

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN
DEL ÍNDICE DE SERVICIO DE PAVIMENTOS Y SU APLICACIÓN EN UN
TRAMO VIAL DE MONTERÍA**

**ANA LUISA DE JESÚS JIMÉNEZ HERNÁNDEZ
BRYAN BRIEVA GARCÍA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES
MONTERÍA
2022**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN
DEL ÍNDICE DE SERVICIO DE PAVIMENTOS Y SU APLICACIÓN EN UN
TRAMO VIAL DE MONTERÍA**

**BRYAN BRIEVA GARCÍA
ANA LUISA DE JESÚS JIMÉNEZ HERNÁNDEZ**

Trabajo de grado para optar al título de especialista en vías terrestres

Asesor

**RODRIGO HERNÁNDEZ CARRILLO
Ingeniero civil, Msc, PhD**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS TERRESTRES
MONTERÍA
2022**

09 abril del 2022

Ana Luisa De Jesús Jiménez Hernández
Bryan Brieva García

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Ana Luisa Jiménez

Ana Luisa de Jesús Jiménez Hernández
CC. 1.003.717.889

Bryana B

Bryan Brieva García
CC. 1.010.077.841

ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIO DE PAVIMENTOS Y SU APLICACIÓN EN UN TRAMO VIAL DE MONTERÍA

Ana Jiménez Hernández
UPB Montería
ana.jimenezh@upb.edu.co

Bryan Brieva García
UPB Montería
byan.brievag@upb.edu.co

OBJETO DE ESTUDIO: Realizar un análisis comparativo de las metodologías para la evaluación del índice de servicio de un pavimento y aplicar el más apropiado en un tramo vial localizado en la Calle 64a barrio la Castellana, Montería.

Ana Jiménez Hernández¹, Bryan Brieva Garcia²

¹ ingeniera civil; Universidad Pontificia Bolivariana; Montería – Córdoba, Colombia;
ana.jiemenzh@upb.edu.co

² ingeniero civil; Universidad Pontificia Bolivariana; Montería – Córdoba, Colombia;
bryan.brievag@upb.edu.co

Resumen: El pavimento durante su vida útil se va deteriorando por causas como el agua, el clima, entre otros; por esta razón existen metodologías que evalúan su estado. Este artículo realizó un análisis comparativo entre los métodos (PCI, IRI y VIZIR) mediante una revisión de literatura, buscando definir el más recomendable para implementarlo en un tramo vial de Montería. Se estableció al PCI como la mejor alternativa evaluando la calle 64a, barrio la Castellana. El pavimento se calificó con un estado “Muy bueno” al obtener un PCI =73.21, de acuerdo con la escala de clasificación de la norma ASTM D-6433 20.

Palabras clave: fallas, PCI, metodologías, evaluación pavimentos.

Abstract: Pavement deteriorates during its useful life due to causes such as water, climate, among others; for this reason there are methodologies that evaluate its condition. This article made a comparative analysis between the methods (PCI, IRI and VIZIR) through a literature review, seeking to define the most advisable to implement it in a road section of Montería. The PCI was established as the best alternative, evaluating 64a th Street, La Castellana neighborhood. The pavement was rated as "Satisfactory" by obtaining a PCI =73.21, according to the classification scale of ASTM D-6433 20.

Keywords: Distress, PCI, methodologies, pavement evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

El pavimento es una estructura constituida por capas de diferentes materiales que se apoyan sobre el terreno, para resistir cargas del tránsito durante un periodo de vida útil y los efectos degradantes de los agentes climáticos.

Hay diversos tipos de pavimentos, pero los más comunes son el rígido, compuesto por losas de concreto hidráulico; el flexible, conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento; y el articulado, formado por elementos prefabricados (bloques adoquines). En Córdoba se utilizan principalmente los pavimentos rígidos por tener una vida de servicio más larga que otros, un menor costo en cuanto al mantenimiento, que se realiza comúnmente para subsanar detalles de sellado en las juntas de las losas, al igual que se repara fácilmente en cualquier condición climática y debido a que el concreto no es afectado por el calor, no se vuelve viscoso y se mantiene fresco en zonas calurosas reduciendo la temperatura del entorno (IBCH, n.d.).

