ZANJAS REPARADAS	m2	1901.80	20.34%
HUECOS	un	20.00	0.21%
AHUELLAMIENTO	ml	52.00	0.56%
PERDIDA DE PELICULA LIGANTE	m2	1817.75	19.44%
PERDIDA DE AGREGADOS	m2	184.00	1.97%
GRIETA TRANSVERSAL DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN	ml	11.20	0.12%
		3986.75	42.63%
AREA DEL TRAMO N° 02	7396.67	m2	

Fuente: Elaboración propia

Para este tramo de vía los daños más representativos son parcheos con un 20.34%, seguida de la pérdida de película ligante con un 19.44% y pérdida de agregados tiene un porcentaje del 1.97%. El resto de daños no son considerados por ser de mínima influencia.

- **TRAMO N° 03: Comprendido entre el Km 137+500 – Km 139+000**

Foto N° 06: Tramo 03. Km 137+500 – Km 139 +000



En el tramo N°03 se tiene 15 unidades de muestreo para una longitud de 1500m correspondiente al 30% del tramo evaluado, con una calificación de estado bueno. Cabe indicar que este tramo fue rehabilitado en su totalidad; se reemplazo la capa de protección monocapa por slurry seal.

Foto N° 07: Tramo 03. Km 137+500 – Km 139 +000



ANEXO C

MODELOS DE DETERIORO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

C.1. MODELO DEL AGRIETAMIENTO

- **Modelo desarrollado por el HDM-III**

Los modelos de agrietamiento fueron desarrollados para varios tipos de superficie de pavimentos asfálticos. El modelo que se presenta a continuación predice el tiempo o tráfico esperado para el inicio del agrietamiento en un pavimento de superficie asfáltica original (es decir sin recapado):

$$TY_{CR2} = 4.21 \left(\exp \left[0.139 MSN - 17.1 \left(\frac{YE_4}{MSN^2} \right) \right] \right) \quad (1)$$

$$TE_{CR2} = 0.0342 (EHM^{-2.86}) e^{-0.198(EY)} \quad (2)$$

$$EY = \frac{1}{(EHM^4 \cdot 1000 \cdot YE_4)} \quad (3)$$

$$EY \leq 6$$

Donde:

TY_{CR2} : Edad esperada para el inicio de las grietas estrechas o grietas de clase 2 (1 a 3 mm de ancho) (años)

TE_{CR2} : Tráfico acumulado esperado para el inicio de las grietas estrechas (millones de ESALs)

MSN : Número estructural modificado

YE_4 : Carga de tráfico anual (millones de ESALs/carril/año)

EHM : Máximo esfuerzo de tensión (10^{-3})

- **Modelo desarrollado por el estudio RTIM2**

Desarrollado a partir del *Transportation and Road Research Laboratory (TRRL) Road Costs Study* en Kenya combina el inicio y la progresión del agrietamiento en una relación expresada en términos de agrietamiento y parchado, como sigue:

Si $MSN < 4$, $C+P > 0$:

$$(C+P) = 21600(NE_s) (MSN)^{-MSN} \quad (4)$$

Donde:

- C+P:** Suma de áreas de agrietamiento y parchado ($m^2/km/carril$)
MSN: Numero estructural modificado
NE_s: Trafico acumulado desde la última repavimentación (millones ESALs)

Este modelo en la forma incremental expresa la progresión del agrietamiento como:

$$\Delta(C + P) = 21600(MSN)^{-MSN} \Delta(NE_s) \quad (5)$$

La ocurrencia de la iniciación de las grietas se expresa como:

$$NCA = MAX \left[\left(4 / MSN - 1 \right), \left(MSN^{(1+MSN)} \right) \right] \quad (6)$$

Donde:

- NCA:** ESALs acumulado durante el periodo antes del inicio de las grietas (millones ESALs)

- **Modelo desarrollado por el Texas Flexible Pavement Design System**

Este modelo utiliza una curva sigmoïdal y es una modificación de la función *damage* definido por la *Test Road AASHO (American Association of State Highway Officials)*. La forma sigmoïdal o forma S espera representar el comportamiento del pavimento a largo plazo. La forma asumida para el modelo de grietas tipo piel de cocodrilo es la siguiente:

$$a = \exp(-R / N)^{\beta} \quad (7)$$

Donde:

a: Puntuación decimal para el porcentaje de área con grietas tipo piel de cocodrilo

$$R = [-0.97 + 0.039(T) + 0.0034(TI) + 0.018(d) - 0.0046(LL) + 0.0056(P1) + 0.0066(FTC)](10^6) \quad (8)$$

$$\beta = 0.14 (LL)^{1.29} (PI)^{-1.01} (FTC)^{0.21} (DMD)^{-0.39} \quad (9)$$

T: Promedio de la temperatura mensual

TI: Índice Thornthwaite

d: Espesor de la capa de base

LL: Límite Líquido de la subrasante (%)

