

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO MEDIANTE EL MÉTODO PCI APLICANDO EL SOFTWARE EVALPAV PARA DETERMINAR EL ESTADO DE CONDICIÓN DE LA VÍA DEL TRAMO LIMA-CHOSICA-PUENTE RICARDO PALMA, 2019”.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

Autor:

Steve Jesús Romero Villegas

Asesor:

Mg. Aldo Juan Poma Zumaran

Lima - Perú

2021

## DEDICATORIA

A Dios quien fue proveedor de las fuerzas  
necesarias y por estar conmigo en cada paso que  
doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi  
mente.

A mis padres y mi familia, quien siempre me  
apoyaron y me guiaron para obtener esta meta,  
estuvieron conmigo en los buenos y malos  
momentos.

## AGRADECIMIENTO

Siempre resulta difícil agradecer a aquellas personas que han colaborado con un proceso, porque nunca alcanza el tiempo, el papel o la memoria para mencionar todos los créditos y méritos a quienes se lo merecen

En primer lugar, decir MUCHAS GRACIAS a mi alma mater a la “Universidad Privada del Norte” y sus docentes en general que con sus enseñanzas del día a día en las aulas, nos dieron tanto de ellos para poder llegar a esta etapa.

En segundo lugar, agradecer al Ing. Edgar Dongo Gamboa, Coordinador General de la empresa ITINERIS PERU S.A, por ser un excelente líder, por transmitir sus conocimientos y por la confianza depositada en mi persona.

En tercer lugar, pero no menos importante agradecer al Ing. Aldo Juan Poma Zumaran, como asesor del presente trabajo, por su apoyo incondicional en la ejecución del presente.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 ¿Quiénes somos?.....	11
1.2 Misión.....	12
1.3 Visión.....	12
1.4 Tecnología y Equipos .....	13
1.4.1 FWD 150 (Deflectometro de impacto pesado).....	13
1.4.2 LWD (Deflectometro de Impacto Liviano).....	14
1.4.3 Auscultación de fallas (Video).....	15
1.5 Proyectos y clientes .....	17
1.6 Cargo en la Empresa y función en los proyectos .....	27
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO .....</b>	<b>29</b>
2.1 Pavimento.....	29
2.2 Partes del pavimento.....	30
2.3 Tipos de pavimentos.....	31
2.3.1 Pavimento flexible.....	31
2.3.2 Pavimento rígido.....	32
2.3.3 Pavimento Semirrígido.....	33
2.4 Evaluación de Pavimentos.....	35
2.5 Tipos de evaluación de pavimentos.....	35
2.5.1 Evaluación Superficial.....	35
2.5.2 Evaluación Estructural .....	36
2.5.3 Evaluación Funcional .....	38
2.6 Tipos de falla en pavimentos .....	39
2.6.1 Piel de Cocodrilo .....	39
2.6.2 Exudación.....	40
2.6.3 Agrietamiento en bloque .....	41
2.6.4 Abultamientos y hundimientos.....	42
2.6.5 Corrugación.....	43
2.6.6 Depresión .....	44
2.6.7 Grieta de borde.....	45
2.6.8 Grieta de reflexión de junta.....	46
2.6.9 Desnivel carril .....	47
2.6.10 Grietas longitudinales y transversales.....	48

2.6.11	<i>Parcheo</i> .....	50
2.6.12	<i>Agregado pulido</i> .....	51
2.6.13	<i>Huecos</i> .....	52
2.6.14	<i>Cruce de vía férrea</i> .....	54
2.6.15	<i>Ahuellamiento</i> .....	55
2.6.16	<i>Desplazamiento</i> .....	57
2.6.17	<i>Grietas parabólicas</i> .....	58
2.6.18	<i>Hinchamiento</i> .....	59
2.6.19	<i>Desprendimiento de agregados</i> .....	60
2.7	Metodología Pavement Condition Índice (Índice de Condición del Pavimento) .....	61
2.7.1	<i>Introducción</i> .....	61
2.7.2	<i>Índice de Condición del Pavimento (PCI)</i> .....	61
2.7.3	<i>Unidades de muestreo</i> .....	62
2.7.4	<i>Determinación de las unidades de muestreo para evaluación</i> .....	63
2.8	Evaluación de la condición .....	64
2.9	Software para el cálculo del PCI.....	65
2.9.1	<i>Evalpav</i> .....	65
2.9.2	<i>UnalPCIA 2.0</i> .....	67
2.9.3	<i>MicroPaver</i> .....	67
2.10	Limitaciones del proyecto y problema laboral ejecutado .....	68
2.11	Definición de términos básicos .....	70
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b>		<b>72</b>
3.1	Descripción del proyecto .....	72
3.2	Ubicación del Proyecto .....	73
3.3	Definiciones de carril.....	76
3.4	Determinación de las unidades de muestreo para evaluación .....	77
3.5	Actividades realizadas en la experiencia profesional .....	81
3.5.1	<i>Documentos referenciales</i> .....	81
3.5.2	<i>Modelo de solución del proyecto</i> .....	82
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>		<b>96</b>
4.1	RESULTADOS .....	96
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES.....</b>		<b>106</b>
GENERAL: .....		106
ESPECIFICAS .....		106
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>109</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>114</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de tipo de severidades para los huecos según Vásquez Valera (2002) .....	52
Tabla 2 Rangos de clasificación del Pavement Condition Index (PCI) .....	62
Tabla 3 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas .....	63
Tabla 4 Tabla de longitudes de los tramos 1,2,3,4 y 5 .....	74
Tabla 5 Tabla de información de calzada, carriles y tipo de estructura en los tramos 1,2,3,4 y 5 .....	74
Tabla 6 Longitud de los tramos 1,2,3,4,5 .....	75
Tabla 7 Determinación de secciones de muestreo. Tramos 1, 2, 3, 4 y 5 .....	78
Tabla 8 Ubicación de unidades de muestreo. Tramos 1, 2, 3, 4 y 5. ....	79
Tabla 9 Tabla de valores PCI promedio, mínimo y máximo de los tramos 1,2,3,4,5 .....	96
Tabla 10 Tabla de valores de los resultados de cada unidad de muestra .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Logo de Itineris Perú S.A.....	11
Figura 2 Organigrama de la empresa ITINERIS PERU S.A. Fuente: Elaboración propia. ....	12
Figura 3 Imagen del deflectometro FWD. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S: A Fuente: Elaboración propia .....	13
Figura 4 Imagen del deflectometro liviano de impacto LWD. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S: A. Fuente: Elaboración propia .....	14
Figura 5 Método de auscultación de fallas por video. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S.A.....	15
Figura 6 Registro de fallas que recolecta la cámara, de esta manera se cuantifica el daño y su severidad. ....	15
Figura 7 Georradar de la casa MALA. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S.A .....	16
Figura 8 Desarrollo del trabajo de campo del Georradar de la empresa ITINERIS PERU S.A.....	16
Figura 9 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Laran- Pomalca para Geoconsult .....	17
Figura 10 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Laran- Pomalca para Geoconsult .....	17
Figura 11 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Puente Cumbil – Santa Cruz para Geoconsult .....	18
Figura 12 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Puente Cumbil – Santa Cruz para Geoconsult .....	18
Figura 13 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Chota – Cutervo para Geoconsult .....	19
Figura 14 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Puente Chota – Cutervo para Geoconsult .....	19
Figura 15 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Puente Cumbil – Santa Cruz para Geoconsult. Fuente: Elaboración propia .....	20
Figura 16 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Cochabamba – Cutervo para Geoconsult Ingenieros y Consultores. Fuente: Elaboración propia .....	20
Figura 17 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el KM 877+00 al KM 902+000 de la ruta PE-1S para la Concesionaria Peruana de Vías Covinca S.A Fuente: Elaboración propia	21
Figura 18 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el KM 877+00 al KM 902+000 de la ruta PE-1S para Covinca S.A Fuente: Elaboración propia .....	21
Figura 19 Trabajos de evaluación estructural mediante el deflectometro de impacto FWD en el tramo Paimas – Pampa de Lobos para la empresa IHACSAC Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 20 Trabajos de evaluación estructural mediante el deflectometro de impacto FWD en el tramo Paimas – Pampa de Lobos para la empresa IHACSAC Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 21 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Lircay - Ayacucho para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia.....	23
Figura 22 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Lircay - Ayacucho para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia.....	23
Figura 23 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Ayacucho – Desvió Ocos para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia .....	24
Figura 24 Trabajos de deflectometria Liviana en el tramo Ayacucho – Desvió Ocos para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia. ....	24
Figura 25 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia .....	25
Figura 26 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia .....	25
Figura 27 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia .....	26
Figura 28 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia .....	26
Figura 29 Evaluación estructural mediante el deflectometro de impacto FWD en la Av. Santa Rosa – Callao, en esta imagen se tomó con los 02 ingenieros, uno por parte de la empresa ejecutora y la otra parte de supervisión. Fuente: Elaboración propia .....	28
Figura 30 Trabajos de Evaluación estructural mediante el deflectometro de impacto FWD en la Av. Santa Rosa Callao Fuente: Elaboración propia .....	28
Figura 31 Imagen de la estructura de un pavimento Fuente: Sánchez Sabogal (2006).....	30
Figura 32 Partes de la estructura de un pavimento flexible Fuente: Montejo Fonseca (2002).....	31
Figura 33 Partes de la estructura del pavimento rígido Fuente: Montejo Fonseca (2002).....	33
Figura 34 Partes de la estructura de un pavimento semirrígido. Fuente: Manual de conservación vial MTC, 2013. ....	34
Figura 35 Clasificación de Métodos para la Evaluación Estructural de un Pavimento Fuente: Thenoux y Gaete (2012).....	36
Figura 36 Deflectometro de impacto FWD en pavimento asfaltico Fuente: Elaboración propia.....	37

Figura 37 Deflectometro liviano de impacto LWD en afirmado Fuente: Elaboración propia .....	37
Figura 38 Evaluación funcional mediante Perfilómetro laser IRI en pavimento asfaltico Fuente: Elaboración propia .....	38
Figura 39 Falla tipo piel de cocodrilo en nivel de severidad media Fuente: Manual de Carreteras Conservación Vial MTC (2013) .....	39
Figura 40 Falla tipo exudación en pavimento flexible en nivel de severidad alto Fuente: Manual de Carreteras Conservación Vial MTC (2013).....	40
Figura 41 Falla de agrietamiento en bloque en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	41
Figura 42 Falla de hundimiento en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	42
Figura 43 Imagen con falla de corrugación en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	43
Figura 44 Falla de depresión en nivel de severidad media Fuente: Vásquez Valera (2002).....	44
Figura 45 Falla de reflexión de junta en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	46
Figura 46 Falla tipo desnivel-carril en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	47
Figura 47 Fallas de grietas longitudinales y transversales en pavimento asfaltico con nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	49
Figura 48 Fisura longitudinal en pavimento asfaltico en severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	49
Figura 49 Falla tipo parcheo en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	50
Figura 50 Falla tipo agregado pulido en pavimentos asfalticos. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	51
Figura 51 Falla tipo Hueco en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	53
Figura 52 Falla tipo hueco en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	53
Figura 53 Falla tipo cruce de via férrea en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	54
Figura 54 Esquema de la falla tipo ahuellamiento Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010).....	55
Figura 55 Falla tipo ahuellamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	56
Figura 56 Falla tipo ahuellamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad alta . Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	56
Figura 57 Falla tipo desplazamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	57
Figura 58 Fala tipo grieta parabólica en pavimento asfaltico en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	58
Figura 59 Falla tipo hinchamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	59
Figura 60 Falla tipo desprendimiento de agregados en pavimento asfaltico en nivel de severidad alto. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) .....	60
Figura 61 Ecuación para obtener el número mínimo de unidades para el muestreo. Fuente: Vásquez Valera, 2002 .....	63
Figura 62 Software Evalpav. Fuente: Elaboración propia .....	66
Figura 63 Formato de Unidad de muestra para la recolección de datos Fuente: Elaboración propia .....	66
Figura 64 Se observa que la vía se encuentra con alto tránsito, de esta manera, dificulta el trabajo de recolección de datos. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 65 En la presente figura se observa la medida que se tomó, usar el carro de resguardo mientras se realizaba el trabajo de recolección de datos. Fuente: Elaboración propia .....	69
Figura 66 Localización del proyecto Tramo 1,2,3,4 y 5 Fuente: Google Earth .....	75
Figura 67 Definición de carriles para el tramo 1 calzada izquierda (CZI) y calzada derecha (CZD) Fuente: Elaboración propia .....	76
Figura 68 Definición de carriles para el tramo 2 calzada izquierda (CZI) y calzada derecha (CZD).....	76



Figura 69 Definición de carriles para el tramo 3 calzada única (CZU) Fuente: Elaboración propia .....	77
Figura 70 Definición de carriles para los tramos 4 y 5 calzada única (CZU).Fuente: Elaboración propia .....	77
Figura 71 Ecuación para la determinación de las unidades de muestreo Fuente: Vásquez Valera (2002) .....	77
Figura 72 Ejemplo de unidad de muestreo aleatoria para el tramo 01. Fuente: Elaboración propia .....	78
Figura 73 Planificación del trabajo del proyecto. Elaboración propia .....	82
Figura 74 Trabajos de identificación de las unidades de muestra del tramo 01 Calzada Izquierda. Fuente: Elaboración propia.....	83
Figura 75 Trabajos de identificación de las unidades de muestra del tramo 01 Calzada Derecha. Fuente: Elaboración propia .....	84
Figura 76 Trabajos de identificación de las unidades de muestra del tramo 03. Calzada única. Fuente: Elaboración propia.....	84
Figura 77 Trabajos de recolección de información en el tramo 01. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia.....	85
Figura 78 Trabajos de recolección de información en el tramo 01. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 79 Trabajos de recolección de información en el tramo 01. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 80 Trabajos de recolección de información en el tramo 02. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 81 Trabajos de recolección de información en el tramo 02. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 82 Trabajos de recolección de información en el tramo 03. Fuente: Elaboración propia .....	88
Figura 83 Trabajos de recolección de información en el tramo 03. Fuente: Elaboración propia .....	88
Figura 84 Trabajos de recolección de información en el tramo 04. Fuente: Elaboración propia .....	89
Figura 85 Trabajos de recolección de información en el tramo 04. Fuente: Elaboración propia .....	89
Figura 86 Imagen del software Evalpav. Referencia para crear un nuevo proyecto. Fuente: Elaboración propia .....	91
Figura 87 Imagen del software Evalpav. Fuente: Elaboración propia .....	91
Figura 88 Imagen del software Evalpav. Referencia para empezar la evaluación. Fuente: Elaboración propia .....	92
Figura 89 Imagen del software Evalpav. Fuente: Elaboración propia .....	92
Figura 90 Imagen del software Evalpav. Referencia para introducir las fallas con sus coordenadas y dimensiones de la unidad de muestra 01 del tramo 01 Calzada Derecha. Fuente: Elaboración propia .....	94
Figura 91 Imagen del software Evalpav. Resultados para la unidad de muestra 01 del tramo 01 Calzada Derecha Fuente: Elaboración propia .....	94
Figura 92 Imagen del software Evalpav. Referencia para introducir las fallas con sus coordenadas y dimensiones de la unidad de muestra 01 del tramo 02 Calzada Derecha. Fuente: Elaboración propia .....	95
Figura 93 Imagen del software Evalpav. Resultados para la unidad de muestra 01 del tramo 02 Calzada Derecha Fuente: Elaboración propia .....	95
Figura 94 Índice de Condición (PCI), Tramo 1- Calzada derecha (km 12+250 – km 26+500) Fuente: Elaboración propia .....	99
Figura 95 Índice de Condición (PCI), Tramo 1- Calzada izquierda (km 12+250 – km 26+500). Fuente: Elaboración propia .....	100
Figura 96 Índice de Condición (PCI), Tramo 2 – Calzada derecha (km 28+365 – km 31+520). Fuente: Elaboración propia .....	101
Figura 97 Índice de Condición (PCI), Tramo 2 – Calzada izquierda (km 28+365 – km 31+520). Fuente: Elaboración propia .....	102
Figura 98 Índice de Condición (PCI), Tramo 3 (km 34+300 – km 35+535). Fuente: Elaboración propia ...	103
Figura 99 Índice de Condición (PCI), Tramo 4 (km 35+535 – km 38+970). Fuente: Elaboración propia....	104
Figura 100 Índice de Condición (PCI), Tramo 5 (km 38+970 – km 39+500) Fuente: Elaboración propia ...	105

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se encargará de evaluar el estado actual de la vía con la aplicación de la metodología PCI (Pavement Condition Índice) en el tramo Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma, ubicado en el Departamento de Lima. Se realizó la evaluación superficial mediante la auscultación de fallas, en el proyecto “Servicio de conservación para la recuperación y/o reposición de la infraestructura vial: Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma”. El proceso de la evaluación superficial se desarrolló en dos etapas, el primero correspondiente al trabajo en campo y la segunda el trabajo de gabinete, utilizando el software EVALPAV. El estudio se realizó durante 22.6 kilómetros de superficie asfáltica, divididos en 05 tramos. A continuación, se muestra los resultados y diagnóstico.

El valor PCI promedio para el tramo 1 calzada derecha es de 48, estado regular, el valor PCI promedio para la calzada izquierda es 70, estado muy bueno, el valor PCI promedio para el tramo 2 calzada derecha es de 64, estado bueno, el valor PCI promedio para la calzada izquierda 51, estado regular, el valor PCI promedio para el tramo 3 es de 58, estado bueno, el valor PCI promedio para el tramo 4 es de 23, estado muy malo y el valor PCI promedio para el tramo 5 es de 47, estado regular.

Estos valores nos ayudaron para que la empresa pueda plantear los tipos de acciones de mantenimiento y rehabilitación que se trabajarían en la vía para recuperar su serviciabilidad.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

ITINERIS es una Empresa de Consultoría especializada en brindar servicios en la Gestión de Activos de Infraestructura y Diseño de Ingeniería; que inicio sus actividades en el Perú en abril del año 2015. Su campo principal cubre el diseño de carreteras y pavimentos, incluida la recopilación de datos, la evaluación de pavimentos, el diseño de carreteras y pavimentos, la gestión de pavimentos. Los servicios se ofrecen principalmente a Empresas privadas, tales como Concesionarias de Carreteras, Contratistas de Carreteras y Empresas de Consultoría. ITINERIS cuenta con equipos propios para la recolección de datos tales como dos Deflectometro de caída de peso, Deflectometro de peso ligero, Radar de penetración terrestre, Perfilador láser, Registrador de perfil transversal, Medidor Mu, Cámara de video.

### 1.1 ¿Quiénes somos?

Itineris Perú S.A, es una empresa de consultoría en ingeniería vial integral, especializada en estudios y diseño, asesoría, diagnóstico y gestión de infraestructura vial. Utilizando tecnología de punta, ofrecemos una destacable experiencia en el servicio de auscultación, estudios y diseño de pavimentos, diagnóstico y gestión de pavimentos, estudios de geotecnia vial, diseño geométrico de vías, ingeniería de tránsito.



Figura 1 Logo de Itineris Perú S.A  
Fuente Elaboración propia

## 1.2 Misión

Garantizar a nuestros clientes un servicio de consultoría en infraestructura vial, con altos estándares de calidad, profesionales altamente calificados y con tecnología de punta, logrando así la satisfacción de nuestros clientes.

## 1.3 Visión

Ser una empresa reconocida a nivel nacional e internacionalmente por su calidad y eficiencia área la provisión de servicios relacionados con el área de consultoría de infraestructura vial.

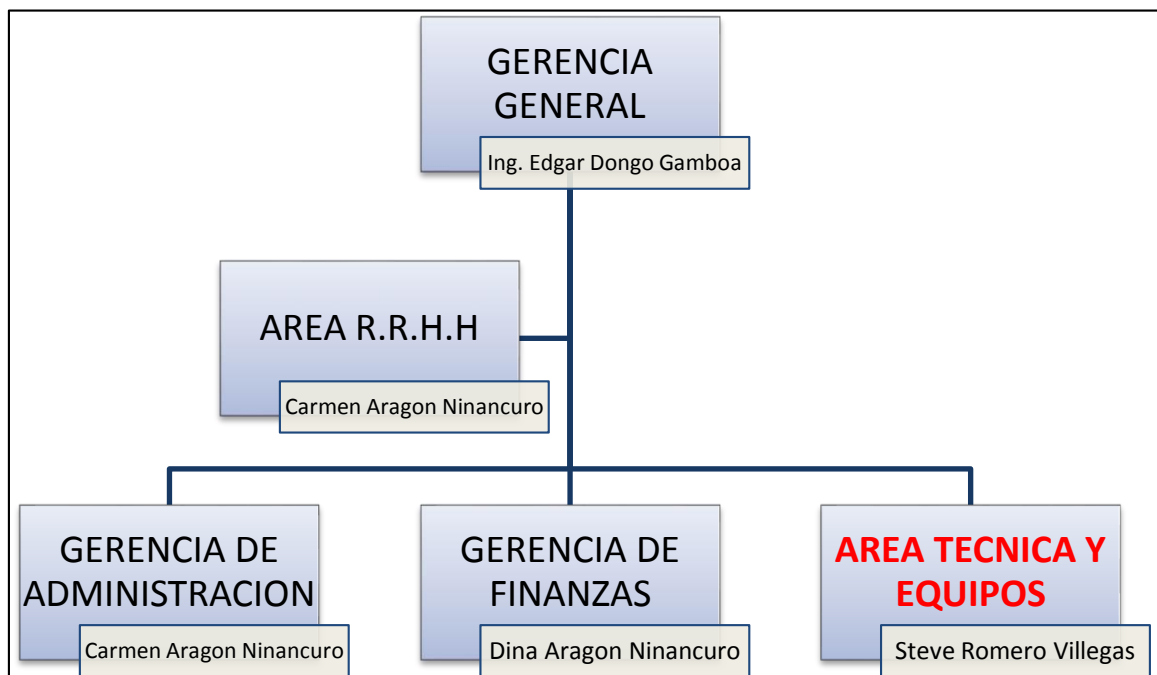


Figura 2 Organigrama de la empresa ITINERIS PERU S.A. Fuente: Elaboración propia.