Ahora bien, existen varias causas que pueden afectar la condición de la superficie de rodamiento de los pavimentos durante su vida útil como el agua, el tráfico, el clima-materiales o las prácticas constructivas

deficientes (Irigoyen & Simo, 2016). Debido a esto, hay muchas metodologías para evaluar el estado en el que se encuentran, como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) (ASTM D6433 - 20, 2020), el Índice de Regularidad Internacional (IRI) (NLT-330/98, 1998) y Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo (VIZIR) (Armas Gil, 2018), entre otros.

En este sentido, es primordial conocer ¿cuáles son las principales metodologías para evaluar funcionalmente los pavimentos?, ¿Cuál alternativa es la más viable?, por consiguiente, el objetivo de este artículo es realizar un análisis comparativo entre los diferentes métodos para la evaluación del índice de servicio de un pavimento y aplicar el más apropiado en un tramo vial localizado en la Calle 64a barrio la Castellana, Montería. Para lograr esto, se buscará la información requerida mediante una revisión bibliográfica en bases de datos y otras fuentes. Luego, se analizará dicha literatura comparando las metodologías más usadas, y escoger la conveniente para implementarla en un caso de estudio en Montería. Por último, se calculará el nivel de servicio provisto por la infraestructura a partir de las patologías observadas.

Esto es importante porque serviría para determinar cuál de estos métodos es el más

recomendable de acuerdo a las condiciones colombianas, enfocándose en un tramo específico del departamento y así poder conocer su estado de integridad, lo que permite designar el tratamiento o intervención adecuado para su rehabilitación, obteniendo costos menores y soluciones duraderas y eficientes. Además, constituye un referente para futuros proyectos que busquen mitigar la accidentalidad y la congestión vial presente en la zona beneficiando a los habitantes, disminuyendo la contaminación ambiental y auditiva, y reduciendo los tiempos de viaje para los conductores que transiten por dicha vía.

Este artículo consta de tres capítulos: en el capítulo 1 se presenta el marco teórico y el estado del arte, especificándose el concepto, los puntos importantes de la evaluación de pavimentos y los métodos principales. En el capítulo 2 se desarrolla el análisis comparativo de las metodologías. Finalmente, en el capítulo 3 se selecciona la mejor alternativa, para aplicarla en un tramo vial en Montería.

2. CONTENIDO

CAPÍTULO I

Evaluación de pavimentos

Durante la vida de servicio un pavimento se ve afectado por agentes como el agua, el tráfico y el clima, estos, deterioran la condición de la superficie de rodamiento y la estructura del mismo. Debido a esto, se hace necesario evaluar el estado en que se encuentra; de modo que se puedan tomar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar su vida útil.

Los pavimentos comprenden una evaluación técnica, tanto desde el punto de vista del nivel de servicio que proporciona al usuario, como de la capacidad de resistir cargas durante un tiempo de vida útil; siendo esto lo esencial para asignar las acciones de conservación más adecuadas que deben ser empleadas en el pavimento a evaluar (Thenoux & Gaete, 1995). Es por esto que el diagnóstico de las condiciones del pavimento implica una evaluación del estado funcional de sus condiciones estructurales (Pucha Aguinsaca & Zárate Torres, 2020).

En la funcional se encuentra la evaluación superficial, que identifica las deficiencias relacionadas con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del

pavimento. El rendimiento funcional se puede determinar de dos formas, objetiva y subjetivamente (Psalmen Hasibuan & Sejahtera Surbakti, 2019).

Una medición objetiva del desempeño del pavimento requiere la utilización de un instrumento. Mientras que una valoración subjetiva se hace mediante observación directa en campo (Suwardo & Sugiharto, 2004). Por ejemplo la rugosidad, irregularidades presentes en la superficie del pavimento, es un parámetro que se puede encontrar objetivamente y también subjetivamente al colocarle un valor a la condición del pavimento. La evaluación funcional tiene en cuenta todas las variables que afectan la serviciabilidad, seguridad y costos del usuario; considerando el tipo de deficiencias como la rugosidad, fallas superficiales, pérdida de fricción, entre otros (Thenoux & Gaete, 1995).

Por otro lado, evaluación estructural determina la capacidad de pavimento para soportar las cargas establecidas en el diseño; ya que la falta de esta capacidad estructural

ocasiona un deterioro que se ve reflejado en niveles excesivos de agrietamientos y deformaciones. Para determinar dicha capacidad se utilizan ensayos de tipo destructivo, requieren tomar una muestra del pavimento en algún punto, y ensayos no destructivos, no necesitan intervenir en ningún punto (Thenoux & Gaete, 1995).