PI.: índice de Plasticidad de la subrasante (%)

FTC: Número anual de ciclos de hielo-deshielo

DMD: Deflexión máxima medida con el equipo Dynaflect

N: Número de ejes equivalentes de carga de 18 kip

Modelos similares fueron desarrollados para el agrietamiento longitudinal y el agrietamiento transversal.

Rauhui, et al, previamente describió la forma sigmoïdal y propuso una relación para transformar el *índice damage (DI)* (una función de *damage*) a porcentaje de área agrietada (AC).

$$AC = 0.19(R)^{3.96(D)} \quad (10)$$

En resumen, las variables explicativas que se emplearon para el agrietamiento en estos estudios son el ESAL acumulado, la edad, y el número estructural. Otras variables usadas para la predicción del agrietamiento son la deflexión superficial, las características de la subrasante, y las características del medio ambiente.

C.2 MODELO DE AHUELLAMIENTO

- **Modelo desarrollado por el HDM-III**

El ahuellamiento es medida en términos de la profundidad media de la rodada y es expresada como:

$$RDM = t^{0.166} (MSN)^{0.502} (COMP)^{-2.30} (NE_4)^{ERM} \quad (11)$$

Estadísticos:

N: 2546 (N° de datos)

R²: 0.42 (Coeficiente de correlación)

SEE: 1.71 mm (Error estándar de estimación)

Donde:

$$ERM = 0.0902 + 0.0384(DEF) - 0.009(RH) + 0.00158(MMP)(A_{crx}) \quad (12)$$

RDM : Profundidad media de la rodada en ambas huellas del camino (mm)

T : Edad del pavimento desde la rehabilitación o construcción (años)

MSN : Numero estructural modificado

COMP : Índice de consolidación de pavimentos flexibles (fracción)

NE₄ (t) : Trafico acumulado en el tiempo t (millones de ESAL)

DEF : Deflexión media medida con la visa Benkelman debajo de una carga de un eje estándar de 80 kN de ambas huellas del camino. (mm)

RH : Estado de rehabilitación

1 = Si es un pavimento recubierto

0 = En Otro caso

MMP : Precipitación media mensual (mm/mes)

A_{crx} : Área de incidencia del agrietamiento (% del área total del camino)

- **Modelo desarrollado por el Texas Flexible Pavement Design System**

La forma del modelo es idéntica al modelo de agrietamiento tipo piel de cocodrilo descrito anteriormente.

$$S = \exp(-R/N)^\beta \quad (13)$$

Donde:

S : Puntuación decimal de severidad para el ahuellamiento

$$R = [3.24 - 4.89 (DMD) + 0.083(T) - 0.030(TI)](10^6) \quad (14)$$

$$\beta = 0.39 (PI)^{-0.63} (DMD)^{0.54} (T)^{1.02} \quad (15)$$

N : Número de ESALs (80 kN o 18 kip)

Como se puede ver en los modelos anteriores, en el desarrollo del ahuellamiento influyen principalmente el tráfico, el numero estructural, la deflexión y las características de la subrasante.

C. 3 MODELO DE RUGOSIDAD

- **Modelo desarrollado por la Transportation and Road Research Laboratory (TRRL)**

Un estudio conducido por la TRRL del Reino Unido en caminos pavimentados en servicio en Kenya proporcionó los datos necesarios para la actualización de los modelos de la AASHO, al establecer relaciones entre la calidad del rodado, la resistencia del pavimento, y el tráfico real (*Hodges et al, 1975; Parsley y Robinson, 1980*). El uso de pavimentos en servicio hizo posible mejorar los modelos de la AASHO. Algunas de estas mejoras son la incorporación de: (a) combinaciones de cargas de tráfico, (b) diferentes estructuras de pavimento sobre diferentes subrasantes, y (c) una variedad en la edad del pavimento. Además, en vez de usar la serviciabilidad coma una medida de la calidad del rodado, se usaron las medidas de la rugosidad en términos de IRI. De esta manera se desarrollo el siguiente modelo:

$$R_t = R_0 + F(SN)N_t \quad (16)$$

Donde:

- R_t : Rugosidad en el tiempo t
 R_0 : Rugosidad inicial en el tiempo $t = 0$
 $F(SN)$: Una función del número estructural SN
 SN : Número estructural desarrollado durante la Prueba AASHO
 N_t : Numero acumulado de ejes equivalentes (80 kN o 18000 lbs) hasta el tiempo t .