## 1.4 Tecnología y Equipos

### 1.4.1 FWD 150 (Deflectómetro de impacto pesado)

Este equipo aplica una carga dinámica en el pavimento (simulando el paso de la rueda de un vehículo pesado) causada por la caída de dos masas sobre un plato circular (diámetro 0.30 m). Las deflexiones producidas son medidas por medio de un grupo de sismómetros espaciados entre sí, permitiendo la obtención de la curva completa del cuenco de deflexiones para determinar la capacidad estructural del pavimento.



Figura 3 Imagen del deflectómetro FWD. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S: A Fuente: Elaboración propia

### 1.4.2 LWD (Deflectometro de Impacto Liviano)

Mediante el LWD se puede determinar de forma rápida, fácil y segura, el módulo de la subrasante, así como valorar la calidad de los materiales granulares durante la construcción y en calzadas en servicio. El LWD tiene el mismo principio que el FWD. Cuenta con una celda de carga, con la que se valora la deformación producida por el impacto.



Figura 4 Imagen del deflectometro liviano de impacto LWD. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S: A. Fuente: Elaboración propia

### 1.4.3 Auscultación de fallas (Video)

Mediante una cámara instalada en un vehículo (viajando a velocidad de tráfico), se recolecta información superficial de pavimento, tomando imágenes estáticas de alta calidad de 3m de largo. Este equipo puede medir a velocidades de 5km/h a 80 km/h, manteniendo su alta calidad en las imágenes.



Figura 5 Método de auscultación de fallas por video. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S.A  
Fuente: Elaboración propia

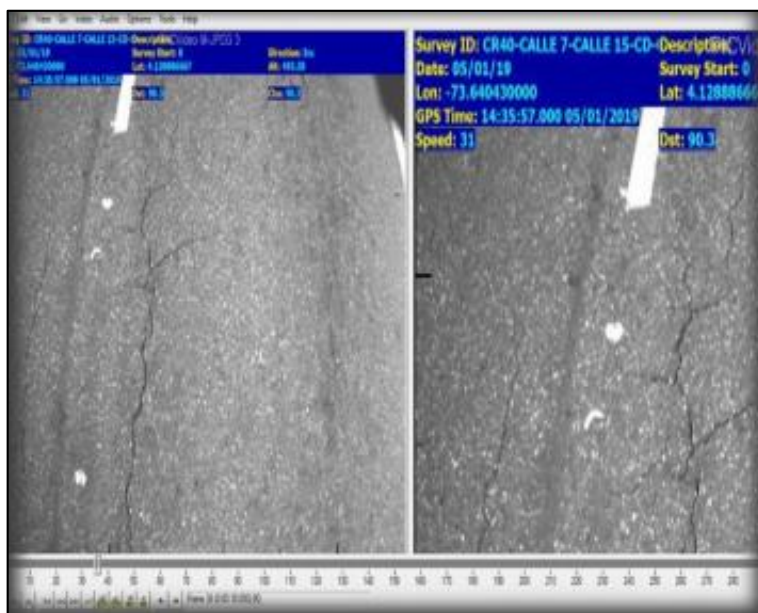


Figura 6 Registro de fallas que recolecta la cámara, de esta manera se cuantifica el daño y su severidad.  
Fuente: Elaboración propia

#### 1.4.4 Georradar

El Georradar de la casa MALA, basa su funcionamiento en la emisión y detección de ondas electromagnéticas que se propagan por un medio heterogéneo. La incidencia de esta energía en la homogeneidad del medio provoca la reflexiones, refracciones y difracción de las ondas, las cuales son captadas por la antena receptora de recibe esta energía electromagnética tras su propagación por el material, que normalmente será el subsuelo terrestre.



Figura 7 Georradar de la casa MALA. Propiedad de la empresa ITINERIS PERU S.A  
Fuente: Elaboración propia



Figura 8 Desarrollo del trabajo de campo del Georradar de la empresa ITINERIS PERU S.A  
Fuente: Elaboración propia



### 1.5 Proyectos y clientes

La empresa Itineris Perú ha participado en los últimos años en los siguientes proyectos con los siguientes clientes:

- Geoconsult Ingenieros Consultores (Evaluación funcional IRI y evaluación estructural LWD en los tramos Laran- Pomalca; Chiclayo – Cochamba; Puente el Cumbil Alto – Salida PE06 Santa Cruz Cajamarca; Chota- Cutervo PE-3NC).

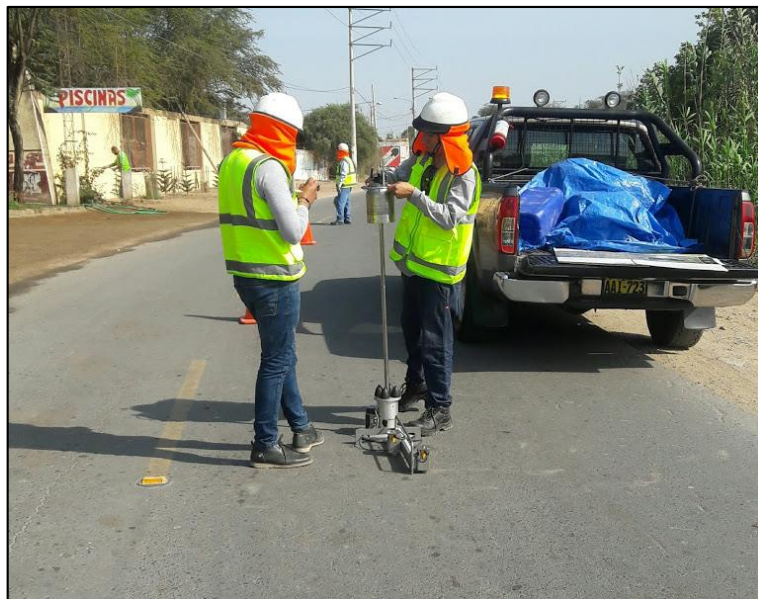


Figura 9 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Laran- Pomalca para Geoconsult  
Fuente: Elaboración propia



Figura 10 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Laran- Pomalca para Geoconsult  
Fuente: Elaboración propia



Figura 11 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Puente Cumbil – Santa Cruz para Geoconsult  
Fuente: Elaboración propia



Figura 12 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Puente Cumbil – Santa Cruz para Geoconsult  
Fuente: Elaboración propia



Figura 13 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Chota – Cutervo para Geoconsult  
Fuente: Elaboración propia



Figura 14 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Puente Chota – Cutervo para Geoconsult  
Fuente: Elaboración propia



Figura 15 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Puente Cumbil – Santa Cruz para Geoconsult. Fuente: Elaboración propia



Figura 16 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Cochabamba – Cutervo para Geoconsult Ingenieros y Consultores. Fuente: Elaboración propia

- Concesionaria Peruana de Vías – Covinca S.A (Evaluación Funcional IRI en tramo PR 877+000 al PR 902+000).



Figura 17 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el KM 877+00 al KM 902+000 de la ruta PE-1S para la Concesionaria Peruana de Vías Covinca S.A Fuente: Elaboración propia



Figura 18 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el KM 877+00 al KM 902+000 de la ruta PE-1S para Covinca S.A Fuente: Elaboración propia

- IH Asesores y Consultores S.A.C. (IHACSAC) (Proyecto Tambo Grande, Evaluación funcional IRI y evaluación estructural FWD en dos tramos: Emp Sajino – Paimas y Pampa de Lobos – Emp. Socchabamba).



Figura 19 Trabajos de evaluación estructural mediante el deflectómetro de impacto FWD en el tramo Paimas – Pampa de Lobos para la empresa IHACSAC Fuente: Elaboración propia



Figura 20 Trabajos de evaluación estructural mediante el deflectómetro de impacto FWD en el tramo Paimas – Pampa de Lobos para la empresa IHACSAC Fuente: Elaboración propia

- Geoconsult Ingenieros Consultores Consorcio Lircay (Evaluación funcional IRI y evaluación estructural LWD en los tramos Huancavelica – Lircay; Lircay – Ayacucho; Ayacucho – Desvió Ocros).

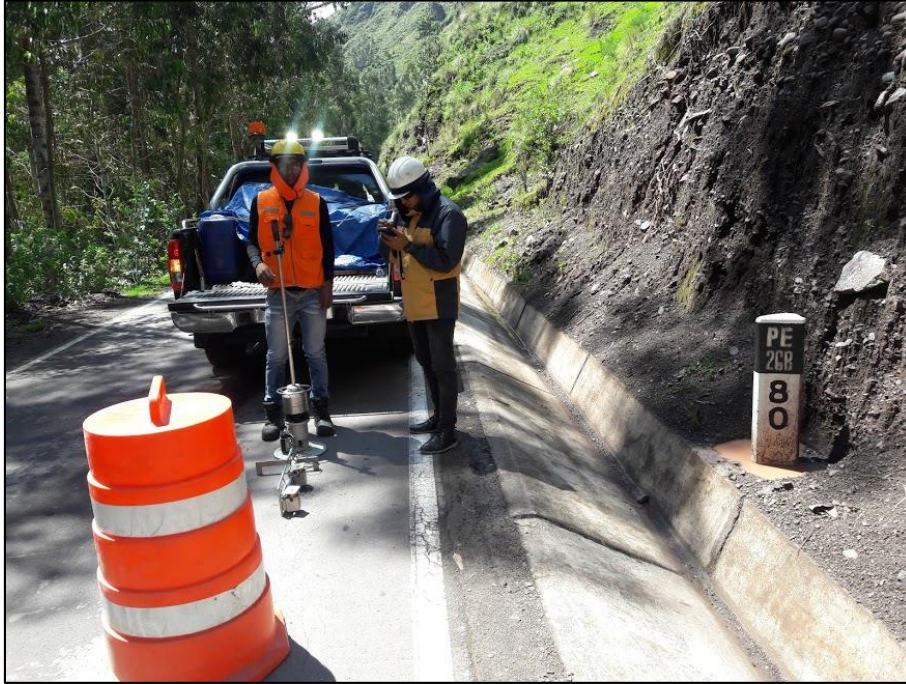


Figura 21 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Lircay - Ayacucho para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia



Figura 22 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Lircay - Ayacucho para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia



Figura 23 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Ayacucho – Desvió Ocos para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia



Figura 24 Trabajos de deflectometría Liviana en el tramo Ayacucho – Desvió Ocos para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia.





Figura 25 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia



Figura 26 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia



Figura 27 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia



Figura 28 Trabajos de evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en el tramo Huancavelica – Lircay para la empresa Geoconsult Ingenieros Fuente: Elaboración propia

## 1.6 Cargo en la Empresa y función en los proyectos

En la empresa Itineris, me desempeñe como:

- Ingeniero responsable de las evaluaciones de los pavimentos

Las imágenes presentadas son en representación de la empresa y los clientes mencionados son de los proyectos que realice cumpliendo mis funciones, dentro de mi experiencia en la empresa Itineris Perú S.A.

- Coordinador o jefe del área técnica

Las principales funciones que tenía era la recolección de datos con los distintos equipos para las distintas evaluaciones, aprendí a procesar estos datos con los distintos softwares y preparar los entregables para los clientes.



Figura 28 Evaluación funcional (IRI) mediante el perfilómetro laser en la Av. Santa Rosa – Callao  
Fuente: Elaboración propia



Figura 29 Evaluación estructural mediante el deflectómetro de impacto FWD en la Av. Santa Rosa – Callao, en esta imagen se tomó con los 02 ingenieros, uno por parte de la empresa concesionaria y la otra parte de supervisión. Fuente: Elaboración propia



Figura 30 Trabajos de Evaluación estructural mediante el deflectómetro de impacto FWD en la Av. Santa Rosa Callao Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1 Pavimento

Para Montejo (2002) un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

Según el MTC (2014) en el Manual de Carreteras el pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general esta conformado por las siguientes capas: base, sub base y capa de rodadura.

Para la Universidad Mayor San Simón (2004) un pavimento tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidad operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimentos, dependiendo del tipo de vehículo que transitaran y del volumen del tráfico.

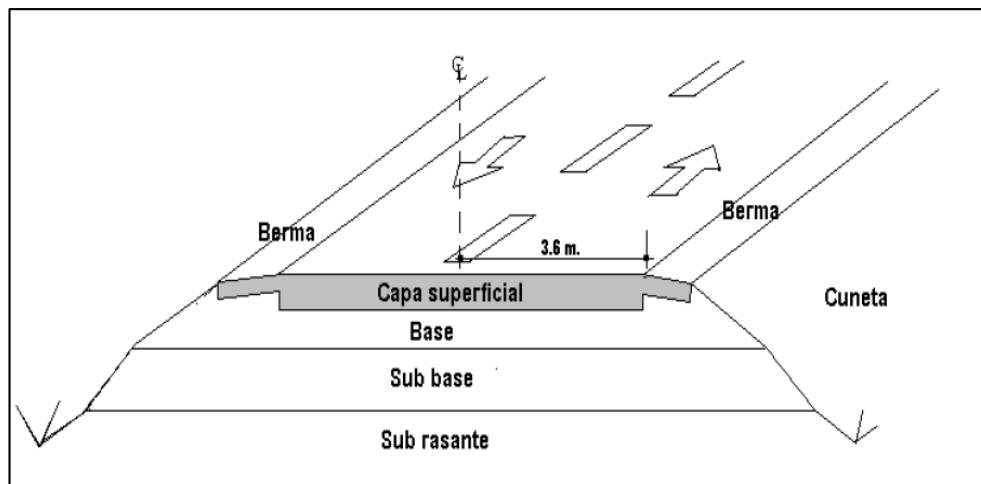


Figura 31 Imagen de la estructura de un pavimento Fuente: Sánchez Sabogal (2006)

## 2.2 Partes del pavimento

- Capa de rodadura: Según el Manual de Carreteras (2014) es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
- Base: Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ( $CBR \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento. (Manual de carreteras 2014)
- Sub base: Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y control de capilaridad de agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $CBR \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento. (Manual de carreteras 2014)

## 2.3 Tipos de pavimentos

### 2.3.1 Pavimento flexible

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Montejo 2002).

El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente. (MTC 2014 (Pg. 22)).

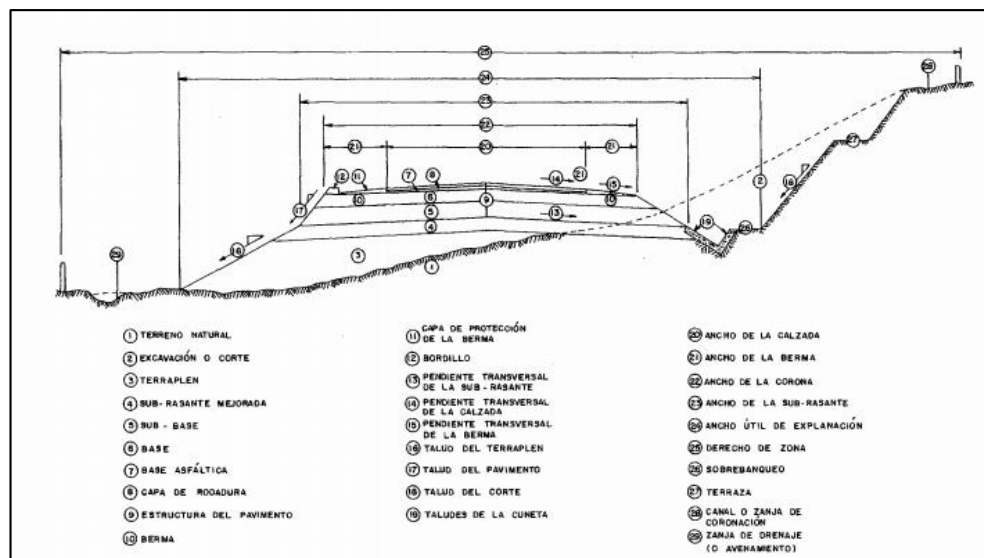


Figura 32 Partes de la estructura de un pavimento flexible Fuente: Montejo Fonseca (2002)

### 2.3.2 Pavimento rígido

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.) es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión, cuando se generan tensiones y deformaciones de tracción de bajo la losa producen su fisuración por fatiga, después de un cierto número de repeticiones de carga. La capa inmediatamente inferior a las losas de C.C.P. denominada subbase, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a la requerida por los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles. (Universidad Mayor San Simón 2004 Pg.11).

El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías. (Manual de Carreteras MTC 2014 Pg. 22)

- Pavimento de concreto simple con juntas
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la



subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. (Montejo 2002).

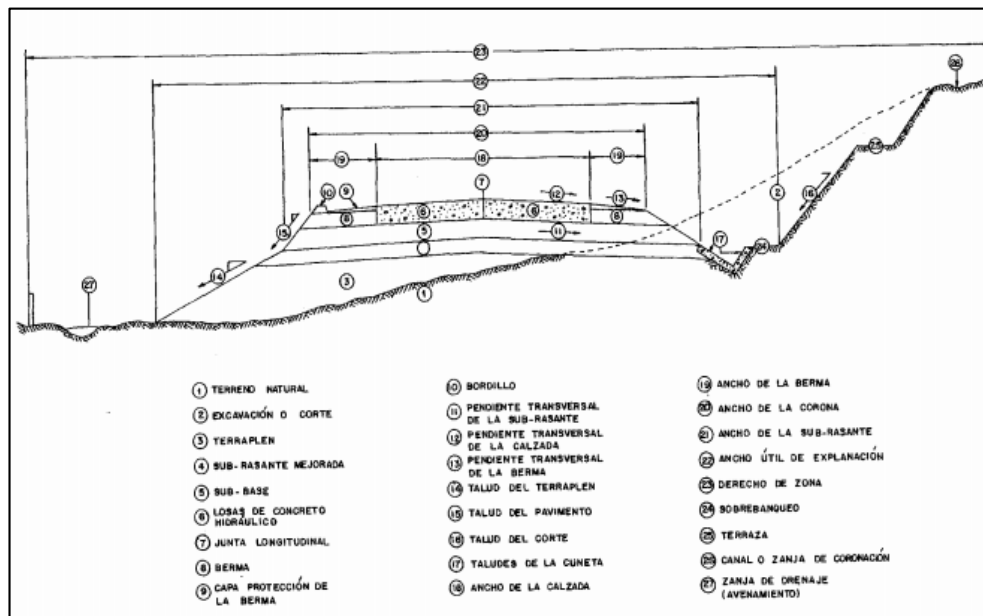


Figura 33 Partes de la estructura del pavimento rígido Fuente: Montejo Fonseca (2002)

### 2.3.3 Pavimento Semirrígido

El pavimento semirrígido es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. (Pg. 22) (MTC (2014))

Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos

aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción. (Montejo 2002).

En términos amplios, un pavimento semirrígido ó compuesto es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico. (Pg.12) (Universidad Mayor San Simón (2004)).

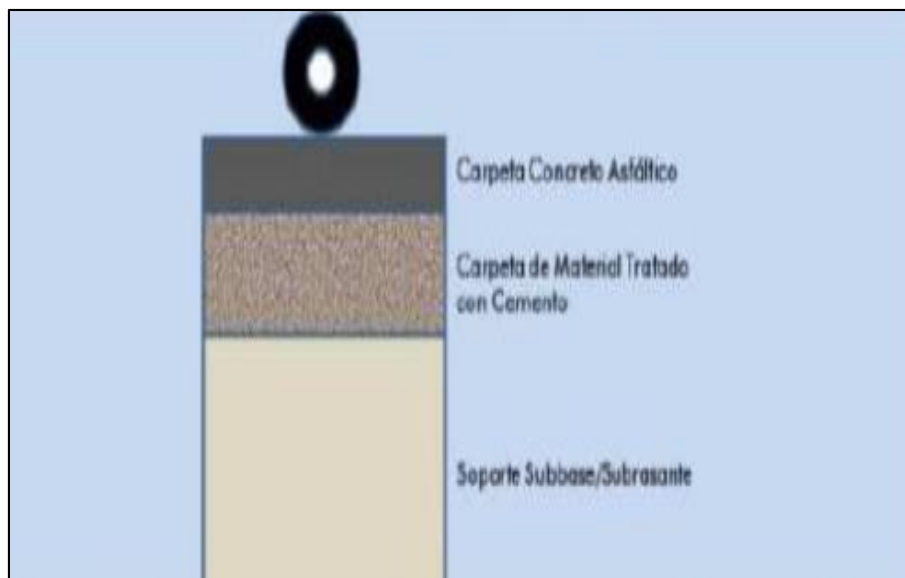


Figura 34 Partes de la estructura de un pavimento semirrígido. Fuente: Manual de conservación vial MTC, 2013.

## **2.4 Evaluación de Pavimentos**

Para Alfaro (2018) la evaluación de pavimentos consiste en un estudio, en el cual se presenta el estado en el que se halla la estructura y la superficie del pavimento, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de conservación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil del pavimento. La evaluación de un pavimento es la acción de calificar y cuantificar sus condiciones, con la finalidad de obtener información, de esta manera plantear soluciones. Para Carlos Chang (2010) la evaluación de pavimentos tiene varios usos y se pueden distinguir cuatro grandes áreas de aplicación: estudios de rehabilitación de pavimentos, control de calidad, investigación, y gestión de pavimentos. En éstas se emplean equipos similares y lo que varía es el propósito de la evaluación

## **2.5 Tipos de evaluaciones de pavimentos**

### **2.5.1 Evaluación Superficial**

Las evaluaciones superficiales son aquellas realizadas en una vía con el objetivo de determinar las fallas que afectan el pavimento y el estado en el que se encuentra el mismo. Existen diferentes tipos de métodos para una evaluación superficial, estos son sencillos de aplicarlo y no requiere de equipos sofisticados. El método mas conocido y es una de las mejores herramientas es la inspección visual y forma parte esencial de los estudios realizados en el proyecto. La presente evaluación se realiza recorriendo la vía caminando sobre ella y realizando la recolección de los diferentes tipos de fallas, describiendo su severidad. De otra manera, se puede inspeccionar recorriendo la vía con un vehículo tomando imágenes con una cámara instalada perpendicular a sección de la vía y de esta manera estimular las fallas y su nivel de severidad.