Metodologías para evaluar pavimentos

La evaluación del pavimento se realiza mediante diversas metodologías que buscan establecer una clasificación según el estado en el que se encuentra, involucrando tanto las patologías más relevantes (ahuellamientos, agrietamientos, baches, entre otras), como, la rugosidad o parámetros como estos. De este modo, se han desarrollado diferentes alternativas o métodos, los más relevantes se muestran en la Tabla 1.

Métodos	Siglas	Rango de clasificación	Descripción del rango	Puntos importantes	Autor / País
Método PCI	PCI	0 - 100	Fallado a excelente	* Tiene en cuenta 19 tipos de deterioro del pavimento. * Determina el tipo de falla, su magnitud, su severidad y la densidad del área evaluada.	Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U.
Método IRI	IRI	0-10 (m/Km)	Perfil plano a intranstitables	* Funciona por medio de un modelo matemático denominado "cuarto de carro" que interpreta el comportamiento de un vehículo según el perfil longitudinal del pavimento.	Banco Mundial - Brasil
Inspección visual de daños en carreteras	VIZIR	1-7	Bueno a deficiente	* Clasifica el deterioro del pavimento asfáltico en dos categorías: A (condición estructural) y B (mayormente funcional).	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - Francia
Evaluación superficial y rango de pavimento	PASER	1 - 10	Fallado a excelente	* Tiene un catálogo de fallas basado en una escala gráfica con categorías que varían del 1 a - 10.	Donald Walker, T.I.C. Director
Metodología Correval	CONREVAL	2,4,6,8,10	Escaso, moderado, severo	* Las fallas asocian un número (tipo de falla) con una letra (magnitud). * Deficiencias: se deja una gran área sin evaluar y no logra definirse el metrado.	Consorcio de Rehabilitación Vial
Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes	DNIT	0 -mas de 160	Óptimo a pésimo	* Evaluación objetiva mediante un conteo y clasificación de ocurrencias aparentes y de su medida de las deformaciones permanentes sobre la huella de rodamiento.	Brasil
Programa de asistencia técnica en transporte urbano-México	-	0-100	Pésimo a muy bueno	* Caracterización del pavimento mediante la severidad y extensión de las fallas.	México
Condition rating survey	CRS	1-9	Pobre a excelente	* Se basa en el tipo, la cantidad y la severidad de las fallas; así como la rugosidad general de la superficie del pavimento, el nivel de surcos de la trayectoria de las ruedas y la magnitud de las fallas de juntas transversales.	Departamento de Transporte de Illinois (IDOT) - EEUU
Pavement Condition Rating	FHWA/OH-99/004 (PCR)	0-100	Fallado a excelente	* El método de clasificación de este sistema se describe de manera uniforme, en términos de severidad, extensión de los daños del pavimento.	Ohio Department of Transportation EEUU

Tabla 1. Principales metodologías para evaluar pavimentos.

Índice de condición del pavimento (PCI)

El PCI es un indicador numérico que califica el estado de la superficie del pavimento mediante la inspección visual de la misma, permitiendo conocer la integridad estructural y la condición operacional de la superficie. Este método no mide directamente la capacidad estructural ni da una medición exacta del coeficiente de resistencia a la fricción o la rugosidad; pero si proporciona una base objetiva para determinar las prioridades y necesidades de mantenimiento y reparación. La clasificación numérica de la condición del pavimento varía de 0 a 100 como se muestra

en la figura 1, siendo 0 la peor condición posible, representando una sección completamente fallada y 100 la mejor condición asumiendo que el pavimento está en perfectas condiciones (ASTM D6433 - 20, 2020).

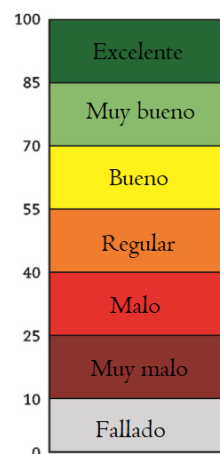


Figura 1. Escala de calificación del PCI, tomado de (Abdel-Wahed & Hashim, 2017).

El método PCI tienen encuentra 3 factores principales para determinar el grado de daño en el pavimento, que son:

- **El tipo de falla**

Según Shahin (2005) el PCI tiene 19 tipos de fallas para pavimentos flexibles, en las que se encuentran: la piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos, corrugación, depresión, grieta de borde, grieta de reflexión de junta, desnivel carril/berma, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimiento de agregados, baches, cruce de vía férrea, ahuellamiento, desplazamiento, grieta parabólica (slippage), hinchamiento, desprendimientos de agregados.