Dos principales limitaciones han sido identificadas en este modelo. En primer lugar, el modelo está basado en estructuras de pavimento constituidas por bases tratadas con cemento en un 80 %. Sin embargo las bases tratadas con cemento no son muy usadas en los Estados Unidos. En consecuencia el modelo resultante es errado porque no representa las condiciones reales. Además, las estructuras de los pavimentos tienden a ser más ligeras que los comúnmente usados en los Estados Unidos. En segundo lugar, asume el mismo valor de la rugosidad inicial para todos los tipos de pavimento. La rugosidad inicial después de la construcción está influenciada por el tipo de superficie. En consecuencia, la formulación debe tomar esto en consideración. Otro factor importante que afecta el valor de la rugosidad inicial es el espesor de la capa superficial. Como el espesor de la superficie asfáltica decrece, la rugosidad después de la construcción aumenta.

- **Modelo desarrollado por el estudio de Brazil-UNDP**

Relaciones empíricas fueron desarrolladas, a partir de la extensa base de datos del estudio Brazil — UNDP, para predecir la rugosidad en términos del índice del cuarto de coche (QI).

$$QI = 12.63 - 5.16(RH) + 3.31(ST) + 0.93(AGE) + 8.66\left(\frac{LN}{MSN}\right) + 7.17(10^{-5})(B.LN)^2 \quad (17)$$

Donde:

- RH** : Estado de rehabilitación:
= 0, sin rehabilitación (como construido)
= 1, recubierto
- ST** : Tipo de superficie
= 0, Concreto asfáltico
= 1, Tratamiento asfáltico
- AGE** : Número de años desde la construcción o recapado
- LN** : \log_{10} de ejes equivalentes acumulado
- MSN** : Numero estructural modificado
- B** : Deflexión de la viga Benkelman (0.01 mm)

ANEXO D INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA MODELIZACIÓN

D.1 INFORMACIÓN BÁSICA

- Tránsito

VOLUMEN DIARIO CLASIFICADO ESTACIÓN (E4) ZÚÑIGA-DV. YAUYOS - SAN JOSÉ DE QUERO

Tipo de Vehículo	Zúñiga-Dv, Yauyos- San José de Quero	San José de Quero-Dv, Yauyos- Zúñiga	Ambos	%
Auto	0	1	1	2%
Camioneta	10	10	20	38%
C.R.	2	2	4	8%
Micro	0	0	0	0%
Ómnibus 2	4	4	8	15%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	4	5	9	17%
Camión 3 Ejes	7	4	11	21%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitraylers	0	0	0	0%
Traylers	0	0	0	0%
TOTAL	27	26	53	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Tráfico 2008-ICGSA

PROYECCIONES DE TRÁFICO TRAMO CATAHUASI – ALIS

Carretera: CAÑETE - LUNAHUANA - PACARAN - ZUNIGA - DV. YAUYOS - CHUPACA
Tramo: Catahuasi - Alis Tramo IV
Estación: E -4

TIPO	Año	2008	2009		2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Tasa	T. Total		Tasa						
Auto	1.014			1.014	1	1	1	1	1	1
Pick up	1.014			1.014	22	22	23	23	23	24
Panel	1.014			1.014	2	2	3	3	3	3
Camioneta Rural	1.014			1.014	5	5	5	5	5	5
Microbus	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	1.014			1.014	10	10	10	10	10	11
Bus 3E	1.014			1.014	0	0	0	0	0	0
Carrión 2E L	1.037			1.037	6	7	7	7	7	8
Camión 2E P	1.037			1.037	5	5	6	6	6	6
Camión 3E	1.037			1.037	14	15	15	16	16	17
Camión 4E	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
2S2	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
2S3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
3S2	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
3S3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
2T3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
3T3	1.037			1.037	0	0	0	0	0	0
Total		0	0		66	68	69	71	73	74