### 2.5.2 Evaluación Estructural

La evaluación estructural del pavimento, tiene por objeto la cuantificación de la capacidad estructural remanente del pavimento. La falta de capacidad estructural de un pavimento genera en este un deterioro progresivo que se manifiesta en niveles excesivos de agrietamientos y deformaciones, no recuperables a través de la simple aplicación de acciones de conservación preventivas. Existen tipos de evaluaciones estructurales que se muestran en la siguiente figura. (Thenoux y Gaete (2012))

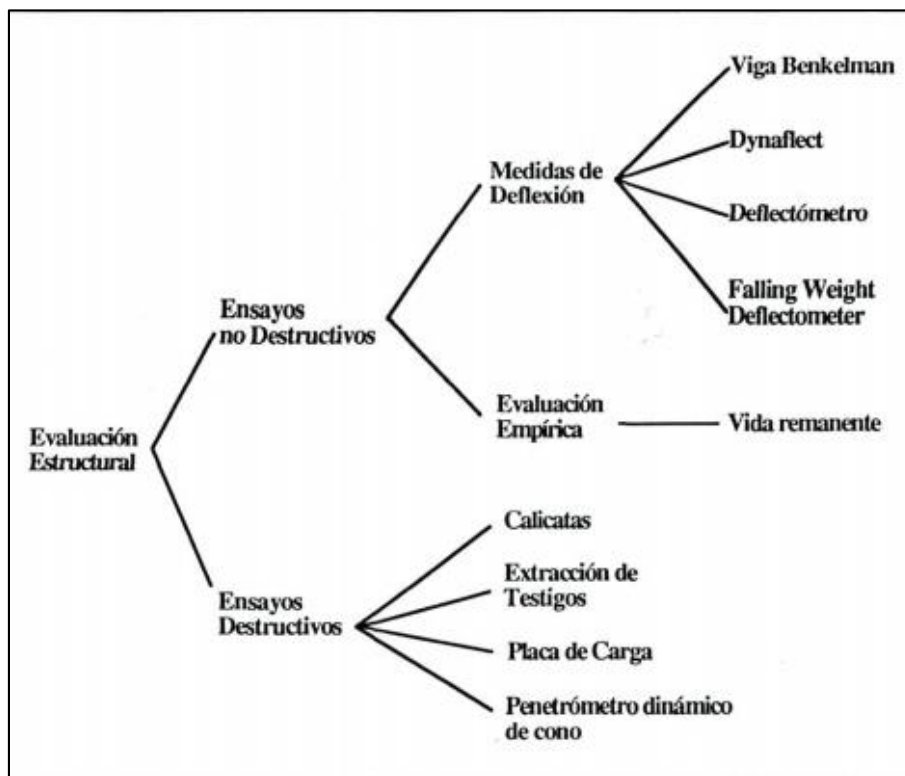


Figura 35 Clasificación de Métodos para la Evaluación Estructural de un Pavimento Fuente: Thenoux y Gaete (2012)

A continuación, se presentará algunas figuras de ensayos con equipos de deflectometría:



Figura 36 Deflectometro de impacto FWD en pavimento asfaltico Fuente: Elaboración propia



Figura 37 Deflectometro liviano de impacto LWD en afirmado Fuente: Elaboración propia

### 2.5.3 Evaluación Funcional

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la serviciabilidad, seguridad y costos del usuario. (Thenoux y Gaete (2012)).

La regularidad o rugosidad superficial, en términos de índice de regularidad internacional IRI, es el elemento fundamental para determinar, desde el punto de vista funcional, el grado de comodidad que se brinda al usuario, permite considerar factores como seguridad, confort y costo de operación de los vehículos, además, proporciona una indicación del estado de una obra recién terminada y puede usarse como índice de calidad en la recepción de carreteras nuevas. El índice de regularidad internacional IRI repercute en forma importante en los gastos de transporte y mantenimiento de la red vial.



Figura 38 Evaluación funcional mediante Perfilómetro laser IRI en pavimento asfaltico Fuente: Elaboración propia

## 2.6 Tipos de falla en pavimentos

### 2.6.1 Piel de Cocodrilo

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. (Vásquez Valera, 2002).

Niveles de severidad:

Baja - Grietas muy finas longitudinales y paralelas, con poca o ninguna interconexión

Media- Grietas más desarrolladas e interconectadas con algo de desintegración en los bordes.

Alta. - Las grietas han progresado de tal forma que muestran bloques (partículas) bien definidos con fuerte desintegración de los bordes.



Figura 39 Falla tipo piel de cocodrilo en nivel de severidad media Fuente: Manual de Carreteras Conservación Vial MTC (2013)

### 2.6.2 Exudación

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie. (Vásquez Valera 2002)

Niveles de severidad:

Baja.- La exudación ha ocurrido en un bajo grado y es apenas notable.

Media.- La exudación se ha incrementado. El asfalto se adhiere a los zapatos y neumáticos solamente en los días más calurosos.

Alta.- La exudación es severa y extensa. Una considerable cantidad de asfalto se pega a los neumáticos y zapatos al aumentar la temperatura.



Figura 40 Falla tipo exudación en pavimento flexible en nivel de severidad alto Fuente: Manual de Carreteras Conservación Vial MTC (2013)



### 2.6.3 Agrietamiento en bloque

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. (pg14) (Vásquez Valera 2002)



Figura 41 Falla de agrietamiento en bloque en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

#### 2.6.4 Abultamientos y hundimientos

Para Vásquez Valera (2002) los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables.

Niveles de severidad

Baja: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

Media: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

Alta: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta



Figura 42 Falla de hundimiento en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.5 Corrugación

La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m.

Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación. (Vásquez Valera, 2002).

Nivel de severidad

Baja. - Producen bajo efecto sobre calidad de rodaje.

Media. - Producen medio efecto sobre calidad de rodaje.

Alta. - Producen alto efecto sobre calidad de rodaje.



Figura 43 Imagen con falla de corrugación en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.6 Depresión

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. (Vásquez Valera, 2002).

Niveles de severidad:

Baja. - 13 a 25 mm (1/2 a 1 pulg.).

Media. - 25 a 51 mm (1 a 2 pulg.).

Alta. - Más de 51 mm (>2 pulg.).

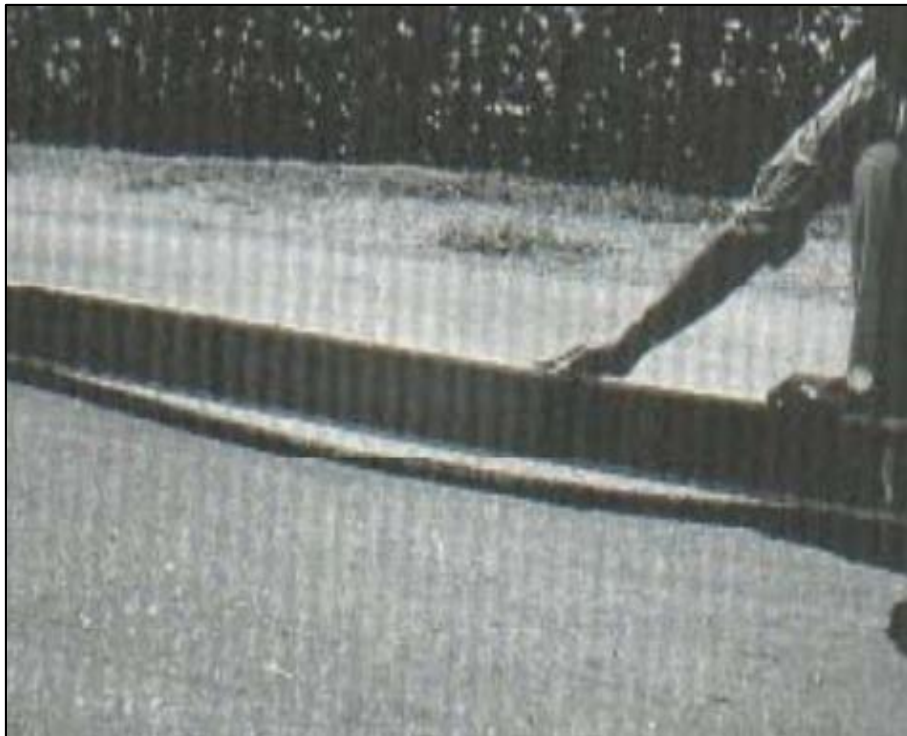


Figura 44 Falla de depresión en nivel de severidad media Fuente: Vásquez Valera (2002)

### 2.6.7 Grieta de borde

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse). (Vásquez Valera, 2002)

Nivel de severidad;

L.- Grietas de baja severidad sin disgregación.

M.- Grietas de media severidad con algo de disgregación y rotura de borde.

H.- Considerable rotura de borde y disgregación en grietas.



Figura 44 Fallas en grietas de borde en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.8 Grieta de reflexión de junta

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños. (Vásquez Valera, 2002).



Figura 45 Falla de reflexión de junta en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.9 Desnivel carril

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma. (Vásquez Valera, 2002).

Niveles de severidad:

Baja. - La diferencia de elevación es de 25 a 51 mm (1” a 2”)

Media. - La diferencia de elevación entre 51 y 102 mm (2” a 4”)

Alta. - La diferencia de elevación es mayor de 102 mm (4”)



Figura 46 Falla tipo desnivel-carril en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.10 Grietas longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por: 1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida. 2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura. 3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto. Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga. (Vásquez Valera, 2002).

Nivel de severidades:

Baja. - (1) Grietas sin sellar de ancho inferior a 10 m (3/8”)

(2) Grietas selladas adecuadamente de cualquier ancho.

Media. - (1) Grietas sin sellar de ancho entre 10 y 76 mm (3/8” a 3”).

(2) Grietas sin sellar hasta 76 mm (3”) con grietas finas adyacentes.

(3) Grietas selladas de cualquier ancho con grietas finas adyacentes.

Alta. - (1) Grietas selladas o sin sellas con grietas adyacentes de media y/o alta severidad.

(2) Grietas sin sellar de más de 76 mm (3”) de ancho.

(3) Grietas de cualquier ancho en las que varios centímetros del pavimento.





Figura 47 Fallas de grietas longitudinales y transversales en pavimento asfaltico con nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)



Figura 48 Fisura longitudinal en pavimento asfaltico en severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.11 Parcheo

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). (Vásquez Valera, 2002). En la actualidad, podemos apreciar que en gran parte las obras de servicios, estos parches son elaborados sin un proceso de control.

Nivel de Severidad

Baja. - Bache bien ejecutado y en condición satisfactoria. Tiene bajo efecto sobre la calidad de rodaje.

Media. - El bache muestra moderado deterioro, tiene efecto medio sobre calidad de rodaje.

Alta. - Bache severamente deteriorado que debe ser prontamente reemplazado. Tiene alto efecto sobre la calidad de rodaje.



Figura 49 Falla tipo parcheo en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.12 Agregado pulido

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. (Vásquez Valera, 2002).

Nivel de severidad

Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento (péndulo) es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.



Figura 50 Falla tipo agregado pulido en pavimentos asfálticos. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.13 Huecos

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. (Vásquez Valera, 2002).

Nivel de severidad:

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos de mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro

Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Tabla 1

*Tabla de tipo de severidades para los huecos según Vásquez Valera (2002)*

Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez Valera (2002)



Figura 51 Falla tipo Huevo en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)



Figura 52 Falla tipo huevo en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.14 Cruce de vía férrea

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles. (Vásquez Valera, 2002). La falla del cruce de vías férreas se mide en metros cuadrados de área afectada. Si el acceso no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse.

Niveles de severidad

Baja: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

Media: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

Alta: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.



Figura 53 Falla tipo cruce de vía férrea en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.15 Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento. (Vásquez Valera, 2002)

Niveles de severidad:

Baja. - 6 a 13 mm. ( $1/4 - 1/2$ " )

Media. - >13 a 25 mm ( $>1/2 - 1$ " )

Alta. - >25 mm ( $>1$ " )

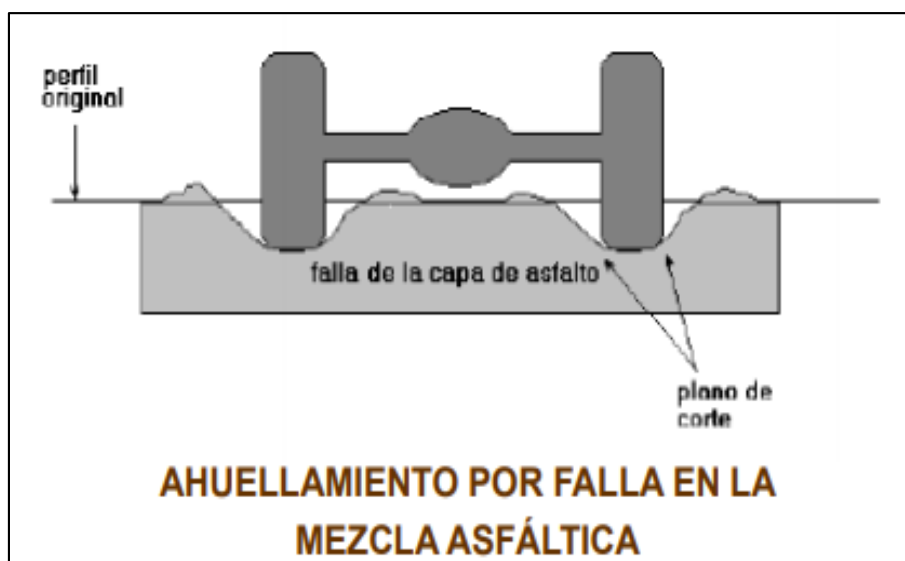


Figura 54 Esquema de la falla tipo ahuellamiento Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

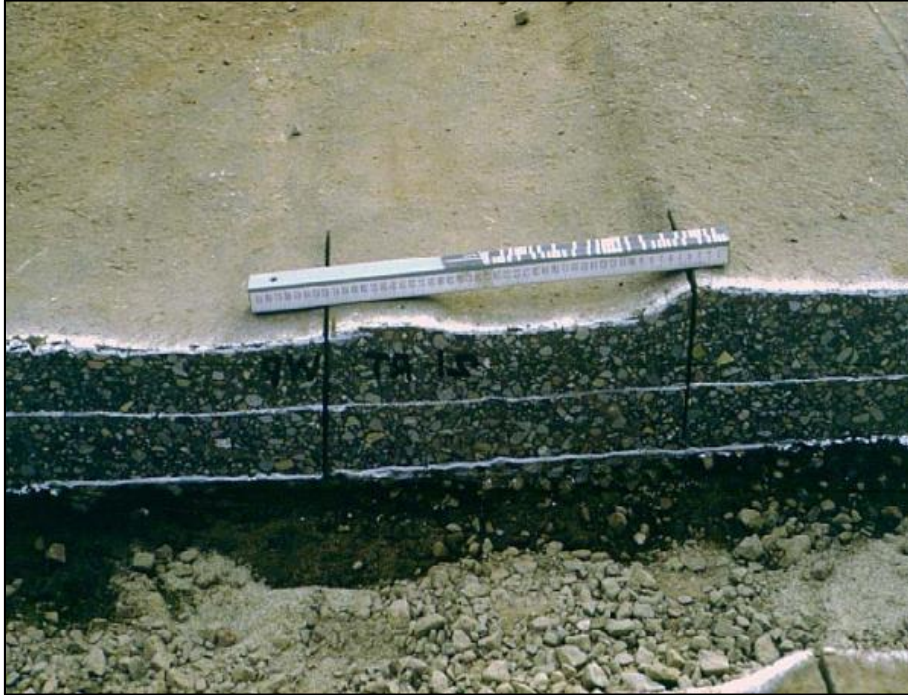


Figura 55 Falla tipo ahuellamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)



Figura 56 Falla tipo ahuellamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad alta . Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)



### 2.6.16 Desplazamiento

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión). (Vásquez Valera, 2002)

Niveles de severidad:

Baja. - Produce bajo efecto sobre la calidad de rodaje

Media. - Produce medio efecto sobre la calidad de rodaje

Alta. - Produce alto efecto sobre la calidad de rodaje



Figura 57 Falla tipo desplazamiento en pavimento asfáltico en nivel de severidad media. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.17 Grietas parabólicas

Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada. (Vásquez Valera, 2002)

Baja. - Ancho de grietas es menor de 10 mm (3/8”).

Media. - (1) Ancho de grietas entre 10 y 38 mm (3/8” – 1.5”).

(2) El área adyacente a las grietas muestra grietas finas.

Alta. - (1) Ancho de grieta mayor de 38 mm (1.5”).

(2) El área adyacente a las grietas muestra trozos sueltos.



Figura 58 Fala tipo grieta parabólica en pavimento asfáltico en nivel de severidad media Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.18 Hinchamiento

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad

Baja: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

Media: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

Alta: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.



Figura 59 Falla tipo hinchamiento en pavimento asfaltico en nivel de severidad alta. Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

### 2.6.19 Desprendimiento de agregados

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas.

Niveles de severidad

Baja: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse.

Media: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada.

Alta: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada.

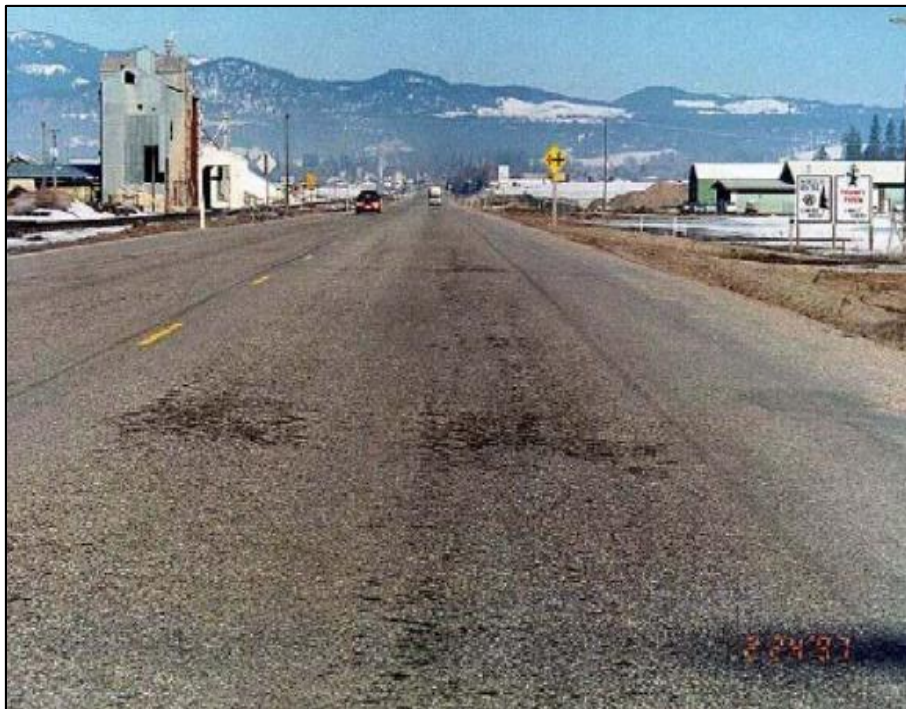


Figura 60 Falla tipo desprendimiento de agregados en pavimento asfáltico en nivel de severidad alto.  
Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010)

## **2.7 Metodología Pavement Condition Index (Índice de Condición del Pavimento)**

### **2.7.1 Introducción**

Según Vásquez Valera (2002) el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas.

### **2.7.2 Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

Es un método desarrollado por M. Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978 mediante el Reporte N° M-268. En 1990, Shahin y Walther mencionaron que es un método estándar para evaluar de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, permite determinar las necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimento. Esta metodología suministra información confiable en función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de falla, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. El procedimiento ofrece buena confiabilidad estadística de los resultados. (Vasquez Valera, 2002).

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla 02 se

presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. (Vásquez Valera, 2002)

Tabla 2  
Rangos de clasificación del Pavement Condition Index (PCI)

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez Valera (2002)

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. (Vásquez Valera, 2002)

### 2.7.3 Unidades de muestreo

Para Vásquez Valera, 2002 se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a) Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada. (Vásquez Valera, 2002).

Tabla 3

*Longitudes de unidades de muestreo asfálticas*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.3 (máximo)	31.50

Fuente: Vásquez Valera, 2002

#### 2.7.4 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo. En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del  $PCI \pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95% (Vásquez Valera, 2002).

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

Figura 61 Ecuación para obtener el número mínimo de unidades para el muestreo. Fuente: Vásquez Valera, 2002

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

## 2.8 Evaluación de la condición

Según Vásquez Valera 2002, el procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- a. Equipo.
  - Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
  - Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
  - Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- b. Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.



- c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

## **2.9 Software para el cálculo del PCI**

### **2.9.1 Evalpav**

El software Evalpav se ha desarrollado en la Dirección de Estudios Especiales de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC, dentro del marco establecido en el Reglamento de Organización y Funciones, promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a los estudios, obras y administración de infraestructura vial. Se ha desarrollado teniendo como base normas internacionales para la evaluación de pavimentos de superficie asfáltica en carreteras y aeropuertos, y carreteras no pavimentadas: Índice de Condición del Pavimento - PCI (ASTM D 5340 (04) - Aeropuertos, ASTM D 6433 (03) - Carreteras Pavimentadas y USACE TM 5-626 - Carreteras No Pavimentadas. (Zavala Ascaño)

Para las carreteras pavimentadas se ha ejecutado la inspección visual de deterioros. La definición de los tipos de deterioro, sus grados de severidades y los criterios que se han utilizado para realizar el levantamiento de la información están basados a lo establecido en metodología PCI para carreteras (ASTM D6433-03). La información será procesada en el Software Evalpav.