- **El nivel de severidad**

La severidad en este método se divide en tres niveles: bajo (L), medio (M) y alto (H). La determinación de la severidad del tipo de daño ha sido definida por el PCI de acuerdo con ASTM D6433 (Psalmen Hasibuan & Sejahtera Surbakti, 2019).

- **La cantidad de fallas**

La cantidad de fallas presentes se relaciona con la medida, la unidad de medida y las cantidades totales encontradas en el formulario de encuesta de aplicación del método.

En la Tabla 2 se muestran 19 tipos de fallas que incluye la metodología PCI para la evaluación de un pavimento rígido.

No	Tipo de falla
1	Levantamiento/Pandeo
2	Fisura de esquina
3	Losa dividida
4	Fisura de durabilidad "D"
5	Escalonamiento
6	Daño en el sello de la junta
7	Desnivel carril-berma
8	Fisuras lineales
9	Parches grandes
10	Parches pequeños
11	Agregado pulido
12	Popouts/Desprendimientos
13	Bombeo
14	Punzonamiento
15	Cruce de vía férrea
16	Descascaramiento
17	Fisuras de contracción
18	Descascaramiento de esquina
19	Descascaramiento de junta

Tabla 2. Tipos de falla del PCI para evaluar un pavimento rígido, tomado de (ASTM D6433 - 20, 2020)

El PCI se puede determinar mediante las especificaciones y procedimientos que se encuentran en ASTM D 6433 y ASTM D 5340. Este es uno de los métodos más utilizados en todo el mundo para medir el estado de los pavimentos considerando los parámetros funcionales con la importancia del desempeño estructural; es por esto que es muchos autores lo usan en sus investigaciones, como (Shah et al., 2013),

(Trombetta et al., 2010), (Lopes et al., 2015), (Soncim & Fernandes Júnior, 2015), (Arhin et al., 2015), (Kirbas, & Karas, ahin, 2017) y (Boyapati & Prasanna Kumar, 2015).

Vieira et al., (2016) realizaron un análisis comparativo con otros índices, demostrando a pesar que el diagnóstico es cercano entre ellos, estos procedimientos están sujetos a fallar cuando evalúan defectos mayores; pero se verifica que el PCI es el más completo y más apropiado en las condiciones evaluadas.

Abdullateef Al-Neami et al. (2017) inspeccionaron 10 carreteras divididas en 243 secciones en la ciudad de Al-Kut, centro de Irak, con el método de PCI, obteniendo como resultado que 117 tramos de carreteras (48% del área de estudio) se encuentran en buen estado; mientras que 61 de los tramos (25%) están en condiciones regulares y 65 secciones (27%) están en mal estado.

Soncim & Fernandes Júnior, (2015) crearon un modelo estadístico para predecir el índice de condición de un pavimento flexible de la red vial del Estado de la Bahía, tomando los datos y la característica de la misma. Este modelo se puede emplear en otras redes viales de Brasil, si se calibra en las condiciones del tipo de estructura,

trafico, clima y edad de los pavimentos. Al comparar los valores de PCI objetivo y subjetivo, los resultados más altos se encontraban en los subestimados y los más bajos en los sobreestimados.

Corazza et al., (2016) se modificó el PCI estandarizado por la ASTM para las condiciones de las aceras como parte de una configuración eficiente de un Sistema de Gestión de Aceras, con el fin de mejorar los parámetros para evaluar el estado de los pavimentos.

Shah et al., (2013) evaluaron 10 tramos de carreteras urbanas de la ciudad de Noida, mediante indicadores de condición del pavimento como el deterioro, la rugosidad, la capacidad estructural y la resistencia al deslizamiento, dando como resultado un rango mínimo y máximo de desempeño del pavimento observados en las secciones de estudio de fisuración longitudinal: 8.3% y 11.86%; fisuración transversal: 2,23% y 6,61%; piel de cocodrilo: 11,44% y 16,16%; parcheo: 4378% y 12,0%, desprendimiento de agregados: 9,58% y 29,24%; baches: 1 y 6; IRI: 2,08 m / km y 5,41 m / km; deflexión: 1 mm a 1,82 mm y SRV: 48 y 75 respectivamente. Teniendo en cuenta estos resultados, desarrollaron un índice de condición general de pavimento (OPCI) para las secciones de carreteras urbanas

seleccionadas, encontrándose en un rango de 69 - 77 (buen a muy buen estado del pavimento), 51 - 63 (regular a bueno), 37 - 57 (deficiente a bueno) y 33 - 51 (estado del pavimento deficiente a bueno) respectivamente.