Fuente: Informe de suficiencia. *Christian Paul Muñoz Chacaltana*

• **Rugosidad**

TRAMO TOTAL : DEL 79+500 AL 138+935
CARRIL DE ENSAYO : DERECHO
CARPETA DE RODADURA : TRATAMIENTO SUPERFICIAL MONOCAPA

CODIGO DEL ARCHIVO	TRAMO		DISTANCIA	IRI	FECHA DE ENSAYO
	PROG. INICIAL	PROG. FINAL			
I - 92	134+500	134+900	A 1.00m del borde	4.49	09/07/2009
I - 93	135+500	135+900	A 1.00m del borde	3.93	09/07/2009
I - 94	136+590	136+990	A 1.00m del borde	5.03	09/07/2009
I - 95	137+300	137+700	A 1.00m del borde	4.73	09/07/2009
I - 96	138+535	138+935	A 1.00m del borde	4.46	09/07/2009

Fuente: Monitoreo realizado por la FIC-UNI y MTC (Avance del contratista)

• **Diseño**





ESTADO SITUACIONAL DE LOS TRAMOS - ENERO 2010

TRAMO INICIAL	km inicio	TRAMO FINAL	km fin	LONGITUD DEL SUB-TRAMO	TIPO DE PLATAFORMA	N° TRAMOS	KM x TRAMOS
CAÑETE	1+805	LUNAHUANA	42+755	40+950	CARPETA ASFALTICA	1	40+950
LUNAHUANA	42+755	PACARAN	54+662	11+907	TSB (3/4 Y 3/8)	2	11+907
PACARAN	54+662	ZUÑIGA	58+405	3+743	SLURRY SEAL	3	24+143
ZUÑIGA	58+405	SAN JUAN	67+405	9+000			
SAN JUAN	67+405	SAN JERONIMO	73+005	5+600			
SAN JERONIMO	73+005	CATAHUASI	78+805	5+800			
CATAHUASI	78+805	CHICHICAY	93+915	15+110	MONOCAPA	4	86+100
CHICHICAY	93+915	CAPILLUCAS	96+445	2+530			
CAPILLUCAS	96+445	CALACHOTA	106+845	10+400			
CALACHOTA	106+845	PUENTE AUCCO	114+605	7+760			
PUENTE AUCCO	114+605	DV. YAUYOS MAGDALENA	128+805	14+200			
DV. YAUYOS MAGDALENA	128+805	TINCO HUANTAN	142+165	13+360			
TINCO HUANTAN	142+165	LLAPAY	156+105	13+940			
LLAPAY	156+105	ALIS	164+905	8+800			
ALIS	164+905	TOMAS	172+895	7+990	SLURRY SEAL	5	62+095
TOMAS	172+895	TINCO YAURICOCHA	183+485	10+590			
TINCO YAURICOCHA	183+485	ABRA CHAUCHA	195+315	11+830			
ABRA CHAUCHA	195+315	ABRA NEGROBUENO	213+125	17+810			
ABRA NEGROBUENO	213+125	S/N	227+000	13+875	SLURRY SEAL	6	26+000
S/N	227+000	SAN JOSE DE QUERO	231+105	4+105			
SAN JOSE DE QUERO	231+105	CHAQUICOCHA	241+405	10+300			
CHAQUICOCHA	241+405	COLLPA	248+005	6+600			
COLLPA	248+005	S/N	253+000	4+995	SLURRY SEAL	7	3+990
S/N	253+000	RONCHA	256+990	3+990			
RONCHA	256+990	CHUPACA	273+531	16+541	CARPETA ASFALTICA	8	16+541
TOTAL				271+726			271+726

Fuente: Monitoreo realizado por la FIC-UNI y MTC (Avance del contratista)

• **Obras de drenaje superficial**

UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS

0050	133+755	48"	Concreto	Construida		16/07/2009
0051	134+455	48"	Concreto	Construida		16/07/2009
0052	134+895	-	-	Proyectada		16/07/2009
0053	136+592	-	-	Proyectada		16/07/2009

Fuente: Monitoreo realizado por la FIC-UNI (Auditoria Vial)

ANEXO E PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 01: Demarcación de las unidades de muestreo (cada 100 m) - Km 134+000 al Km 134+100)



FOTO 02: Medición de la profundidad de los deterioros (huecos) en el Km 135+300 al Km 135+400



FOTO 03: Rehabilitación de superficie de protección en el Km 137+400 al Km 139+000



FOTO 04: Sector crítico, talud superior inestable en el Km 135+400 al Km 135+600