Figura 62 Software Evalpav. Fuente: Elaboración propia

Para el registro de fallas, se divide la vía en secciones y “unidades de muestreo”, que estarán delimitadas por la progresiva inicial y por la progresiva final y que sus coordenadas se refieren al primer vértice del área. En la presente evaluación, se registraron las unidades de muestreos obtenidas aleatoriamente, según la metodología respectiva.

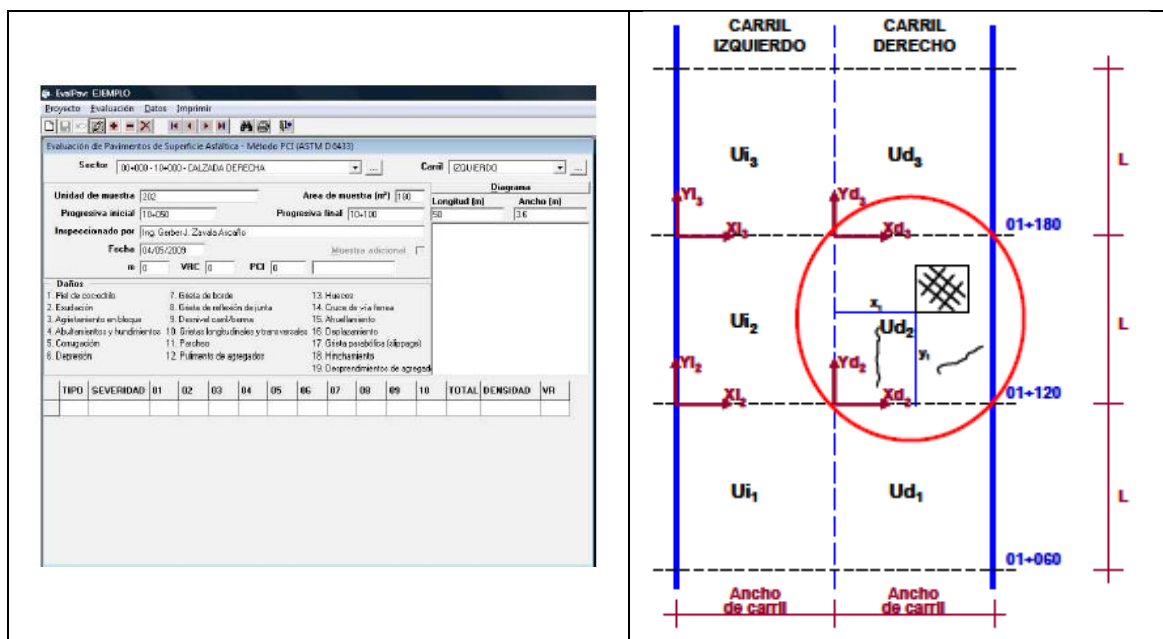


Figura 63 Formato de Unidad de muestra para la recolección de datos Fuente: Elaboración propia

### **2.9.2 UnalPCIA 2.0**

El programa UNALPCI 2.0 de la empresa INGEPAV (de Vásquez Valera), permite procesar la información del inventario de daños superficiales y obtener el Índice de Condición del Pavimento (Pavement Condition Index - PCI) para vías y estacionamientos de acuerdo con el estándar ASTM D6433 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys). La aplicación del programa comienza luego de la inspección del pavimento con la metodología PCI. La información recogida en campo es digitada en una hoja de Microsoft Excel y se convierte al formato CVS (Valores separados por comas), para poder ejecutarse desde el software y generar los resultados (índice PCI y clasificación del pavimento) (Acosta Barreto & Rubiano Álvarez, 2017, págs. 36-37)

### **2.9.3 MicroPaver**

MicroPaver fue desarrollado a mediados de 1980 por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de U.S.A. (US Army Corps of Engineers, USACE) para ayudar al Departamento de Defensa a gestionar el mantenimiento y reparación de su inventario de pavimentos. Este software permite el almacenamiento y creación de inventario de una red de pavimentos, clasificación de las condiciones del pavimento, comportamiento del pavimento según sus proyecciones de desarrollo, análisis de las proyecciones de las condiciones del pavimento, y determinación de las necesidades de mantenimiento y reparación a través del análisis de distintos escenarios de presupuesto. Los datos de la inspección de campo (tipo de falla, severidad y cantidades) pueden ser registrados en MicroPAVER para calcular el PCI e indicar la condición del segmento de pavimento. (Sotil Chávez, 2010, págs. 28-29).

Se destaca el uso del software MicroPaver que se especializa en gestión de pavimentos. Este software es capaz de analizar la información de deterioros registrada en terreno y realizar la determinación del indicador PCI para redes de pavimentos. Puesto que el programa posee incorporada la información acerca de la asignación de factores de ponderación de las distintas combinaciones de deterioros, severidad y densidades, es capaz de comparar los deterioros determinando el nivel de importancia en el indicador PCI para cada una de las muestras inspeccionadas y las correcciones de valores deducibles para determinar el indicador PCI. Por otra parte, también es capaz de realizar los análisis estadísticos de necesarios, determinando número mínimo de unidades a inspeccionar para obtener el nivel de confianza requerido, el valor final del indicador PCI para la sección completa, además de las extrapolaciones de deterioros a la sección de análisis a partir de la información entregada, para cuantificar las cantidades de deterioros existentes en la sección completa. (Castillo Contreras, 2008).

### **2.10 Limitaciones del proyecto y problema laboral ejecutado**

Las limitaciones para el desarrollo del proyecto se encontraron en el alto tránsito que esta vía posee, al ser una vía nacional, limita a los horarios en la que la vía se encuentra bajo volumen de tránsito para realizar las actividades como la toma de datos y fotografías. La vía donde se realizó la toma de datos del proyecto es una vía con tránsito alto y pesado, se tomó como medida estar escoltado por una camioneta y un asistente que tenía la función de desviar el tránsito. De esta manera se hizo la recolección de los datos in situ del proyecto, el clima fue un factor que influyó, debido que sin luz solar convertía más dificultoso identificar las fallas y sus severidades.



Figura 64 Se observa que la vía se encuentra con alto tránsito, de esta manera, dificulta el trabajo de recolección de datos. Fuente: Elaboración propia



Figura 65 En la presente figura se observa la medida que se tomó, usar el carro de resguardo mientras se realizaba el trabajo de recolección de datos. Fuente: Elaboración propia

## 2.11 Definición de términos básicos

**Pavimento:** Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

**Clasificación de la condición del pavimento:** Es una descripción verbal de la condición del pavimento en función al valor del PCI, varía de colapsado a excelente.

**Índice De Condición De Pavimento (PCI):** Es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo "0" la peor condición posible y 100 la mejor.

**Fallas del pavimento:** Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas, factores atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas.

**Nivel de severidad:** Percepción que se tiene sobre la gravedad del daño sobre el pavimento.

Puede ser bajo, mediano y alto.

**Sección de pavimento:** Área de pavimento con el mismo tipo de pavimento, diseño y tránsito.

**Unidad de Muestreo de Pavimento:** Es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño.

**Auscultación de fallas:** La auscultación de fallas en pavimentos es un proceso que sirve para evaluar el estado actual del pavimento, brindando una herramienta de apoyo que permita determinar cuándo realizar un mantenimiento preventivo.

**Evalpav:** Programa especializado en procesar datos recolectados mediante la auscultación de fallas, utilizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para la evaluación de pavimentos en las diferentes vías del ámbito territorial local.

**IRI (Índice de rugosidad Internacional):** El **IRI** se define como el cociente entre el desplazamiento relativo acumulado por la suspensión de un vehículo tipo y la distancia recorrida por dicho vehículo.

**Evaluación superficial del pavimento:** Es un estudio que se realiza a la carpeta asfáltica por la superficie, el cual sirve para identificar las fallas que existen en el pavimento, que permita recolectar información del estado situacional de la vía para poder proponer soluciones.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1 Descripción del proyecto

La empresa SUPERCONCRETO S.A, contrata a la empresa ITINERIS PERU S.A con la finalidad de hacer la evaluación superficial, funcional y estructural del pavimento, la evaluación superficial mediante la auscultación de fallas, en el proyecto “Servicio de conservación para la recuperación y/o reposición de la infraestructura vial: Paquete 9: Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma”. Proyecto con 22 kilómetros de pavimento flexible.

La empresa ITINERIS PERU S.A cuenta con el área de gerencia general encabezada por el Ingeniero Edgar Dirk Dongo Gamboa, quien comunicó al área de campo, la mencionada encargada de realizar las mediciones en campo de los distintos tipos de evaluaciones que requiera el cliente.

Mi labor dentro de la empresa, tenía asignado el cargo de jefe del área de campo, teniendo como principales actividades: recolección de datos in situ en las evaluaciones tipo superficiales, estructurales y funcionales. Posteriormente, la elaboración del informe de dichas evaluaciones. Adicionalmente, ofrecía charlas de seguridad antes de cada jornada, debido que, era responsable de diferentes tipos de cuadrillas, dependiendo del tipo de trabajo que se realizaría.

Mi experiencia en ITINERIS PERU S.A, empezó en mayo del 2018, donde me presente a una entrevista donde me citaron en la oficina de Miraflores, lugar que me entreviste con el Coordinador General el Ing. Edgar Dongo Gamboa, donde quede contratado para trabajar con el cargo de Jefe de Campo.



### 3.2 Objetivos del proyecto

Los objetivos presentados en el proyecto son los siguientes:

- **Objetivo general**

- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de los tramos 1 (Calzada Izquierda y derecha) ,2 (Calzada izquierda y derecha), 3, 4 y 5, del proyecto “Lima – Chosica – Puente Ricardo Palma”) para conocer su Índice de Condición de Pavimento.

- **Objetivos específicos**

- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 1 Calzada derecha.
- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 1 Calzada izquierda
- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 2 Calzada derecha.
- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 2 Calzada izquierda.
- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 Calzada única
- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 4 Calzada única
- Realizar la evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 5 Calzada única

### 3.3 Ubicación del proyecto

El presente proyecto comprende cinco tramos correspondientes al proyecto (tramos 1, 2, 3, 4 y 5) en carpeta asfáltica ubicados en la zona de Chosica, distrito San Juan de Lurigancho - Chosica. Las longitudes se indican en la tabla. Adicionalmente en la tabla se detalle la cantidad de los carriles y el tipo de estructura que contiene cada calzada.

Tabla 4

*Tabla de longitudes de los tramos 1,2,3,4 y 5*

Nombre	Long. teórica (km)	Progresiva		Ubicación del proyecto	Auscultación de fallas
		Km. Inicio	Km. Final		
<b>T1</b>	14.250	12+250	26+500	Chosica	Met. Directo
<b>T2</b>	3.155	28+365	31+520	Chosica	Met. Directo
<b>T3</b>	1.235	34+300	35+535	Chosica	Met. Directo
<b>T4</b>	3.435	35+535	38+970	Chosica	Met. Directo
<b>T5</b>	530	38+970	39+500	Chosica	Met. Directo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

*Tabla de información de calzada, carriles y tipo de estructura en los tramos 1,2,3,4 y 5*

Nombre	Calzada	Carril	Tipo de estructura
<b>1</b>	Derecha	Derecho	Pav. Flexible
		Central	Pav. Flexible
		Izquierdo	Pav. Flexible
	Izquierda	Izquierdo	Pav. Flexible
		Central	Pav. Flexible
		Derecho	Pav. Flexible
<b>T2</b>	Derecha	Derecho	Pav. Flexible
		Izquierdo	Pav. Flexible
	Izquierda	Izquierdo	Pav. Flexible
		Derecho	Pav. Flexible
<b>T3</b>	Única	Izquierdo ascendente	Pav. Flexible
		Derecho ascendente	Pav. Flexible
		Derecho descendente	Pav. Flexible
		Izquierdo descendente	Pav. Flexible
<b>T4</b>	Única	Derecho	Pav. Flexible
		Izquierdo	Pav. Flexible
<b>T5</b>	Única	Derecho	Pav. Flexible
		Izquierdo	Pav. Flexible

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla los tramos del proyecto:



Figura 66 Localización del proyecto Tramo 1,2,3,4 y 5 Fuente: Google Earth

Tabla 6  
Longitud de los tramos 1,2,3,4,5

Tramo	Longitud del tramo
1	14.250 Km
2	3.155 Km
3	1.235 Km
4	3.435 Km
5	0.530 Km

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Definiciones de carril

A continuación, se muestran esquemas de la definición de la calzada adoptada para los tramos evaluados. En la Figura 67 se muestra el tramo 1 con dos calzadas, calzada derecha con 3 carriles (carril derecho, central e izquierdo) y calzada izquierda con 3 carriles (carril derecho, central e izquierdo); en la Figura 68 se muestra el tramo 2 tiene dos calzadas, la calzada derecha con 2 carriles (carril derecho e izquierdo) y calzada izquierda con 2 carriles (derecho e izquierdo); en la Figura se muestra el tramo 3 es una calzada única con cuatro carriles, dos carriles en ascenso y dos carriles en descenso; en la figura se muestra el tramo 4 y 5 son calzada única con dos carriles (carril derecho e izquierdo) en evaluación.

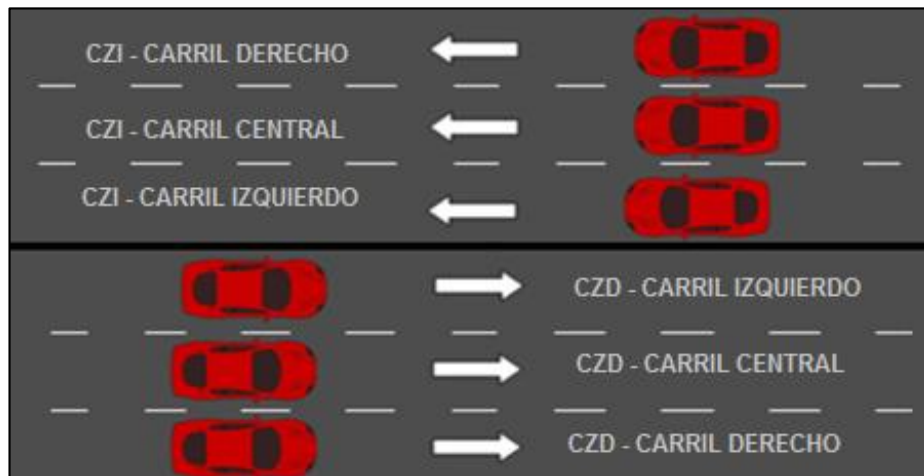


Figura 67 Definición de carriles para el tramo 1 calzada izquierda (CZI) y calzada derecha (CZD)  
Fuente: Elaboración propia



Figura 68 Definición de carriles para el tramo 2 calzada izquierda (CZI) y calzada derecha (CZD)  
Fuente: Elaboración propia

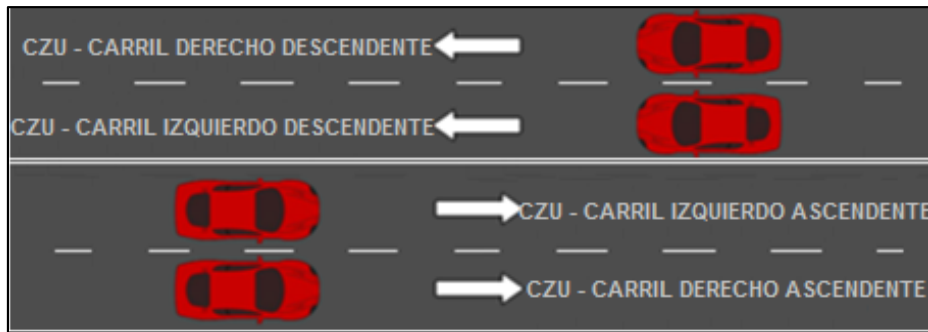


Figura 69 Definición de carriles para el tramo 3 calzada única (CZU) Fuente: Elaboración propia



Figura 70 Definición de carriles para los tramos 4 y 5 calzada única (CZU). Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Para la determinación del PCI de un proyecto se deben considerar todas las unidades de muestreo. Pero debido a que su trabajo en campo requiere de tiempo y la dificultad del tráfico, con este proceso se quiere tomar un número aleatorio y representativo de unidades de muestreo con una confiabilidad del 95%. El número mínimo de unidades a ser evaluadas (n) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Figura 71 Ecuación para la determinación de las unidades de muestreo Fuente: Vásquez Valera (2002)

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en determinación del PCI de la sección (e=5%)

σ: Desviación standard del PCI en las unidades de la sección.

Tabla 7

*Determinación de secciones de muestreo. Tramos 1, 2, 3, 4 y 5*

Tramo	Inicio	Fin	Estado	Longitud calzada m	Ancho promedio calzada m	Área teórica unidad de muestra (m <sup>2</sup> )	Long. teórica unidad de muestra (m)	Long. final unidad de muestra (m)	Unidades de muestra en tramo (N)	Error permisible, confiabilidad 95%	Desviación estándar del PCI ( $\sigma$ )	Número de muestras evaluadas (n)	Cantidad de sectores divididos	Longitud de sectores divididos (m)	Cantidad de muestras evaluadas en sector dividido
Tramo 1 - calzada derecha	12+250	26+500	C.A.	14250	7,8	225	29	30	494	5	10	16	16	891	1
Tramo 1 - calzada izquierda	12+250	26+500	C.A.	14250	7,8	225	29	30	494	5	10	16	16	891	1
Tramo 2 - calzada derecha	28+365	31+520	C.A.	3155	6,2	225	36	40	87	5	10	14	14	225	1
Tramo 2 - calzada izquierda	28+365	31+520	C.A.	3155	6,2	225	36	40	87	5	10	14	14	225	1
Tramo 3 - calzada única	34+300	35+535	C.A.	1235	9,8	225	23	25	54	5	10	13	13	95	1
Tramo 4 - calzada única	35+535	38+970	C.A.	3435	8,0	225	28	30	122	5	10	14	14	245	1
Tramo 5 - calzada única	38+970	39+500	C.A.	530	8,0	225	28	30	19	5	10	9	9	59	1

Fuente: Elaboración propia

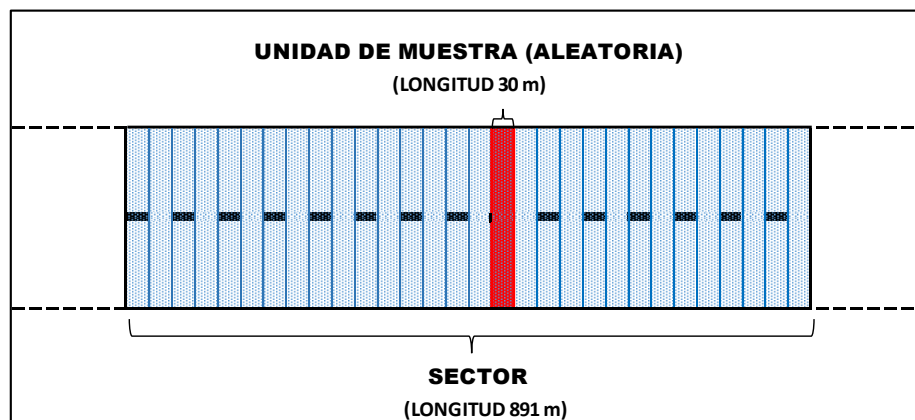


Figura 72 Ejemplo de unidad de muestreo aleatoria para el tramo 01. Fuente: Elaboración propia

Después de definir las secciones a evaluar se inicia con auscultación, los tipos de fallas, sus grados de severidades y los criterios que se han utilizado para realizar el levantamiento de la información son de acuerdo a lo establecido en metodología PCI. Fue procesada en el Software Evalpav del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú MTC.

Los días 23, 24 y 25 de mayo del 2019 se realizó la auscultación de fallas en superficie carpeta asfáltica del km 12+250 al km 39+500 (tramos 1, 2, 3, 4 y 5).

El grupo de trabajo estuvo integrado por el ingeniero de campo Steve Romero, técnico Ángel Haro y el chofer de la camioneta José Luis Rodríguez.