Índice de rugosidad Internacional (IRI)

El IRI es un valor numérico que representa la influencia que tiene el perfil longitudinal de una vía sobre las condiciones de operación, basada en la vibración de un vehículo a causa de las deficiencias de la regularidad de dicha vía.

Este método tiene una medida adimensional con unidades (m/km), (mm/m) o (in/mi) o de pendiente multiplicada por mil (Múčka, 2017) que se calcula por medio de un modelo matemático que crearon expertos del Banco Mundial en los años 80, denominado cuarto de carro o “Quater-car”, que representa el movimiento vertical de suspensión acumulado y las masas de la cuarta parte de un vehículo tipificado que circula a una velocidad de 80 Km/h en el tramo vial recorrido durante la prueba (NLT-330/98, 1998).

Respecto al tipo de equipo utilizado para medir el IRI se encuentran según el Manual de campo del sistema de monitoreo del desempeño en carreteras (HPMS) los

siguientes: (1) sonar, (2) mezcla de sonar y dispositivos láser, (3) láser, (4) escaneo láser y (5) otros (HPMS, 2012).

Por otro lado, existen varios métodos de medida para este índice que especifica la ASTM E950 -98, mediante cuatro clases (Sayers et al., 1986), tales como:

Clase I. perfilómetros de precisión: Tienen una exactitud alta. En esta clase pertenecen los métodos de mira y nivel, viga y nivel, y Viga TRRL.

Clase II. Otros métodos Perfilométricos: Todos equipos que no cumplen con la precisión de la clase 1, como, por ejemplo, los perfilómetros de alta velocidad y con métodos estáticos. Perfilómetros de tipo APL, el inercial GMR, perfilómetros dinámicos, entre otros.

Clase III. Estimaciones del IRI mediante correlaciones: El IRI se obtiene también por medio de ecuaciones de correlaciones; por lo general se obtiene el perfil longitudinal por equipos tipo respuestas (RTRRM), que han sido previamente calibrados con equipos utilizados en la clase 1.

Clase IV. Métodos subjetivos: No requiere mucha precisión, se realiza por evaluaciones subjetivas, evaluación visual y experiencia, o mediciones no calibradas.

Múčka, (2017) comparó especificaciones basadas del IRI para diferentes tipos de

carreteras y para irregularidades localidades en todo el mundo, concluyendo que estas están principalmente en función del tipo de superficie de la carretera, la categoría funcional de la carretera, el límite de velocidad de la carretera, el tipo de construcción de la carretera y el AADT. Así

mismo, estableció las especificaciones del perfil divididas en tres grupos: perfil longitudinal, dos perfiles longitudinales y más de dos perfiles longitudinales. En la Tabla 3 se muestran algunos de los ejemplos de especificación de perfil para algunos países.

No de perfiles	País/Estado	Tipo de vía/clase funcional vial	Especificaciones del perfil
1	República Checa	AC/PCC	El IRI es medido en el carril derecho; el perfilador tiene la rueda derecha a una distancia de 0.8 a 1.2m del lado derecho de la carretera; es posible realizar la medición en más pistas paralelas.
	Canadá - Columbia Británica	AC	Los perfiles son medidos y el IRI se calcula en el centro del carril para cada sub-lote.
	Polonia	Vías Nacionales	El IRI es medido en la rueda de la vía derecha en el carril exterior de tráfico.
2	Idaho, Carolina del Norte, Ohio	AC	Los perfiles están a 1m (3ft) del borde interior de cada carril de conducción y son paralelos a este.
	Iowa, Oregon	AC/PCC	La trayectoria de las llantas está a 0.9m (3ft) y 2.7m (9ft) de la línea central de la vía.
	Dakota del Norte, Dakota del Sur	PCC	El paso de la llanta para cada carril está aproximadamente a 0.79m (31 in.) de la línea central de la vía y el paso de la otra llanta aproximadamente a 2.46m (97 in.) del eje de la vía.
	Canadá - Ontario	AC	La trayectoria de las llantas derecha e izquierda están a 0.9m de cada lado del eje del tráfico del carril.
>2	HPMS Manual de Campo	AC/PCC	El IRI del carril está determinado por el promedio de los IRI de las trayectorias de las llantas a 0.75m a cada lado de la línea central del carril.
		AC/PCC - un carril	El valor máximo del IRI de los perfiles número 2-14 registrados por Profilograph GE.
	AC/PCC - dos o más carriles	El valor máximo del IRI de todos los carriles de los perfiles número 2-14 registrados por Profilograph GE.	
	AC/PCC - autopista	El valor máximo de los perfiles número 2-14 registrados por Profilograph GE; cada carril de la autopista se caracteriza por separado.	
		AC/PCC - vía - evaluación estadística de la condición de la vía	El promedio de los valores máximos de IRI estimados en cada carril de los perfiles no. 2-14 registrados por Profilograph GE.