Una vez cuantificado y identificado las longitudes de las unidades de muestra, a continuación, se muestra en la tabla los tramos sectorizados:

*Tabla 8*

*Ubicación de unidades de muestreo. Tramos 1, 2, 3, 4 y 5.*

TRAMO	CALZADA	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA DE CAMPO	
			INICIAL	FINAL
T1	DERECHA	1	12+960	12+990
		2	14+001	14+031
		3	14+832	14+862
		4	14+953	14+983
		5	16+540	16+570
		6	17+416	17+446
		7	18+387	18+417
		8	19+238	19+268
		9	20+189	20+219
		10	20+960	20+990
		11	21+660	21+690
		12	22+081	22+111
		13	23+697	23+727
		14	24+293	24+323
		15	25+354	25+384
		16	25+635	25+665
T1	IZQUIERDA	1	12+910	12+940
		2	14+001	14+031
		3	14+772	14+802
		4	15+123	15+153
		5	16+174	16+204
		6	17+095	17+125
		7	17+876	17+906
		8	19+047	19+077
		9	19+998	20+028

		10	20+339	20+369
		11	21+610	21+640
		12	22+791	22+821
		13	22+992	23+022
		14	24+493	24+523
		15	25+374	25+404
		16	26+465	26+495
<b>T2</b>	<b>DERECHA</b>	1	28+550	28+590
		2	28+775	28+815
		3	28+910	28+950
		4	29+225	29+265
		5	29+265	29+305
		6	29+635	29+675
		7	29+840	29+880
		8	29+980	30+020
		9	30+330	30+370
		10	30+550	30+590
		11	30+665	30+705
		12	31+020	31+060
		13	31+065	31+105
		14	31+330	31+370
<b>T2</b>	<b>IZQUIERDA</b>	1	28+465	28+505
		2	28+770	28+810
		3	28+925	28+965
		4	29+225	29+265
		5	29+265	29+305
		6	29+625	29+665
		7	29+900	29+940
		8	29+990	30+030
		9	30+265	30+305
		10	30+540	30+580
		11	30+715	30+755
		12	30+940	30+980
		13	31+105	31+145
		14	31+340	31+380
<b>T3</b>	<b>ÚNICA</b>	1	34+315	34+340
		2	34+465	34+490
		3	34+530	34+555
		4	34+605	34+630
		5	34+690	34+715
		6	34+845	34+870
		7	34+940	34+965
		8	34+975	35+000
		9	35+115	35+140
		10	35+185	35+210
		11	35+250	35+275
		12	35+350	35+375
		13	35+490	35+515
<b>T4</b>	<b>ÚNICA</b>	1	35+635	35+665
		2	35+825	35+855
		3	36+075	36+105
		4	36+485	36+515
		5	36+515	36+545



		6	36+760	36+790
		7	37+205	37+235
		8	37+350	37+380
		9	37+595	37+625
		10	37+790	37+820
		11	38+005	38+035
		12	38+230	38+260
		13	38+625	38+655
		14	38+820	38+850
T5	ÚNICA	1	38+970	39+000
		2	39+039	39+069
		3	39+108	39+138
		4	39+147	39+177
		5	39+206	39+236
		6	39+285	39+315
		7	39+334	39+364
		8	39+383	39+413
		9	39+442	39+472

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Actividades realizadas en la experiencia profesional

#### 3.5.1 Documentos referenciales

Toda la información recabada de los estudios realizados en campo registrará de acuerdo a los siguientes manuales:

- Norma ASTM D6433, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index.
- Manual Técnico de Inventario Vial Calificado elaborado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones MTC.
- Norma ASTM E950, Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference.

### 3.5.2 Modelo de solución del proyecto

Este proyecto forma parte de los estudios previos para realizar el plan de mantenimiento a la vía estudiada, la planificación del proyecto:

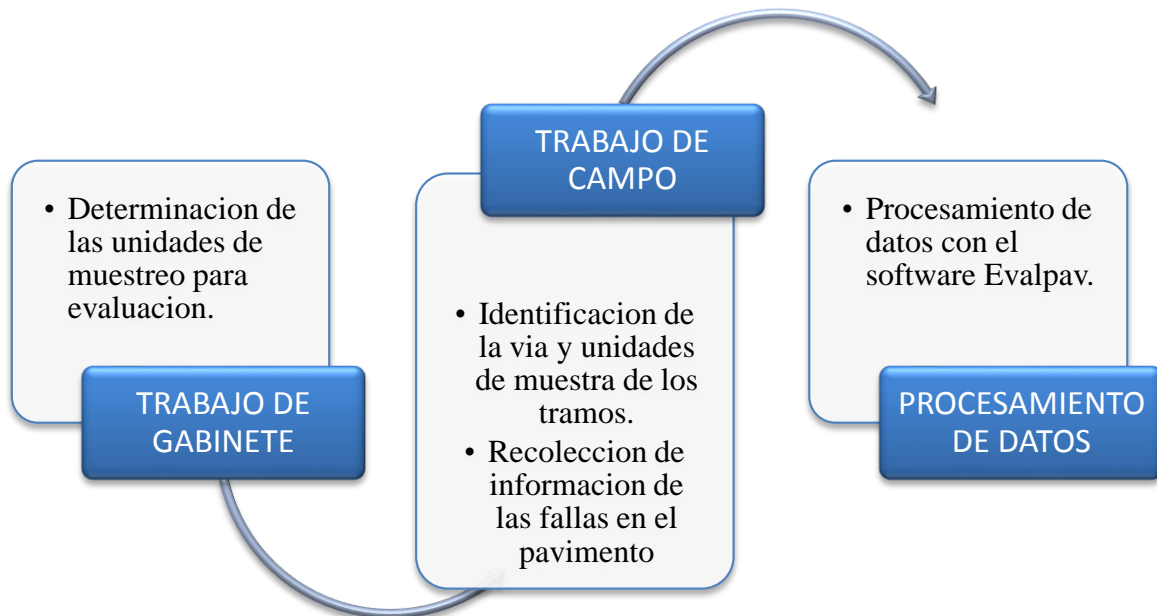


Figura 73 Planificación del trabajo del proyecto. Elaboración propia

#### 3.5.2.1 Trabajo de gabinete

- **Determinación de las unidades de muestreo para evaluación**

La evaluación del proyecto en los tramos 1,2,3,4 y 5, se desarrollo con las longitudes de las muestras mostradas en la Tabla 7, siguiendo el procedimiento de los documentos referenciales. Para conocer el número de muestras a evaluar, para cada tramo se utilizó la ecuación referenciada en la Figura 71. Para el tramo 1 se obtuvo 16 unidades de muestra de 891 metro de longitud para ambas calzadas ( derecha e izquierda), para el tramo 2 se obtuvo 14 unidades de muestra de 225 metros de longitud para ambas calzadas, para el tramo 3 se obtuvo 13 unidades de muestra de 95 metros de longitud de la calzada única, para el tramo 4 se obtuvo 14 unidades de muestra de 245 metros de longitud para la calzada única y el tramo 5 obtuvo 09 unidades de muestra de 59 metros de longitud para

la calzada única, estas unidades de muestra para cada tramo se puede observar en la Tabla 8.

Previamente a iniciar la evaluación, se realizó un reconocimiento de la vía con la finalidad de establecer el plan de trabajo, identificando las áreas de riesgo, con más carga de tránsito donde se dificulta el trabajo de recolección de datos, adicionalmente nos sirvió para poder delimitar las unidades de muestra que indica la Tabla 8.

### 3.5.2.2 Trabajo de campo

- **Identificación de la vía y unidades de muestra de los tramos**

Antes de empezar la evaluación, se hizo la identificación de las zonas de posible riesgo en la vía y se hizo la identificación de las unidades de muestras para cada tramo y calzada correspondiente, tal como indica la Tabla 8. A continuación se muestra algunas imágenes que permiten dar mejor idea del trabajo realizado en campo.



Figura 74 Trabajos de identificación de las unidades de muestra del tramo 01 Calzada Izquierda. Fuente: Elaboración propia.



Figura 75 Trabajos de identificación de las unidades de muestra del tramo 01 Calzada Derecha. Fuente: Elaboración propia



Figura 76 Trabajos de identificación de las unidades de muestra del tramo 03. Calzada única. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se identificó los tramos y sus respectivas unidades de muestra, para proceder a iniciar los trabajos de recolección de datos de las fallas encontradas en la carpeta asfáltica.

- **Recolección de información de las fallas en el pavimento.**

Las inspecciones para recolectar la información de las unidades de muestras se realizaron recorriendo a pie, se realizó la inspección de todas las unidades de muestra para cada tramo, identificando y cuantificando en cada unidad de muestreo los tipos de fallas, su nivel de severidad, posteriormente registrar los datos. Los horarios de trabajo eran de 7:30am a 4:00 pm. Para el trabajo de campo se utilizó como herramientas de recolección de información:

- Libreta de notas
- Odómetro
- Escuadra y regla
- Manual PCI
- Cámara fotográfica



Figura 77 Trabajos de recolección de información en el tramo 01. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia



Figura 78 Trabajos de recolección de información en el tramo 01. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia



Figura 79 Trabajos de recolección de información en el tramo 01. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia



Figura 80 Trabajos de recolección de información en el tramo 02. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia



Figura 81 Trabajos de recolección de información en el tramo 02. Carril izquierdo. Fuente: Elaboración propia



Figura 82 Trabajos de recolección de información en el tramo 03. Fuente: Elaboración propia



Figura 83 Trabajos de recolección de información en el tramo 03. Fuente: Elaboración propia





Figura 84 Trabajos de recolección de información en el tramo 04. Fuente: Elaboración propia



Figura 85 Trabajos de recolección de información en el tramo 04. Fuente: Elaboración propia

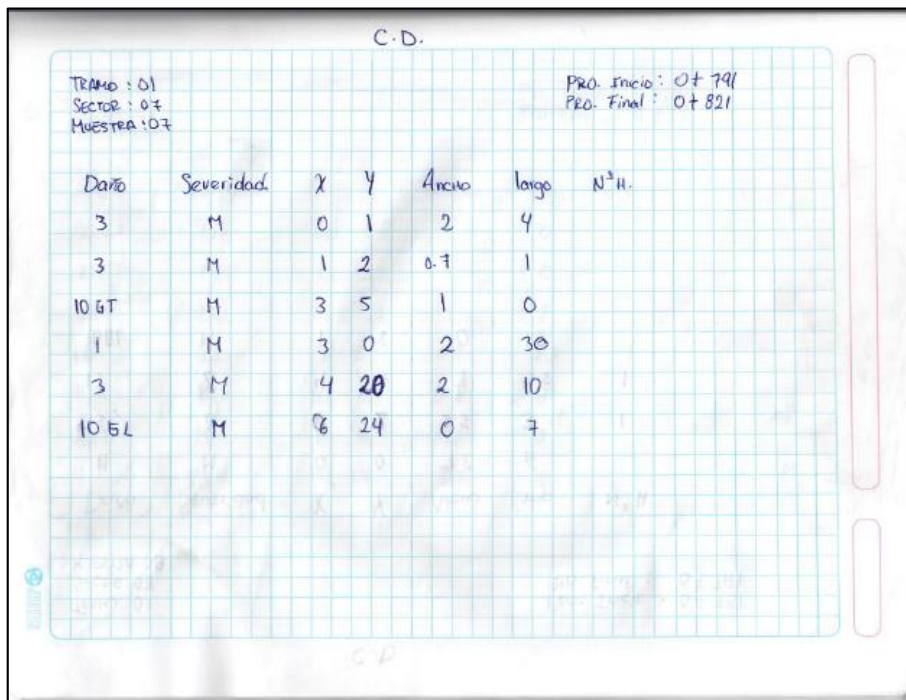
### 3.5.2.3 Procesamiento de datos

- **Procesamiento de datos con el software Evalpav.**

En este proyecto se utilizó el software Evalpav, la aplicación de este sistema de gestión de base de datos para la evaluación de la condición superficial, el procesamiento de información mediante el software te brinda la información en menor tiempo, calidad y grado de confiabilidad para facilitar el análisis mediante la interpretación de resultados. Los pasos para el procesamiento de la información del proyecto, se muestran a continuación:

#### a) Crear un proyecto

Después de recoger los datos en campo como se muestra en la figura 86, para iniciar el procesamiento de datos se debe crear el proyecto en el software Evalpav. Como se muestra en la figura 87.



C.D.

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	NºH.
3	M	0	1	2	4	
3	M	1	2	0.7	1	
10 GT	M	3	5	1	0	
1	M	3	0	2	30	
3	M	4	20	2	10	
10 BL	M	6	24	0	7	

PRO. Inicio: 0+791  
PRO. Final: 0+821

Figura 86 Libreta de campo del tramo 01 CZD. Unidad de muestra 07. Fuente: Elaboración propia

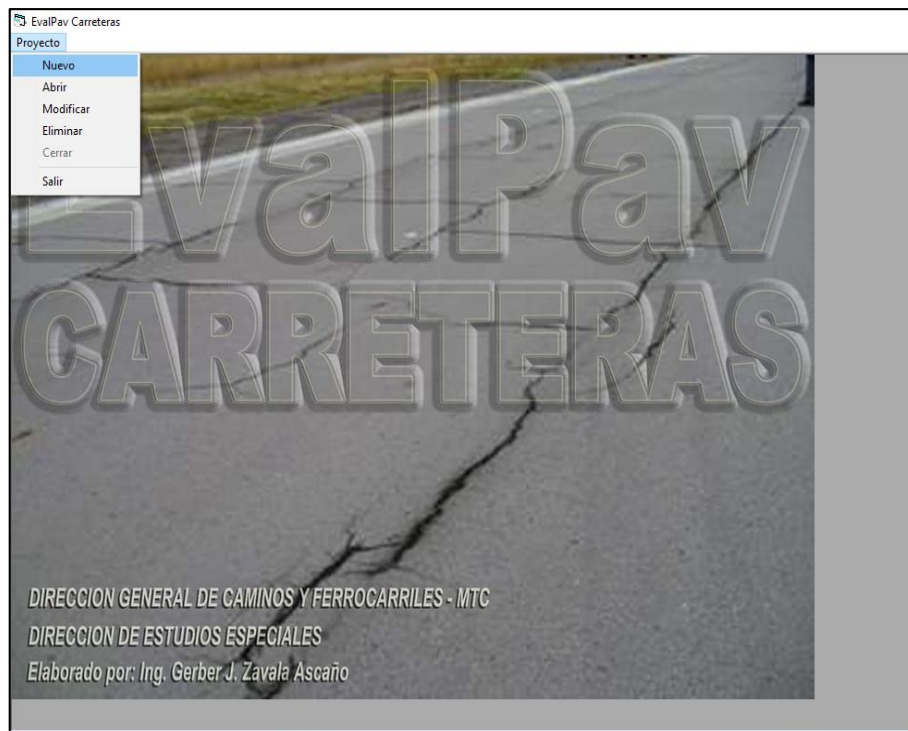


Figura 87 Imagen del software Evalpav. Referencia para crear un nuevo proyecto. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se presentará el cuadro de Proyecto nuevo, en donde solicitan información del nombre del proyecto y su ubicación.

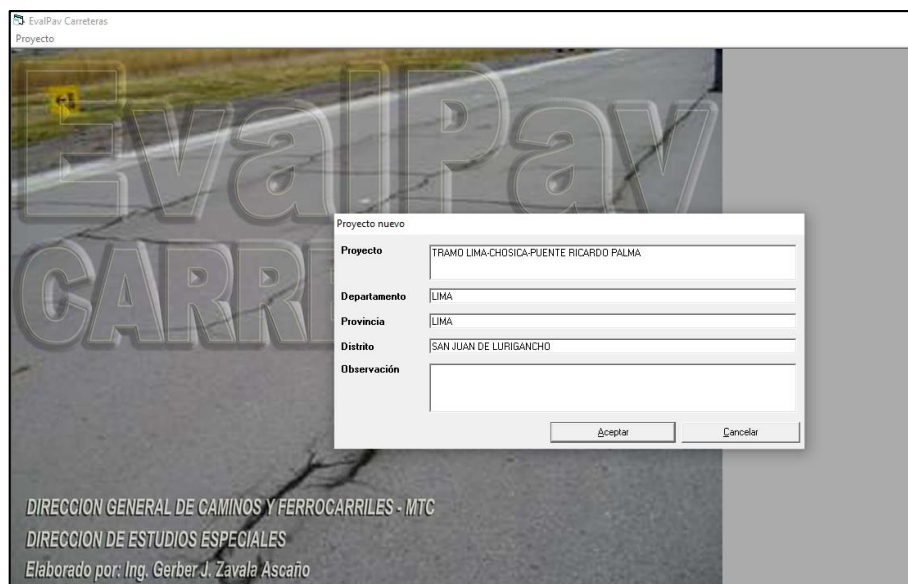


Figura 88 Imagen del software Evalpav. Fuente: Elaboración propia

### **b) Ingresar datos para las unidades de muestra del proyecto**

En la tabla 8 se seleccionaron las progresivas de las unidades de muestra para cada tramo del proyecto se hace el siguiente proceso:

- Seleccionar las opciones EVALUACIÓN/CONDICION SUPERFICIAL DE LOS PAVIMENTOS/CONCRETO ASFALTICO de la barra de menú, tal como se muestra en la figura 89.



Figura 89 Imagen del software Evalpav. Referencia para empezar la evaluación. Fuente: Elaboración propia

- En la figura 90, se muestra el siguiente cuadro donde se deberían crear los tramos o sectores, en nuestro caso Tramo 1 CZD CZI, 2 CZD CZI, 3, 4 y 5. En la figura se muestra los tramos creados en relación a nuestro proyecto.

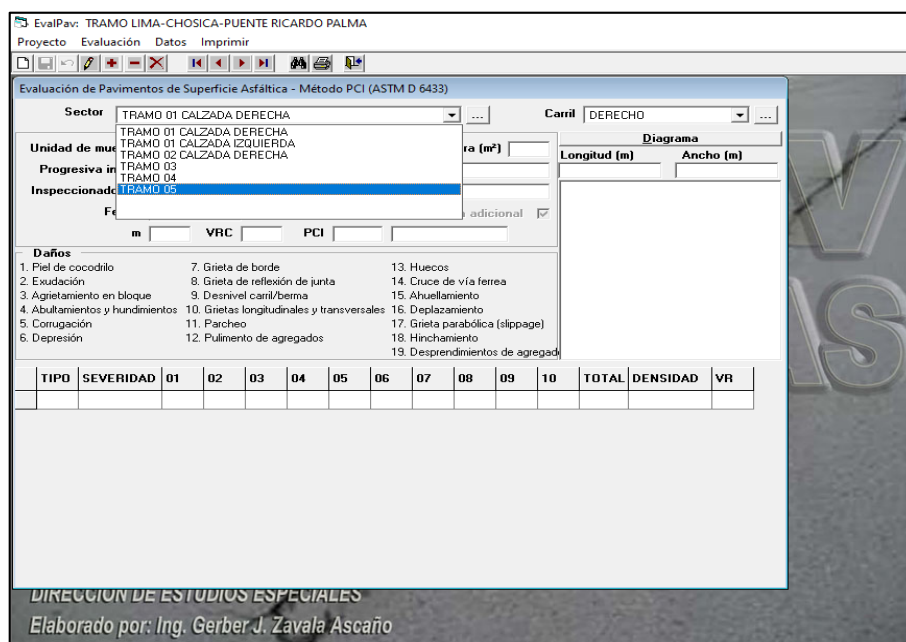


Figura 90 Imagen del software Evalpav. Fuente: Elaboración propia

- Después de haber creado los sectores, para proceder a trabajar se debe especificar el tramo que se desea introducir los datos recogidos de campo tal como se muestra en la figura 91, para cada unidad de muestra del proyecto. En la figura se seleccionó el tramo 01 calzada derecha como sector a trabajar y se ingresara los datos recogidos en la unidad de muestra N° 01. Se introduce las fallas recogidas en el trabajo de campo, con las coordenadas en ambos ejes y sus dimensiones, como se muestra en la figura 92. De esta manera, se procesa cada unidad de muestra para cada tramo, siendo este software una herramienta rápida y con un alto grado de confiabilidad para el trabajo de evaluaciones superficiales mediante el método PCI. En las figuras 90,91,92 y 93, se muestra el proceso de la cuantificación de cada PCI para cada unidad de muestra en los diferentes tramos del proyecto.

C. D.

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Carril	N° Huesos
TRAMO : 01							
SECTOR : 01							
MUESTRA : 01							
							PROGRESIVA INICIO = 0+711
							PROGRESIVA FINAL = 0+741
10 BT	M	0	0	2m	0	D-	
10 BT	L	0	5	2m	0	D-	
10 BT	L	2	5	0	1m	D-	
13	L	0.5	10			D-	1
10 GT	L	1	20	1m	0	D-	
15	L	1	0	0.5	20		
15 b	L	2.5	0	0.5	20		
15	L	4	0	0.5	20		
15	L	5.5	0	0.5	20		
15	L	6	0	0.5	20		
15	L	7.5	0	0.5	20		

Figura 91 Libreta de campo del tramo 01 CZD. Unidad de muestra 01. Fuente: Elaboración propia

Diagrama

	TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
	10	M	0	0	0	2	2
	10	L	0	5	0	2	2
	10	L	2	5	1	0	1
	13	L	0.5	10	0	0	0
	10	L	1	20	0	1	1
	15	L	1	0	30	0.5	15
	15	L	2.5	0	30	0.5	15
	15	L	4	0	30	0.5	15
	15	L	5.5	0	30	0.5	15
	15	L	6	0	30	0.5	15
	15	L	7.5	0	30	0.5	15

Agregar  
 Grabar  
 Cancelar  
 Modificar  
 Eliminar  
 Salir

Figura 92 Imagen del software Evalpav. Referencia para introducir las fallas con sus coordenadas y dimensiones de la unidad de muestra 01 del tramo 01 Calzada Derecha. Fuente: Elaboración propia

EvalPav: TRAMO LIMA-CHOSICA-PUENTE RICARDO PALMA

Proyecto Evaluación Datos Imprimir

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: TRAMO 01 CALZADA DERECHA Carril: CALZADA UNICA

Unidad de muestra: 001 Area de muestra (m²): 234

Progresiva inicial: K 12+960 Progresiva final:

Inspeccionado por: ING. STEVE ROMERO VILLEGAS

Fecha: 04/06/2019 Muestra adicional:

m: 0 VRC: 44 PCI: 56 Buena:

Daños:

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	L	2.0	2.0									4.0	1.7	0
10	M	2.0										2.0	0.9	1
13	L													0
15	L	90.0										90.0	38.5	43

DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES  
Elaborado por: Ing. Gerber J. Zavala Ascaño

Figura 93 Imagen del software Evalpav. Resultados para la unidad de muestra 01 del tramo 01 Calzada Derecha Fuente: Elaboración propia

Diagrama

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
	11	M	2	2	7	1	7
	10	M	3	5	0	1	1
	13	L	6	6	0.1	0.1	0.01
	1	M	6	7	3	2	6
	10	M	4	18	0	3	3
	1	H	3	26	1	2	2
▶	11	M	0	27	1	4	4

Figura 94 Imagen del software Evalpav. Referencia para introducir las fallas con sus coordenadas y dimensiones de la unidad de muestra 01 del tramo 02 Calzada Derecha. Fuente: Elaboración propia

EvalPav: TRAMO LIMA-CHOSICA-PUENTE RICARDO PALMA

Proyecto Evaluación Datos Imprimir

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: TRAMO 02 CALZADA DERECHA Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 001 Área de muestra (m²): 248

Progresiva inicial: K 25+550 Progresiva final: [ ]

Inspeccionado por: ING. STEVE ROMERO VILLEGAS

Fecha: 04/06/2019 Muestra adicional:

m: 7.43 VRC: 52 PCI: 48 Regular:

**Daños**

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel caril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Conugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (stippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregado

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
1	H	2.0										2.0	0.8	27
1	M	6.0										6.0	2.4	30
10	M	1.0	3.0									4.0	1.6	4
11	M	4.0	7.0									11.0	4.4	21
▶ 13	L													0

DIRECCION DE ESTUDIOS ESPECIALES  
Elaborado por: Ing. Gerber J. Zavala Ascaño

Figura 95 Imagen del software Evalpav. Resultados para la unidad de muestra 01 del tramo 02 Calzada Derecha Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación superficial, “Resumen valores PCI” y “Estadísticas clasificación PCI” para los tramos 1, 2, 3, 4 y 5

Tabla 9

*Tabla de valores PCI promedio, mínimo y máximo de los tramos 1,2,3,4,5*

Tramo	Calzada	Valores PCI		
		Promedio	Mínimo	Máximo
<b>T1</b>	<b>CZD</b>	48	22	99
	<b>CZI</b>	70	15	100
<b>T2</b>	<b>CZD</b>	64	21	87
	<b>CZI</b>	51	23	90
<b>T3</b>	<b>CZU</b>	58	23	91
<b>T4</b>	<b>CZU</b>	23	1	84
<b>T5</b>	<b>CZU</b>	47	19	94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

*Tabla de valores de los resultados de cada unidad de muestra*

TRAMO	CALZADA	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA DE CAMPO		PCI
			INICIAL	FINAL	
<b>T1</b>	DERECHA	1	12+960	12+990	<b>56</b>
		2	14+001	14+031	<b>51</b>
		3	14+832	14+862	<b>39</b>
		4	14+953	14+983	<b>49</b>
		5	16+540	16+570	<b>45</b>
		6	17+416	17+446	<b>49</b>
		7	18+387	18+417	<b>26</b>
		8	19+238	19+268	<b>25</b>
		9	20+189	20+219	<b>50</b>
		10	20+960	20+990	<b>45</b>
		11	21+660	21+690	<b>48</b>
		12	22+081	22+111	<b>22</b>
		13	23+697	23+727	<b>65</b>
		14	24+293	24+323	<b>36</b>
		15	25+354	25+384	<b>58</b>
		16	25+635	25+665	<b>99</b>
<b>T1</b>	IZQUIERDA	1	12+910	12+940	<b>84</b>
		2	14+001	14+031	<b>74</b>
		3	14+772	14+802	<b>92</b>
		4	15+123	15+153	<b>82</b>
		5	16+174	16+204	<b>81</b>
		6	17+095	17+125	<b>94</b>



		7	17+876	17+906	<b>26</b>
		8	19+047	19+077	<b>83</b>
		9	19+998	20+028	<b>71</b>
		10	20+339	20+369	<b>96</b>
		11	21+610	21+640	<b>83</b>
		12	22+791	22+821	<b>100</b>
		13	22+992	23+022	<b>68</b>
		14	24+493	24+523	<b>45</b>
		15	25+374	25+404	<b>15</b>
		16	26+465	26+495	<b>29</b>
<b>T2</b>	<b>DERECHA</b>	1	28+550	28+590	<b>48</b>
		2	28+775	28+815	<b>50</b>
		3	28+910	28+950	<b>52</b>
		4	29+225	29+265	<b>68</b>
		5	29+265	29+305	<b>60</b>
		6	29+635	29+675	<b>87</b>
		7	29+840	29+880	<b>78</b>
		8	29+980	30+020	<b>81</b>
		9	30+330	30+370	<b>81</b>
		10	30+550	30+590	<b>86</b>
		11	30+665	30+705	<b>21</b>
		12	31+020	31+060	<b>33</b>
		13	31+065	31+105	<b>72</b>
		14	31+330	31+370	<b>77</b>
<b>T2</b>	<b>IZQUIERDA</b>	1	28+465	28+505	<b>69</b>
		2	28+770	28+810	<b>30</b>
		3	28+925	28+965	<b>62</b>
		4	29+225	29+265	<b>40</b>
		5	29+265	29+305	<b>33</b>
		6	29+625	29+665	<b>49</b>
		7	29+900	29+940	<b>38</b>
		8	29+990	30+030	<b>61</b>
		9	30+265	30+305	<b>90</b>
		10	30+540	30+580	<b>23</b>
		11	30+715	30+755	<b>79</b>
		12	30+940	30+980	<b>37</b>
		13	31+105	31+145	<b>36</b>
		14	31+340	31+380	<b>61</b>
<b>T3</b>	<b>ÚNICA</b>	1	34+315	34+340	<b>23</b>
		2	34+465	34+490	<b>48</b>
		3	34+530	34+555	<b>56</b>
		4	34+605	34+630	<b>90</b>
		5	34+690	34+715	<b>81</b>
		6	34+845	34+870	<b>34</b>
		7	34+940	34+965	<b>46</b>
		8	34+975	35+000	<b>38</b>
		9	35+115	35+140	<b>91</b>
		10	35+185	35+210	<b>79</b>
		11	35+250	35+275	<b>43</b>
		12	35+350	35+375	<b>50</b>
		13	35+490	35+515	<b>69</b>
<b>T4</b>	<b>ÚNICA</b>	1	35+635	35+665	<b>72</b>
		2	35+825	35+855	<b>7</b>
		3	36+075	36+105	<b>3</b>
		4	36+485	36+515	<b>8</b>
		5	36+515	36+545	<b>7</b>

		6	36+760	36+790	<b>4</b>
		7	37+205	37+235	<b>6</b>
		8	37+350	37+380	<b>1</b>
		9	37+595	37+625	<b>25</b>
		10	37+790	37+820	<b>13</b>
		11	38+005	38+035	<b>5</b>
		12	38+230	38+260	<b>3</b>
		13	38+625	38+655	<b>84</b>
		14	38+820	38+850	<b>79</b>
<b>T5</b>	<b>ÚNICA</b>	1	38+970	39+000	<b>44</b>
		2	39+039	39+069	<b>68</b>
		3	39+108	39+138	<b>44</b>
		4	39+147	39+177	<b>19</b>
		5	39+206	39+236	<b>94</b>
		6	39+285	39+315	<b>60</b>
		7	39+334	39+364	<b>27</b>
		8	39+383	39+413	<b>30</b>
		9	39+442	39+472	<b>37</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la representación gráfica que permite visualizar la condición superficial:

- De los resultados obtenidos para el km 12+250 – km 26+500 (Tramo 1) calzada derecha, se observa una condición superficial general considerada como regular, con valores PCI promedio del tramo de 48. En la figura 85 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 22, considerado como muy malo y un valor máximo de 99, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Index).

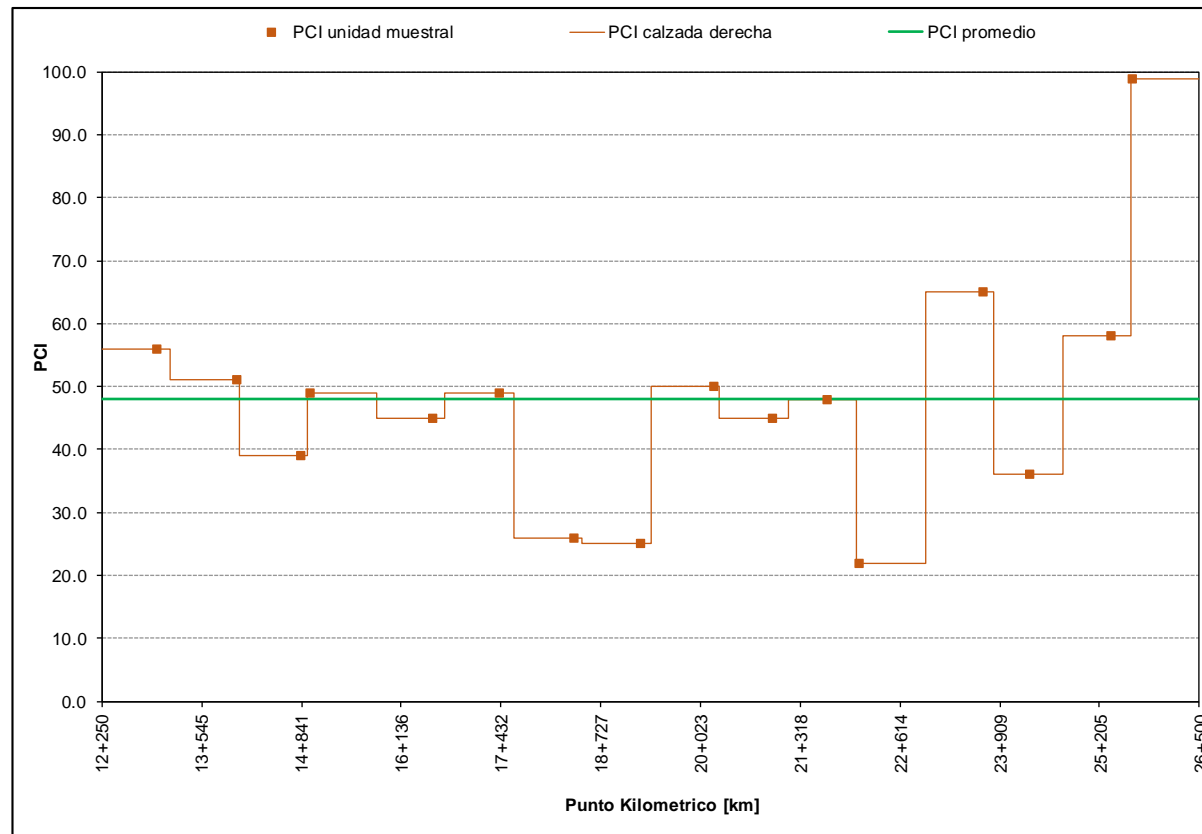


Figura 96 Índice de Condición (PCI), Tramo 1- Calzada derecha (km 12+250 – km 26+500) Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos para el km 12+250 – km 26+500 (Tramo 1) calzada izquierda, se observa una condición superficial general considerada como muy bueno, con valores PCI promedio del tramo de 70. En la figura 86 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 15, considerado como muy malo y un valor máximo de 100, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Index)

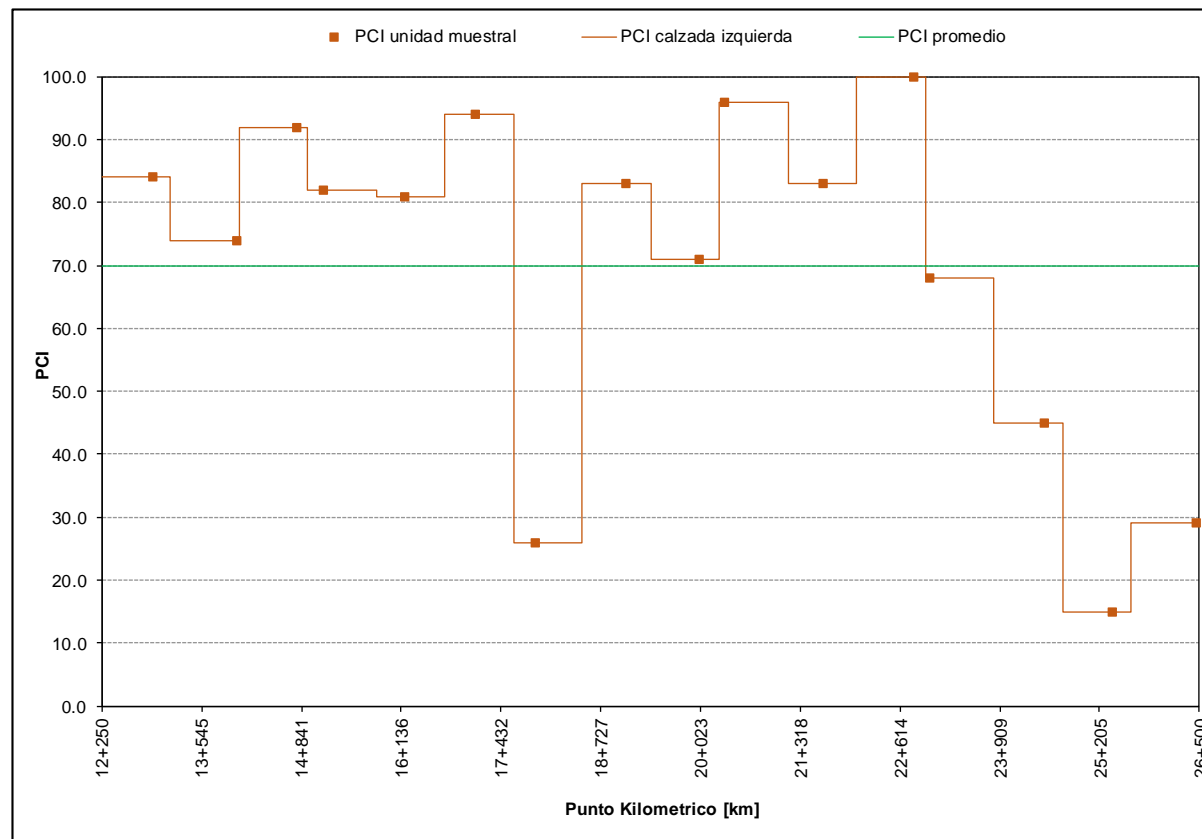


Figura 97 Índice de Condición (PCI), Tramo 1- Calzada izquierda (km 12+250 – km 26+500). Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos para el km 28+365 – km 31+520 (Tramo 2) calzada derecha, se observa una condición superficial general considerada como bueno, con valores PCI promedio del tramo de 64. En la figura 87 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 21, considerado como muy malo y un valor máximo de 87, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Index)

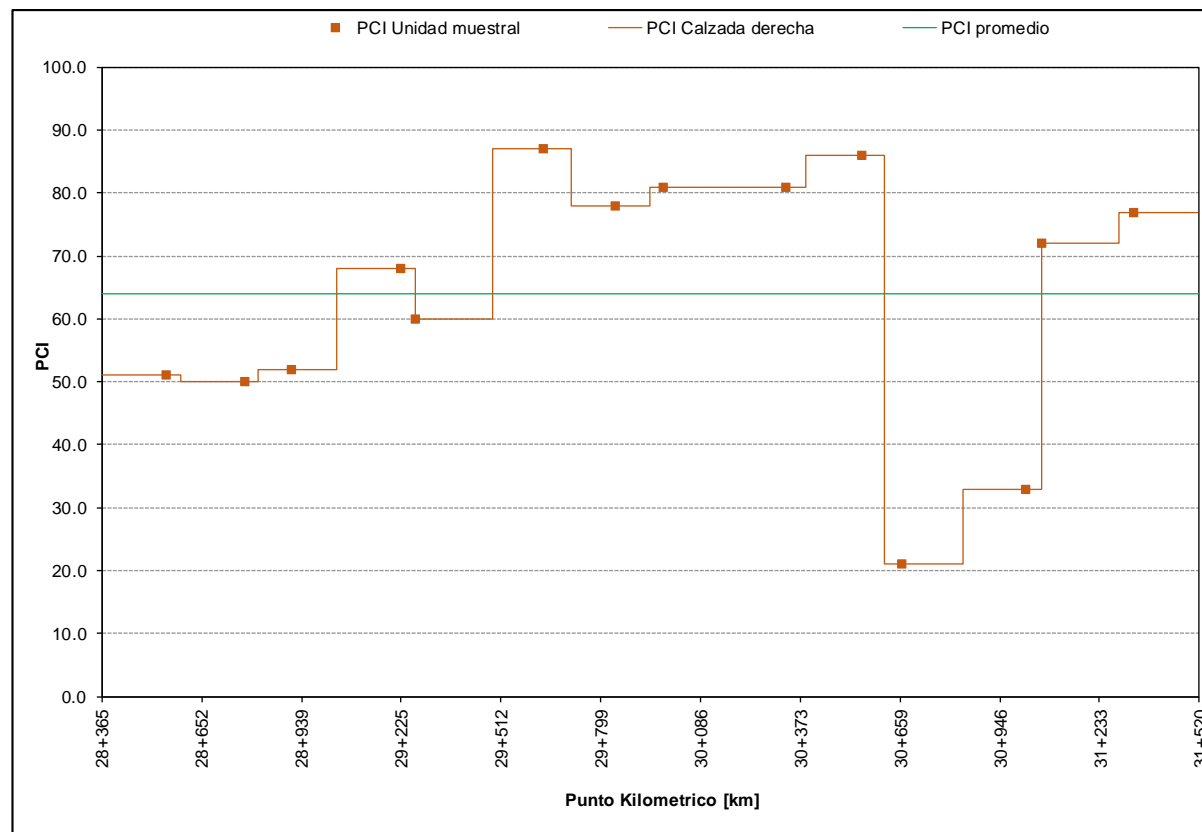


Figura 98 Índice de Condición (PCI), Tramo 2 – Calzada derecha (km 28+365 – km 31+520). Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos para el km 28+365 – km 31+520 (Tramo 2) calzada izquierda, se observa una condición superficial general considerada como bueno, con valores PCI promedio del tramo de 51. En la figura 88 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 23, considerado como muy malo y un valor máximo de 90, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Index)

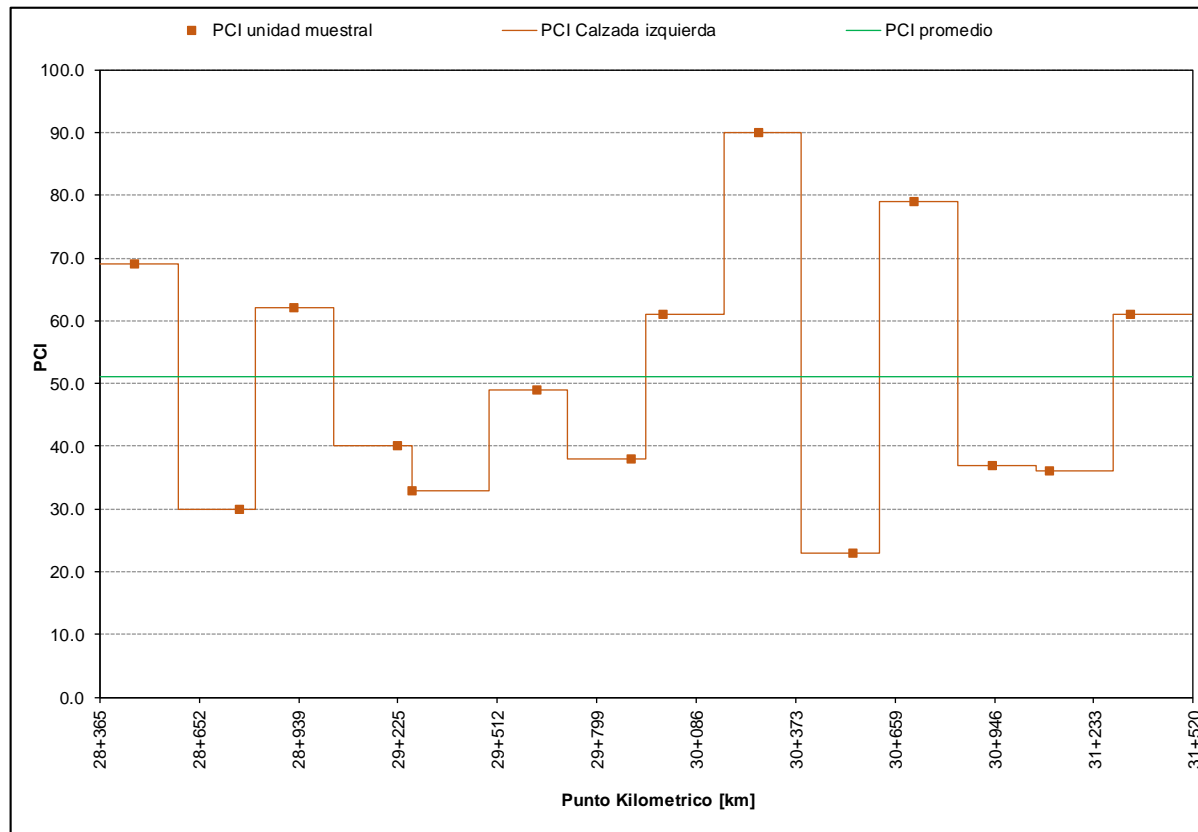


Figura 99 Índice de Condición (PCI), Tramo 2 – Calzada izquierda (km 28+365 – km 31+520). Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos para el km 34+300 – km 35+535 (Tramo 3), se observa una condición superficial general considerada como bueno, con valores PCI promedio del tramo de 58. En la figura 89 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 23, considerado como muy malo y un valor máximo de 91, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Index).