Tabla 3. Especificación del perfil para el cálculo del IRI en algunos países, tomado de (Múčka, 2017).

Según el Banco mundial, el IRI presenta un intervalo de 0 a 10 m/km, donde 0 es para carreteras pavimentadas una superficie teórica perfectamente uniforme y >10 una carretera intransitable. Para vías no

pavimentadas se puede extender hasta el valor 20. En este sentido, Múčka, (2017) también propuso unos valores límites para carreteras en servicio en varios países, tal como se muestra en la Tabla 4.

País	Tipo de vía	Largo de evaluación (m)	IRI (mm/m)
Australia	AC/PCC - autopista	500	4.2*, 3.5**
	AC/PCC - carreteras y vías principales (100 km/h)		5.3*, 3.5**
	AC/PCC - carreteras y vías principales (<80 km/h)		6.1*, 5.3**
Nota: Basado en MRI; *áreas aisladas, **longitud > 500m			
Bielorrusia	AC/PCC	100	4.5 (Categoría I), 5.5 (II), 6.2 (III), 6.7 (IV), 6.9 (V-VI)
	AC frío y grava		4.5 (I), 5.5 (II), 6.2 (III), 6.7 (IV), 6.9 (V-VI)
Canadá - Ontario	AC/PCC - autopista	161	1.9 (AC) / 2.4(PCC)
	AC/PCC - arteria colector		2.3 (AC) / 2.7(PCC)
	Local		2.7
			3.3
Chile	AC/PCC	200	2*, 2.8**
	AC/PCC - reconstrucción		3*, 4**
Nota: *promedio de cinco tramos cada 200m, **200m de tramo			
Costa Rica	AC/PCC - carretera	200	2*, 3**
Nota: *promedio de cinco tramos cada 200m, **200m de tramo			
República Checa	AC/PCC	20	3.1*, 4.3** (v > 50km/h)
			4.3*, 6.3** (v < 50km/h)
Nota: *reconstrucción planificada, **reconstrucción			
Estonia	AC	100	10 (Categoría 1), 8 (Categoría 2), 5 (Categoría 3), 3 (Categoría 4)
Nota: La categoría de la vía esta en función de la categoría funcional de la vía y su TPDa			
Irlanda	Autopista	100	2.5
	Pavimentos de ingeniería		3
	Pavimentos patrimoniales TPDa > 3500		4
	Pavimentos patrimoniales TPDa = 2000 - 3500		4
	Pavimentos patrimoniales TPDa < 2000		5
Nota: El IRI se estima para el carril izquierdo de la vía			

Tabla 4. Valores límite del IRI para carreteras en servicio en algunos países, tomado de (Múčka, 2017).

Lin et al., (2003) realizaron un análisis de la relación entre la metodología de evaluación IRI y las fallas del pavimento con base en una red neuronal de retropropagación para evaluar la aplicabilidad del IRI como un método fiable que arrojará de manera representativa el estado de una vía, se concluyó que la medición rápida del IRI usando un Analizador Automático de carreteras (ARAN) simplifica los trabajos de inspección visual tradicional de acuerdo con las imágenes del pavimento adquiridas por el sistema de recuperación de imágenes. También, con base a la red neuronal, la aproximación del IRI se puede obtener con éxito mediante la utilización de

clasificaciones obtenidas de las imágenes de deterioro del pavimento y el nivel de la carretera.