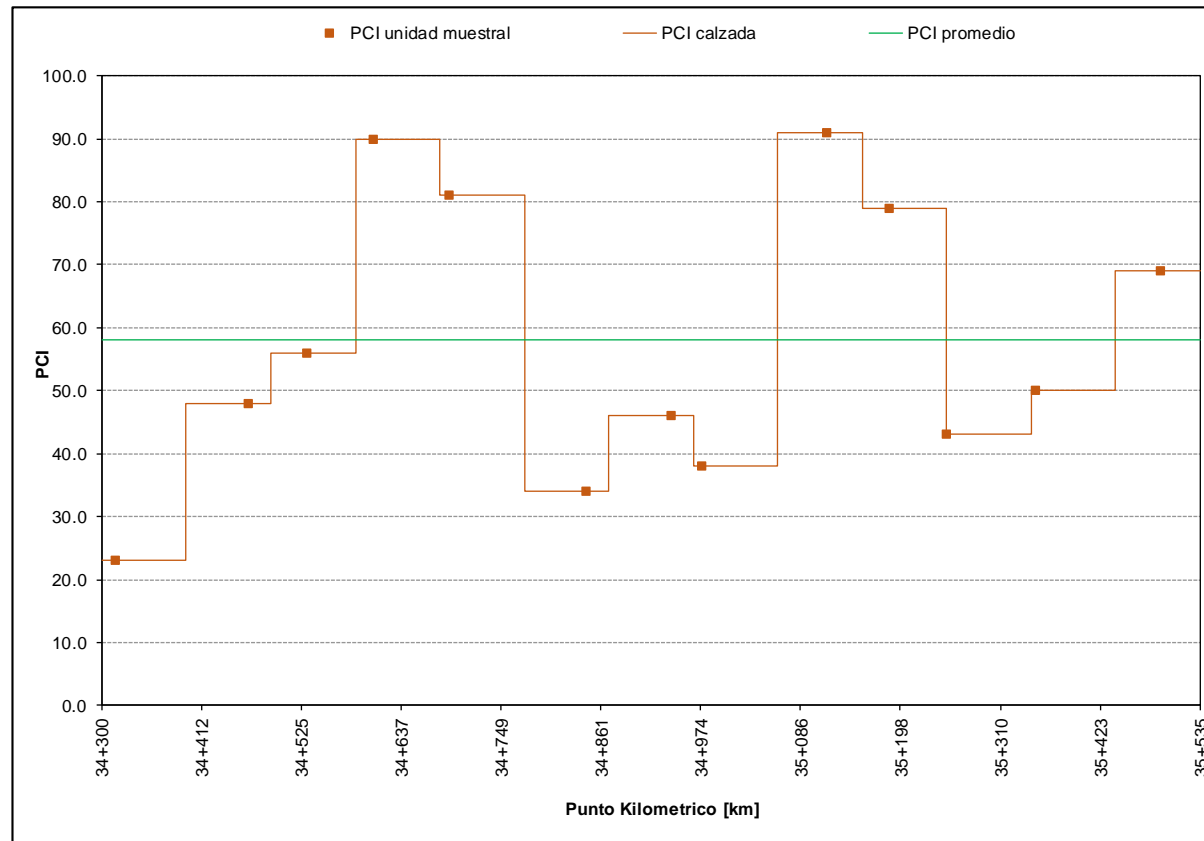


Figura 100 Índice de Condición (PCI), Tramo 3 (km 34+300 – km 35+535). Fuente: Elaboración propia

- De los resultados obtenidos para el km 35+535 – km 38+970 (Tramo 4), se observa una condición superficial general considerada como muy malo, con valores PCI promedio del tramo de 23. En la figura 90 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 1, considerado fallado o colapsado y un valor máximo de 84, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Índice).

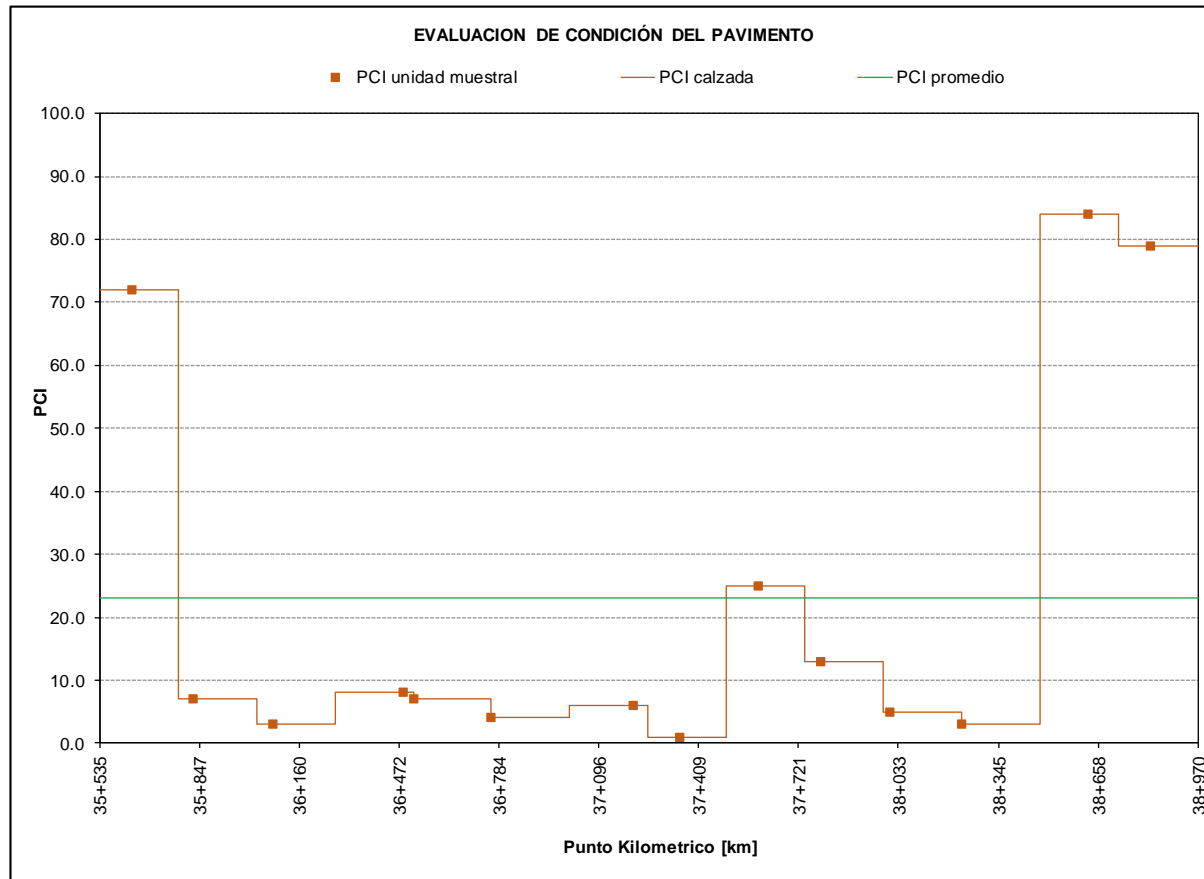


Figura 101 Índice de Condición (PCI), Tramo 4 (km 35+535 – km 38+970). Fuente: Elaboración propia



- De los resultados obtenidos para el km 38+970 – km 39+500 (Tramo 5), se observa una condición superficial general considerada como regular, con valores PCI promedio del tramo de 47. En la figura 91 se muestra los valores de PCI de cada una de las unidades de muestra recolectadas, teniendo como valor mínimo 19, considerado muy malo y un valor máximo de 94, considerado como excelente, según Vásquez Valera (2002), en el Manual del PCI (Pavement Condition Index).

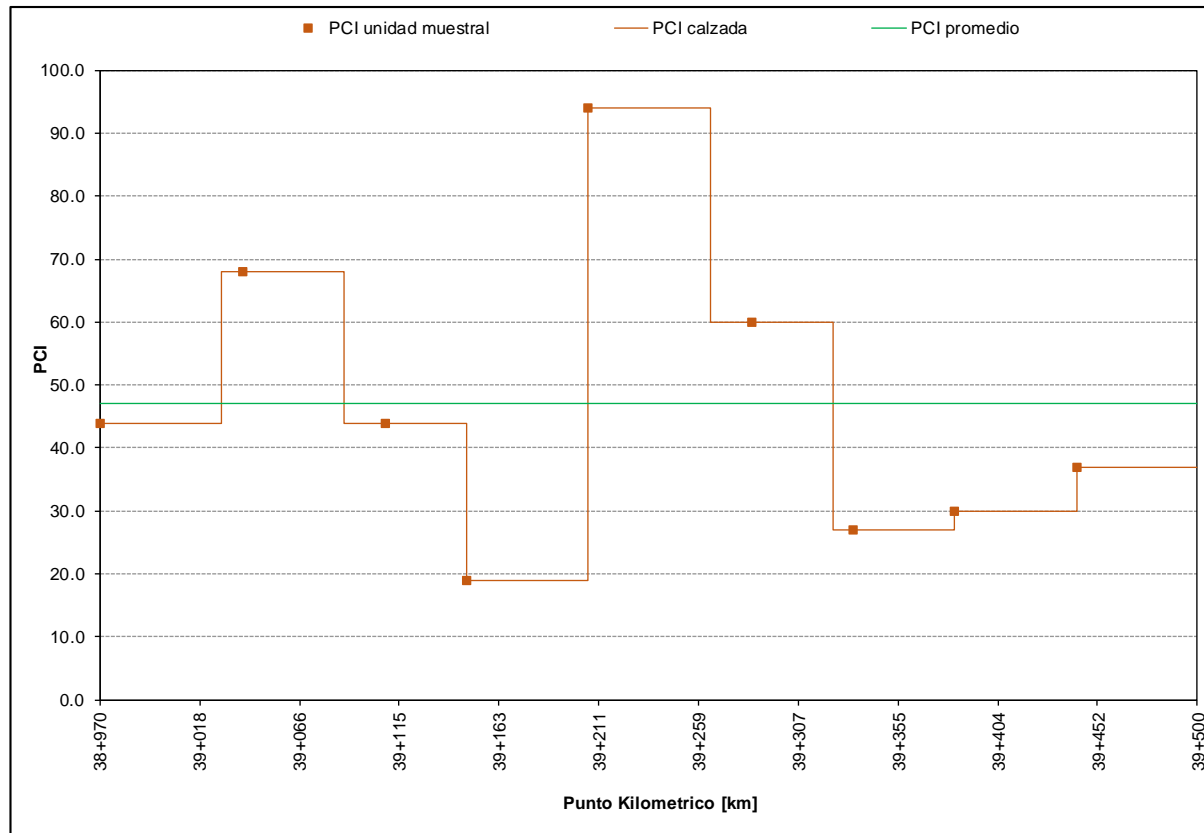


Figura 102 Índice de Condición (PCI), Tramo 5 (km 38+970 – km 39+500) Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

- **General:**

- El valor PCI promedio para el tramo 1 calzada derecha es de 48 el cual califica como regular, el valor PCI promedio para la calzada izquierda es 70 el cual califica como bueno, el valor PCI promedio para el tramo 2 calzada derecha es de 64 el cual califica como bueno, el valor PCI promedio para el tramo 2 calzada izquierda es de 51 el cual califica como regular, el valor PCI promedio para el tramo 3 es de 58, el valor PCI promedio para el tramo 4 es de 23 y el valor PCI promedio para el tramo es de 47.

- **Especificas**

- De la figura 86, se concluye que el tramo 1 – Calzada derecha se encuentra en estado regular, los valores PCI del tramo indican condición muy mala en el 6%, condición mala en el 25%, el mayor porcentaje se encuentra en condición regular en el 44%, condición bueno en el 19% y condición excelente en el 6% del total del tramo. Las fallas con mayor incidencia son Grietas longitudinales y transversales, Baches y zanjas reparadas y Huecos.
- De la figura 87, se concluye que el tramo 1 – Calzada izquierda se encuentra en estado bueno, los valores PCI del tramo indican condición muy mala en el 6%, condición mala en el 13%, condición regular en el 6%, condición bueno en el 6%, el mayor porcentaje se encuentra en condición muy buena en el 44% y es importante resaltar los valores en condición excelente en el 25% del total del tramo. Las fallas con mayor incidencia son: Grietas longitudinales y transversales, baches, zanjas reparadas, huecos y en menor incidencia se encontró grieta piel de cocodrilo.

- De la figura 88, se concluye que el tramo 2 – Calzada derecha se encuentra en estado bueno, los valores PCI del tramo indican condición muy mala en el 7%, condición mala en el 7%, condición regular en el 21%, condición bueno en el 14%, el mayor porcentaje se encuentra en condición muy buena en el 36% y condición excelente en el 14% del total del tramo. las fallas con mayor incidencia son: grieta piel de cocodrilo, grietas de contracción, grietas longitudinales y transversales y huecos.
- De la figura 89, se concluye que en el tramo 2 – Calzada izquierda se encuentra en estado regular, los valores PCI del tramo indican condición muy mala en el 7%, condición mala en el 26%, condición regular en el 14%, el mayor porcentaje se encuentra en condición bueno en el 29%, condición muy buena en el 7% y condición excelente en el 7% del total del tramo. Las fallas con mayor incidencia son: Grietas longitudinales y transversales, disgregación y desintegración, huecos, elevación y hundimiento.
- De la figura 90, se concluye que el tramo 3, se encuentra en estado bueno, los valores PCI del tramo indican condición muy mala en el 8%, condición mala en el 15%, el mayor porcentaje se encuentra en condición regular en el 31%, condición bueno en el 15%, condición muy buena en el 15% y condición excelente en el 15% del total del tramo. Las fallas con mayor incidencia son: Grieta piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, baches, zanjas reparadas y huecos.
- De la figura 91, se concluye que en el tramo 4, se encuentra en estado muy malo, los valores PCI del tramo indican condición muy buena en el 21%, condición pobre en el 7%, condición muy pobre en el 7%, el mayor porcentaje se encuentra en condición colapsado, en el 64%, del total del tramo. Las fallas con mayor incidencia son: Grieta piel de cocodrilo, grietas longitudinales, transversales y huecos.

- De la figura 92, se concluye que en el tramo 5 se encuentra en estado regular, los valores PCI del tramo indican condición muy mala en el 11%, el mayor porcentaje se encuentra en condición mala en el 33%, condición regular en el 22%, condición bueno en el 22% y condición excelente en el 11% del total del tramo. Las fallas con mayor incidencia son: Grieta piel de cocodrilo, grietas longitudinales, transversales, baches, zanjas reparadas, huecos, disgregación y desintegración.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer trabajos de ensayos destructivos (calicatas) en cada una de las zonas en el cual su valor de PCI indique que se encuentra en muy malo o colapsado.
- Se recomienda realizar la evaluación estructural con el equipo de Deflectometria en todos los tramos del proyecto, con el fin de recolectar información estructural del pavimento.
- Se recomienda realizar evaluación funcional y establecer su Índice de Rugosidad Internacional (IRI), con el fin de recolectar información funcional del tramo, de esta manera, conocer su índice de serviciabilidad (PSI).
- Se recomienda realizar un trabajo de sellado de fisuras en todos los tramos de la vía, debido que, es la falla con mas frecuencia encontrada a lo largo de los trabajos de recolección de campo.

## LECCIONES APRENDIDAS

- El conocimiento adquirido en esta etapa de trabajo fue numeroso, la más importante es la puntualidad con la cual se tiene que empezar los trabajos, así mismo, respetar los horarios de trabajo, son fundamentales para lograr nuestros objetivos en el cronograma establecido de cada una de nuestras tareas. En este caso, para el proyecto se tuvo que respetar el horario a tolerancia cero, debido que, trabajamos con la luz del día, esto ha demostrado que aumenta la productividad al respetar los horarios establecidos de trabajo.
- Aprender a identificar los riesgos en el trabajo, para este proyecto fue importante el tema de la seguridad en el trabajo, debido que, el trabajo de campo se realizó en una vía de alto tránsito, es conocida como la “Carretera Central”. Al identificar los riesgos se tomó como medida, resguardarnos con una camioneta mientras desarrollábamos el trabajo de campo, se ha demostrado que al hacer un trabajo de auscultación de fallas es importante tomar el tema de la seguridad.
- Los estudios realizados parte del Gobierno dirigidos a las carreteras a nivel nacional son pocos y generan un déficit de infraestructura vial, estos han demostrado que los estudios se hacen cuando las vías se encuentran en estado muy malo o colapsadas. Esto genera más inversión en el momento de ser intervenidas, para cambiar este efecto, es necesario realizar planes de mantenimiento y evaluaciones de las vías a nivel nacional.

## REFERENCIAS

- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*.  
<https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>.
- Ingeniería de pavimentos (Materiales, diseño y conservación) Ing. José Rafael Menéndez Acurio) Primera Edición 2009
- San Simón, U. M. (2002). *Pavimentos*. Universidad Mayor San Simón.  
[https://www.academia.edu/8211318/UNIVERSIDAD\\_MAYOR\\_DE\\_SAN\\_SIM%C3%93N](https://www.academia.edu/8211318/UNIVERSIDAD_MAYOR_DE_SAN_SIM%C3%93N).
- Vásquez Valera, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. <https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Alfaro Carrasco, L. A. (2018). *EVALUACIÓN DEL DETERIORO DEL PAVIMENTO CON MÉTODO DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN LA AV. LA CULTURA, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO*. Universidad Privada de Trujillo.
- ASTM. (2003). *ASTM D-6433-03, Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Pensilvania - USA: ASTM.
- MTC. (2007). *Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras*. Lima: MTC. MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Conservación Vial*. Lima: MTC.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Conservación Vial - (EG 2013)*. Lima: MTC PERÚ.  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4877.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf)
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: MTC PERÚ.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/M](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/M)

[ANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-](#)

[14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf.](#)

- Humpiri Pineda, K. (2015) Análisis superficial de los pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías de la región de Puno [ Tesis de maestría, Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”]. <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (2010) Maestría en vías terrestres, Diseño de Pavimentos, Evaluación de pavimentos. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/fallas-en-pavimentos1.pdf>
- Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/5855>.
- Chang Albitres, C. (2010) Evaluación de pavimentos: Criterios y aplicaciones. Revista vial. <https://revistavial.com/evaluacion-de-pavimentos-criterios-y-aplicaciones/>
- Thenoux, G., Gaete, R. (2012) Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. Recuperado de <https://ricuc.8cl/index.php/ric/article/viewFile/364/306>.
- Sánchez Sabogal, F., (2016) Introducción al diseño de pavimentos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/castilloaroni/mdulo-1-introduccion-al-diseo-de-pavimentos>.
- Zavala Ascaño, G., Software para Evaluación de Pavimento en Aeropuertos y Carreteras en Superficie Asfáltica y Carreteras no Pavimentadas. Recuperado de <https://dev2.construccion.org/biblioteca/articulo/software-para-evaluacion-pavimentos-aeropuertos-carreteras-superficie-asfaltica-carreteras-pavimentadas-1513>



- Castillo, C. (2008) Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la Región Magallanes, Universidad de Chile, <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103218>.
- Márquez, I. (2016). El debate sobre la esfera pública digital: apocalípticos e integrados. *Designis*(24). Recuperado de <http://www.designisfels.net/publicaciones/revistas/24.pdf>

# ANEXOS

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**



Yo, DIRK EDGAR DONGO GAMBOA, Identificado con DNI 40402178, en mi calidad de REPRESENTANTE LEGAL del área de COORDINACIÓN GENERAL de la empresa/institución ITINERIS PERÚ S.A. con R.U.C N° 20600286413, ubicada en la ciudad de Lima

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

Al señor STEVE JESÚS ROMERO VILLEGAS, Identificado con DNI N° 71793357, egresado de la (X) Carrera profesional o ( ) Programa de Postgrado de INGENIERÍA CIVIL para que utilice la siguiente información de la empresa:

DATA DE CAMPO OBTENIDA EN LAS EVALUACIONES SUPERFICIALES Y FUNCIONALES DEL PROYECTO CHOSICA, UBICADO EN LA LOCALIDAD DEL MISMO NOMBRE, MEDIANTE LA INSPECCIÓN DIRECTA DEL PAVIMENTO PARA LA AUSCULTACIÓN DE FALLAS Y EL USO EL PERFILÓMETRO LÁSER PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL IRI, con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Trabajo de Investigación, ( ) Tesis o (X) Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de ( ) Bachiller, ( ) Maestro, ( ) Doctor o (X) Título Profesional.

Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:

- (X) Ficha RUC
- ( ) "Vigencia de Poder (Para Informes de suficiencia profesional)
- ( ) Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis, Trabajo de Investigación o Trabajo de Suficiencia Profesional).

\* Nota: En el caso este formato se use como regularización o continuidad del trámite durante la coyuntura de emergencia - Covid19, se debe de omitir la "Vigencia de Poder" requerido para los Informes de Suficiencia Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

- ( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
- (X) Mencionar el nombre de la empresa.

ITINERIS PERU S.A.  
RUC: 20600286413



Edgar Dongo Gamboa  
Representante Legal

**Firma y sello del Representante Legal**  
DNI: 40402178

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

**Firma del Egresado**

DNI:

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	05	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	30/05/2020				

Anexo N° 01 Carta de Autorización de la Empresa Itineris Peru S.A

C.D.

TRAMO : 01 SECTOR : 01 MUESTRA : 01			PROGRESIVA INICIO = 0+711 PROGRESIVA FINAL = 0+741				
Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Carril	N° Huecos
10 GT	M	0	0	2m	0	D.	
10 GT	L	0	5	2m	0	D.	
10 GT	L	2	5	0	1m	D.	
13	L	0.5	10			D.	1
10 GT	L	1	20	1m	0	D.	
15	L	1	0	0.5	20		
15 b	L	2.5	0	0.5	20		
15	L	4	0	0.5	20		
15	L	5.5	0	0.5	20		
15	L	6	0	0.5	20		
15	L	7.5	0	0.5	20		

Anexo N° 02 Libreta de campo del tramo 01 Calzada derecha, unidad de muestra 01. Progresiva 0+710 al 0+740

C. D.

Tramo: 01  
 Sector: 03  
 Muestra: 03

Pro. Inicio: 0+801  
 Pro. Final: 0+831

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Carril	Nº H.
13		2	3	0.3	4	D.	1
10 GL	H	4	5	0	3	D.	
10 GT	M	0	11	1	0	D.	
10 GL	M	2	12	0	1	D.	
10 GL	M	3	15	0	3	D.	
10 GT	M	1	16	1	0	D.	

Anexo N° 03 Libreta de campo del tramo 01 Calzada derecha, unidad de muestra 03. Progresiva 0+801 al 0+831

C.D.