Sachún, (2016) encontró que el índice de Rugosidad Internacional en 29.60 Km de pavimento en la Panamericana Norte – Zona Trujillo utilizando el rugosímetro de Merlín, donde se obtuvo un IRI en promedio de 1.7 m/Km, una desviación estándar igual a 0.19, un IRI característico de 2.08 m/Km, esto indicó que la carretera en términos generales se encontraba en buenas condiciones para el tránsito vehicular y de acuerdo con la escala de estimación de rugosidad dada por la Norma ASTM E-1926-98, ésta tiene un

manejo confortable que va entre los 100 Km/h – 120 Km/h.

Inspección visual de daños en carreteras (VIZIR)

La metodología de auscultación VIZIR es un sistema de evaluación con el que se clasifica la condición superficial de los pavimentos. Este método categoriza las patologías de los pavimentos en dos tipos: A y B. Siendo A

los deterioros provenientes de una condición estructural, están ligados a condiciones de las capas del pavimento y la subrasante, producto de insuficiencias estructurales, representadas en el pavimento como deformación y fisuramientos. Mientras que los B son de tipo funcional y su origen se encuentra en deficiencias constructivas y en condiciones particulares de la zona (Invias, 2008).

TIPO	GRUPO	DETERIORO	
A	AHUELLAMIENTOS Y OTRAS DEFORMACIONES	Ahuellamiento	
		Depresiones o hundimientos transversales	
		Depresiones o hundimientos longitudinales	
	FISURAS	Fisura longitudinal por fatiga	
		Fisuras piel de cocodrilo	
	BACHEOS Y PARCHEOS	Bacheos y parcheos	
B	FISURAS	Fisura longitudinal de junta de construcción	
		Fisura transversal de junta de construcción	
		Fisura de contracción térmica	
		Fisura parabólica	
		Fisura de borde	
	DEFORMACION	Deformación	
	DESPRENDIMIENTOS	Ojos de pescado	
		Pérdida de película ligante	
		Pérdida de agregado	
		Descascaramiento	
	AFLORAMIENTOS	Pulimiento de agregado	
		Exudación	
		Afloramiento de mortero	
			Afloramiento de agua
	OTROS DETERIOROS	Desintegración de los bordes del pavimento	
		Escalonamiento entre calzada y berma	
Erosión de las bermas			
Segregación			

Figura 2. Categoría y clasificación de daños Metodología VIZIR, tomada de (Invias, 2008).

Los deterioros poseen un esquema de itinerario por colores, los cuales indican su nivel de gravedad, dividiendo el proyecto en secciones de 100 metros de largo, para las carreteras de doble calzada cada calzada

tendrá su propio inventario de patologías. Al interior de la sección se digita el valor de la extensión ocupada por el deterioro dentro de dicha sección (Invias, 2008).

Esta metodología establece 3 niveles de gravedad para cada tipo de patología como: ahuellamientos, fisuras, pieles de cocodrilo, parcheos, entre otros. Este nivel depende de que tan severo sea el deterioro, medido según la profundidad, cantidad de fisuras, largo, entre otros. Siendo el nivel 1 el más leve y el 3 el más grave.

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	①	②	③
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante Prof < 20 mm	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos. 20 mm ≤ Prof ≤ 40 ≤ mm	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios. Prof > 40 mm
Fisuras longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la huella de rodamiento. <6 mm	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras muy ramificadas, y/o muy abiertas. Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas (> 500 mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Figura 3. Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo A, tomado de (Invias, 2008).