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Nº H.
10GT	M	0	0	1	0	
10GT	M	1	2	1	0	
1	M	3	5	1	4	
13	L	7	8	0.1	0.2	1
11	M	4	12	0.8	8	
10GT	M	1	16	2	0	
11	M	3	18	3.5	10	

Anexo N° 04 Libreta de campo del tramo 01 Calzada derecha, unidad de muestra 09. Progresiva 0+811 al 0+841

C.D.

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	NºH.
11	H	0	0	7.8	1	
10GT	M	0	1.5	5	0	
19	M	0	3	0.8	6	
10GL	M	3	6	0	5	
10GL	M	2	9	0	2	

C.D.

Anexo N° 05 Libreta de campo del tramo 01 Calzada derecha, unidad de muestra 131. Progresiva 0+755 al 0+785

CARRIL IZQUIERDO

TRAMO: 01  
 MUESTRA: 01  
 SECCION: 01

P<sub>1</sub> INI: 0+661  
 P<sub>1</sub> FIN: 0+691

Daño	Severidad	x	y	ancho	longo
10 gt	M	3	3	3	0
10 gl	M	3	4	0	9
10 gt	M	3	10	5	0
10 gl	L	4	15	0	1
10 gl	L	3	20	0	3

Anexo N° 06 Libreta de campo del tramo 01 Calzada izquierda, unidad de muestra 01. Progresiva 0+661 al 0+691



C. IZQ

TRAMO: 01  
 SECTOR: 07  
 MUESTRA: 07

PR. INI: 0+281  
 PR. FIN: 0+311

Daño	Severidad	x	y	ancho	longo
10 GL	M	3	0	0	3
3	M	<del>3</del>	2	4	3
10 GL	M	3	8	0	5
10 Gt	L	4	10	2	0
10 Gt	M	3	17	4	0
1	H	3	24	1.5	2
11	H	0	25	7.8	5
18	M	2	27	2	3

Anexo N° 07 Libreta de campo del tramo 01 Calzada izquierda, unidad de muestra 07. Progresiva 0+281 al 0+311

C. IZQ

TRAMO : 01  
 SECTOR : 09  
 MUESTRA : 09

PR. Iniz: ~~0501~~ 0+621  
 PR. Fin: 0+651

Daño	Severidad	x	y	ancho	largo
7	M	1	0	0	30
logt	L	3	0	0	2
logt	L	1	3	3	0
logt	M	4	4	5	0
logt	M	1	7	7	0
logL	M	3	6	0	16
logt	M	3	16	6	0
3	M	1	22	2	8

Anexo N° 08 Libreta de campo del tramo 01 Calzada izquierda, unidad de muestra 09. Progresiva 0+621 al 0+651

C.D

Distm	Severidad	X	Y	Ancho	largo	N° H.
7	M	0	0	0	10	
1	M	3	0	0.6	2	
10ET	M	3	7	2	0	
10EL	M	1	10	0	1	
11	M	1	12	1	6	
7	M	0	19	0	11	
1	M	3	20	1	3	

Tramo: 02  
 Sector: 02  
 Muestra: 02

Pro Inicial: 0+185  
 Pro Final: 0+225

Anexo N° 09 Libreta de campo del tramo 02 Calzada derecha, unidad de muestra 02. Progresiva 0+185 al  
 0+225

C-D

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Nº H.
7	M	0	0	0	5	
1	M	1	0	1	10	
11	M	3	2	0.7	1	
13	M	3	7	0.3	0.4	1
11	M	2	10	1	1	
10.5x	M	2	15	2	0	
7	M	0	0	0	6	

TRAMO : 02  
 SECTOR : 03  
 MUESTRA : 03

PRO. Inicial : 0+095  
 PRO. Final : 0+135

Anexo N° 10 Libreta de campo del tramo 02 Calzada derecha, unidad de muestra 03. Progresiva 0+095 al 0+135

Daño	Severidad.	X	Y	Ancho	largo	Nº H.
3	M	0	0	1	10	
105T	M	2	6	1	0	
105T	M	0	14	1	0	
105T	M	2	17	3	0	
105L	M	1	18	0	6	
3	H	1	20	4	2	
105L	M	1	21	0	6	
11	M	5	23	1	1	

TRAMO : 02  
 SECTOR : 07  
 MUESTRA : 07

PRO. Inicial : 0+125  
 PRO. Final : 0+165

Anexo N° 11 Libreta de campo del tramo 02 Calzada derecha, unidad de muestra 07. Progresiva 0+125 al 0+165

C. IZQ

TRAMO: 02  
 SECTOR: 02  
 MUESTRA: 02

PR INI: 0+180  
 PR FIN: 0+220

Daño	Severidad	x	y	ancho	largo	
3	M	3	0	2.5	3	
11	H	1	3	3	5	
19	H	1	5	2	3	
10 gl	H	3	7	0	23	
12 gt	H	2	8	5	0	
13	H	3	29	1	0.5	2
13	M	5	30	0.5	0.5	
10 gl	H	3	30	0	10	
10 gt	H	2	37	4	0	

Anexo N° 12 Libreta de campo del tramo 02 Calzada izquierda, unidad de muestra 02. Progresiva 0+180 al 0+220

Ca 120

Tramo : 02  
 Sección : 11  
 Muestra : 11

PR INI : 0+100  
 PR FIN : 0+140

Daño	Severidad	x	y	ancho	largo
1	L	3	8	3	1
1	L	3	16	3	1
19	L	4	20	1	1
13	L	4	28	0.3	0.3
10 gl	M	4	32	0	2
4	M	4	37	1	1
11	L	3	40	1	2

Anexo N° 13 Libreta de campo del tramo 02 Calzada izquierda, unidad de muestra 11. Progresiva 0+100 al  
 0+140

C.122Q

Tramo	02	Pe INI	0+050
SECTOR	14	Pe FIN	0+090
MUESTRA	14		

Daño	Severidad	x	y	ancho	largo
3	M	0	0	4	20
1	M	3	0	0.5	0.5
11	L	0	25	4	1
10 gal	M	4	25	0	15
11	L	0	30	4	1
1	M	3	30	1	2
10 gt	M	4	30	2	0
10 gt	H	0	35	5	0
10 gt	M	2	35	1	1
11	L	0	40	4	2
10 gt	M	4	40	2	0

Anexo N°14 Libreta de campo del tramo 02 Calzada izquierdaa, unidad de muestra 11. Progresiva 0+050 al 0+090



TRAMO = 03

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Nº H.
10ET	M	2	0	6	0	
10EL	L	1	5	0	1	
10ET	L	4	7	1	0	
7	M	0	0	0.5	7	

Pro. Inicio: 0+020  
 Pro. Final: 0+045

Anexo N°15 Libreta de campo del tramo 03 Calzada unica, unidad de muestra 04. Progresiva 0+020 al 0+045

TRAMO = 3

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	NºH
11	M	3	6	0.4	0.4	1
11	H	5	8	2	15	
7	M	5	9	0.5	2	

PRO. Inicio : 0+070  
 PRO. Final : 0+095

Anexo N°15 Libreta de campo del tramo 03 Calzada unica, unidad de muestra 06. Progresiva 0+070 al 0+095

TRAMO = 3

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Nº H.
1	M	4	1	2	7	
19	H	0	4	3	5	
105L	H	1	6	0	2	
105T	M	2	9	1	0	
11	H	5	10	2	2	

TRAMO : 03  
 SECTOR : 08  
 MUESTRA : 08

PRO. Inicio : 0+010  
 PRO. Final : 0+035

Anexo N°16 Libreta de campo del tramo 03 Calzada unica, unidad de muestra 08. Progresiva 0+010 al 0+035

TRAMO: 4

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	Nº H.
1	M	4	0	2	6	
1	H	1	5	3	16	
13	M	2	7	0.3	0.3	1
13	H	3	19	0.5	0.6	1

PRO. Inicia.: 0+045  
 PRO. Final: 0+075

Anexo N°17 Libreta de campo del tramo 04 Calzada unica, unidad de muestra 02. Progresiva 0+045 al 0+075

TRAMO = 4

Danos	Severidad	X	Y	Ancho	largo	N° H.
1	H	0.5	0	1	20	
11	H	4	0	3	5	
1	H	5	0	3	7	
13	H	2	0	2.5	1	1
13	H	1	20	0.5	1	1

PRO. Inicio : 0+000  
 PRO. Final : 0+030

Anexo N°18 Libreta de campo del tramo 04 Calzada unica, unidad de muestra 06. Progresiva 0+005 al 0+030

Tramo: 04  
 Sección: 07  
 Muestra: 07

P<sub>ini</sub>: 0+200  
 P<sub>fin</sub>: 0+230

Daño	Severidad	x	y	Ancho	Largo
10 gl	H	3.5	0	0	15
19	H	0	0	1	1
1	H	3	7	1	4
4	H	8	14	1	5
10 gl	H	3	20	0	10
13	H	3	23	1	2

Anexo N°19 Libreta de campo del tramo 04 Calzada unica, unidad de muestra 07. Progresiva 0+200 al 0+230

TRAMO: 05  
 SECCION: 01  
 MUESTRA 01

P<sub>e</sub> INI: 0+000  
 P<sub>e</sub> FIN: 0+030

Dño	Severidad	x	y	Ancho	Longo
10 gt	M	0	0	5	0
10 gt	M	0	4	5	0
3	M	0	7	3	3
1	M	2	17	3	4
11	H	0	21	8	01
10 gt	M	0	26	5	0
10 gt	L	2	25	0	3

Anexo N°17 Libreta de campo del tramo 05 Calzada unica, unidad de muestra 01. Progresiva 0+000 al 0+030

TRAMO = 5

Daño	Severidad	X	Y	Ancho	largo	N° H
1	H	1	0	1	6	
13	H	6	1	1	2	1
13	H	6	6	1	1	1
7	H	0	18	1	2	
13	H	7	21	1	1	1

TRAMO = 5

Anexo N°17 Libreta de campo del tramo 05 Calzada unica, unidad de muestra 04. Progresiva 0+000 al 0+030



Tramo : 05  
 Seccion : 07  
 Muestra : 07

PR INI : 0+010  
 PR FIN : 0+040

Danio	Severidad	X	Y	Ancho	Largo
13	H	0	0	1.5	3
7	H	6	0	0	10
10 gl	H	2	0	0	20
13	H	7	14	0.5	1
19	H	8	15	1	3

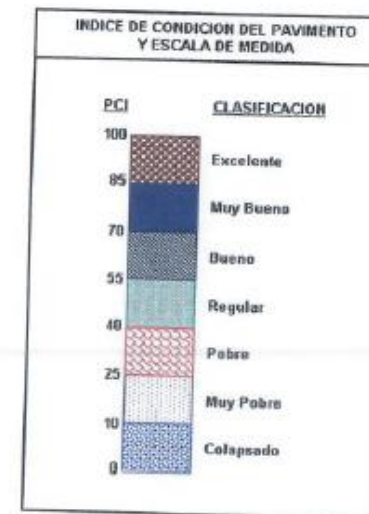
Anexo N°18 Libreta de campo del tramo 05 Calzada unica, unidad de muestra 07. Progresiva 0+010 al 0+040



Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Rio Blanco) Zona 1 Tramo 1 Km 12+250 Km 26+500 Calzada Derecha

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: TRAMO 01 K 12+250 K 26+500 CLZ DERECHA / CARRIL UNICA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	234.0	01	12+960	12+960		44	56	Buena
02	234.0	02	14+001	14+031	6.2	49	51	Regular
03	234.0	03	14+832	14+862	6.2	61	39	Pobre
04	234.0	04	14+693	14+683	6.2	51	49	Regular
05	234.0	05	16+540	16+570	6.2	55	45	Regular
06	235.6	06	17+416	17+446	6.2	51	49	Regular
07	234.0	07	18+387	18+417	5.0	74	26	Pobre
08	234.0	08	19+238	19+268	4.6	75	25	Pobre
09	234.0	09	20+189	20+219	6.3	50	50	Regular
10	234.0	10	20+960	20+960	5.5	55	45	Regular
11	234.0	11	21+660	21+690	6.4	52	48	Regular
12	234.0	12	22+081	22+111	3.8	78	22	Muy Pobre
13	234.0	13	23+697	23+727	7.3	35	65	Buena
14	234.0	14	24+293	24+323	6.1	64	36	Pobre
15	234.0	15	25+354	25+384	6.5	42	58	Buena
16	234.0	16	25+635	25+665		1	99	Excelente
PROMEDIO							48	Regular

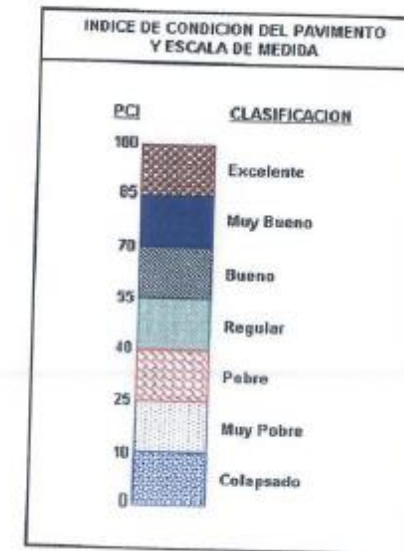


Anexo N° 19 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 1 Calzada derecha



Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Rio Blanco) Zona 1 Tramo 1 Km 12+250 Km 26+500 Calzada Izquierda

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)								
TRAMO: TRAMO 01 K 12+250 K 26+500 CLZ IZQUIERDA / CARRIL UNICA								
N°	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	234.0	01	12+910	12+940		16	84	Muy Bueno
02	234.0	02	14+001	14+031	8.6	26	74	Muy Bueno
03	234.0	03	14+772	14+802		8	92	Excelente
04	234.0	04	15+123	15+153		18	82	Muy Bueno
05	234.0	05	16+174	16+204	8.7	19	81	Muy Bueno
06	234.0	06	17+095	17+125	8.8	6	94	Excelente
07	234.0	07	17+876	17+906	4.4	74	28	Pobre
08	234.0	08	17+047	17+077	8.8	17	83	Muy Bueno
09	234.0	09	18+998	20+028	8.1	29	71	Muy Bueno
10	234.0	10	20+338	20+368		4	96	Excelente
11	234.0	11	21+610	21+640	8.8	17	83	Muy Bueno
12	234.0	12	22+791	22+821		0	100	Excelente
13	234.0	13	22+992	23+022	7.6	32	68	Bueno
14	234.0	14	24+483	24+523	7.1	55	45	Regular
15	234.0	15	25+374	25+404	2.7	85	15	Muy Pobre
16	234.0	16	26+485	26+485	8.1	71	29	Pobre
PROMEDIO							70	Muy Bueno



Anexo N° 20 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 1 Calzada izquierda



Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Rio Blanco) Zona 1 Tramo 2 Km 28+635 Km 31+520 Calzada Derecha

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: TRAMO 02 K 28+365 K 31+520 CLZ DERECHA / CARRIL UNICA								
N°	AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	312.0	01	28+550	28+590	6.6	49	51	Regular
02	312.0	02	28+775	28+815	6.7	50	50	Regular
03	312.0	03	28+910	28+950	7.2	48	52	Regular
04	312.0	04	29+225	29+265	7.6	32	68	Bueno
05	312.0	05	29+265	29+305	6.6	40	60	Bueno
06	312.0	06	29+635	29+675	9.4	13	87	Excelente
07	312.0	07	29+840	29+880	9.0	22	78	Muy Bueno
08	312.0	08	29+980	30+020	6.9	19	81	Muy Bueno
09	312.0	09	30+330	30+370	6.9	19	81	Muy Bueno
10	312.0	10	30+550	30+590		14	86	Excelente
11	312.0	11	30+685	30+705	5.7	79	21	Muy Pobre
12	312.0	12	31+020	31+060	5.6	67	33	Pobre
13	312.0	13	31+085	31+105	8.7	28	72	Muy Bueno
14	312.0	14	31+330	31+370	6.5	23	77	Muy Bueno
PROMEDIO							64	Bueno



Anexo N° 21 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 2 Calzada Derecha.



Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Río Blanco) Zona 1 Tramo 2 Km 28+635 Km 31+520 Calzada Izquierda

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)								
TRAMO: TRAMO 02 K 28+365 K 31+520 CLZ IZQUIERDA / CARRIL UNICA								
Nº	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	312.0	01	28+465	28+505		31	69	Buena
02	312.0	02	28+770	28+810	6.5	70	30	Pobre
03	312.0	03	28+925	28+965	7.2	38	62	Buena
04	312.0	04	29+225	29+265	5.4	80	40	Regular
05	312.0	05	29+265	29+305	6.3	67	33	Pobre
06	312.0	06	29+825	29+865	8.3	61	49	Regular
07	312.0	07	29+900	29+940	8.1	62	38	Pobre
08	312.0	08	29+990	30+030		39	61	Buena
09	312.0	09	30+265	30+305	9.5	10	90	Excelente
10	312.0	10	30+540	30+580	3.5	77	23	Muy Pobre
11	312.0	11	30+715	30+755	8.8	21	79	Muy Buena
12	312.0	12	30+840	30+880	7.0	63	37	Pobre
13	312.0	13	31+105	31+145	6.0	64	36	Pobre
14	312.0	14	31+340	31+380	8.4	39	61	Buena
PROMEDIO							51	Regular



Anexo N° 22 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 2 Calzada Izquierda.



Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Rio Blanco) Zona 1 Tramo 3 Km 34+300 Km 35+535 Calzada Unica

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA ASTM D 6433 (2003)								
TRAMO: TRAMO 03 K 34+300 K 35+535 / CARRIL UNICA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	195.0	01	34+315	34+340	3.9	77	23	Muy Pobre
02	195.0	02	34+465	34+490	6.9	52	46	Regular
03	195.0	03	34+530	34+555	6.5	44	56	Buena
04	195.0	04	34+605	34+630	9.5	10	90	Excelente
05	312.0	05	34+690	34+715	8.8	19	81	Muy Buena
06	195.0	06	34+845	34+870	4.5	65	34	Pobre
07	195.0	07	34+940	34+965	6.2	54	46	Regular
08	195.0	08	34+975	35+000	6.1	62	39	Pobre
09	195.0	09	35+115	35+140		9	91	Excelente
10	195.0	10	35+185	35+210	8.7	21	79	Muy Buena
11	195.0	11	35+250	35+275	5.3	57	43	Regular
12	195.0	12	35+350	35+375	6.5	50	50	Regular
13	195.0	13	35+490	35+515	7.5	31	69	Buena
PROMEDIO							58	Buena



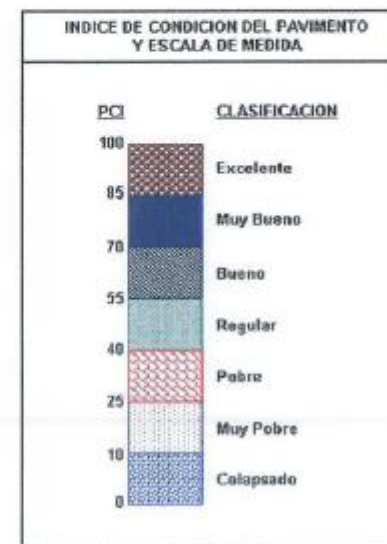
Anexo N° 23 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 3 Calzada Unica.



**Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Río Blanco) Zona 1 Tramo 4 Km 35+535 Km 38+970 Calzada Unica**

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: TRAMO 04 K 35+535 K 38+970 / CARRIL UNICA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	234.0	01	36+636	- 36+685		28	72	Muy Bueno
02	234.0	02	35+625	- 35+855	3.8	93	7	Colapsado
03	234.0	03	36+075	- 36+105	2.4	97	3	Colapsado
04	234.0	04	36+485	- 36+515	1.9	92	8	Colapsado
05	234.0	05	36+515	- 36+545	2.5	93	7	Colapsado
06	234.0	06	36+760	- 36+790	3.9	96	4	Colapsado
07	234.0	07	37+205	- 37+235	5.7	94	6	Colapsado
08	234.0	08	37+350	- 37+380	1.3	99	1	Colapsado
09	234.0	09	37+595	- 37+625	6.4	75	25	Pobre
10	234.0	10	37+790	- 37+820	4.3	87	13	Muy Pobre
11	234.0	11	38+005	- 38+035	3.4	95	5	Colapsado
12	234.0	12	38+230	- 38+260	2.3	97	3	Colapsado
13	234.0	13	38+625	- 38+655		18	84	Muy Bueno
14	234.0	14	38+820	- 38+850	8.7	21	79	Muy Bueno
PROMEDIO							23	Muy Pobre



Anexo N° 24 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 4 Calzada Unica.



Paquete 9: Lima - Chosica - Puente Ricardo Palma y Mala - Calango - La Capilla - EMP. PE-22 (Río Blanco) Zona 1 Tramo 5 Km 38+970 Km 39+500 Calzada Unica

METODO ESTANDAR DE EVALUACION DEL INDICE DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFALTICA  
ASTM D 6433 (2003)

TRAMO: TRAMO 05 K 38+970 K 39+500 / CARRIL UNICA								
N°	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA		m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL	FINAL				
01	234.0	01	38+970	39+000	6.5	56	44	Regular
02	234.0	02	39+039	39+069	8.1	32	68	Buena
03	234.0	03	39+108	39+138	6.4	56	44	Regular
04	234.0	04	39+147	39+177	4.4	81	19	Muy Pobre
05	261.0	05	39+206	39+236		8	94	Excelente
06	234.0	06	39+285	39+315	6.8	40	60	Buena
07	234.0	07	39+334	39+364	3.9	73	27	Pobre
08	234.0	08	39+383	39+413	5.7	70	30	Pobre
09	234.0	09	39+442	39+472	5.7	83	37	Pobre
PROMEDIO							47	Regular



Anexo N° 25 Resultados de los valores PCI presentado por la concesionaria SUPERCONCRETO, en el plan de mantenimiento de la via. Resultados obtenidos por la empresa ITINERIS PERU S.A. Tramo 6 Calzada Unica.