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	①	②	③
Fisura longitudinal de junta de construcción	Fina y única < 6 mm	• Ancha (≤ 6 mm) sin desprendimiento o • Fina ramificada	Ancha (≤ 6 mm) con desprendimientos o ramificada
Fisuras de contracción térmica.	Fisuras finas < 6 mm	Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimiento, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas	Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos
Fisuras parabólicas.	Fisuras finas < 6 mm	Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos	Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos
Fisuras de borde	Fisuras finas < 6 mm	Anchas (≤ 6 mm) sin desprendimientos	Anchas (≤ 6 mm) con desprendimientos
Abultamientos	h < 20 mm	20 mm ≤ h ≤ 40 mm	h > 40 mm.
Ojos de pescado*(por cada 100m)	Cantidad.	< 5	5 a 10
	Diámetro (mm)	< 5	> 10
Desprendimientos: • Pérdida de película de ligante. • Pérdida de agregado	Pérdidas aisladas	≤ 300	≤ 1000
		≤ 300	≤ 1000
Descascaramiento	Prof.(mm) Área(m ²)	≤ 25	> 25
		≤ 0.8	> 0.8
Pulimento agregados	Long. Comprometida < 10% de la sección (100m).	≥ 10% a < 50% de la sección (100m)	> 50% de la sección (100m)
		≥ 10% a < 50% de la sección (100m)	> 50% de la sección (100m)
Exudación	Puntual, área específica	Continúa sobre las trayectorias por donde circulan las ruedas del vehículo	Continua y muy marcada, en diversas aéreas
Afloramientos: • De mortero • De agua	Localizados y apenas perceptibles.	Intensos	Muy intensos
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración, sectores localizados.	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más	Erosión extrema que conduce a la desintegración del revestimiento
Escalonamiento entre calzada y berma.	Desnivel entre 10 mm y 50 mm.	Desnivel entre 50 y 100mm	Desnivel superior a 100mm.
Erosión de las bermas	Erosión incipiente	Erosión pronunciada	La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios
Segregación	Long. comprometida < 10% de la sección (100m)	Long. comprometida ≥ 10% a < 50% de la sección (100m)	Long. comprometida > 50% de la sección (100m)

Figura 4. Niveles de gravedad de los deterioros del Tipo B, tomado de (Invias, 2008).

Como resultado de la evaluación (desarrollada en campo o en oficina), se determina el índice de deterioro superficial representado como I_s que varía entre 1 y 7, siendo 1 representativo de un pavimento con pocos fisuramientos y deformaciones, y el 7 indicativo de una estructura en muy mal estado que requiere muchos trabajos de rehabilitación (Invias, 2008).

Silva & Gracia, (2018) realizaron un análisis comparativo de metodologías para la evaluación de pavimentos en donde incluyeron los métodos Vizir y PCI, sobre un tramo de la red urbana de la localidad de Chapinero, obteniendo una diferencia sustancial en los resultados arrojados por cada una de las alternativas de solución muy distintas producto de estas inconsistencias.

Papageorgiou, (2019) comparó algunos de los métodos de evaluación de nivel de servicio de pavimentos más usados, entre ellos: Vizir, Paser, PCI, y concluyó que el método australiano se desempeñaba de mejor manera en cuanto no se tuviesen limitaciones presupuestales, o en caso de haberlas, optar por las el método Paser. Sin embargo, cada método presentó ventajas y desventajas teniendo en cuenta condiciones inherentes a cada proyecto.

Reyna, (2021) propuso estrategias de intervención para un tramo de la Avenida

Perú de 2394 metros en la ciudad de Trujillo haciendo uso de la metodología Vizir, siendo esta avenida una de las más importantes de la ciudad al conectar 3 avenidas principales con alto tránsito, donde predominan tanto vehículos livianos como pesados, determinando que el estado de dicha avenida para ambos carriles era “Marginal” debido al mal estado que presentaba la vía por falta de mantenimiento por partes de la entidad encargada, por lo que se propuso un “Mantenimiento Rutinario y Periódico” para así mejorar la condición y el nivel de servicio de la estructura.

CAPÍTULO II

Análisis comparativo de las metodologías

En la tabla 5 se presentan algunos trabajos de investigación reportados en la literatura técnica que han efectuado una comparación tanto descriptiva como experimental entre los métodos para evaluar un pavimento.

N°	PAÍS	DOI	TÍTULO	RESUMEN	REFERENCIA
1	Indonesia	10.19184/jrs1.v3i2.10904	The Comparison of Road Damage Values Based on PCI (Pavement Condition Index) Method Observation and IRI (International Roughness Index) Method on Road Class II in Lumajang District	<p>En este artículo se evaluaron 4 tramos de carreteras clase II en Indonesia utilizando el método PCI realizado visualmente y el método IRI obtenido de Bina Marga Lumajang PU. Los resultados promedio de los cuatro tramos por el PCI fue de 76.54 con buenas condiciones, mientras que por el método IRI fue de 3.94 con buenas condiciones; por lo que ambos métodos arrojaron las mismas conclusiones.</p>	(Sari et al., 2019)
2	EEUU	10.5923/j.jce.20150501.02	Predicting Pavement Condition Index Using International Roughness Index in a Dense Urban Area	<p>Para este estudio se utilizó un conjunto de datos de 2 años de IRI-PCI para crear modelos estadísticos que permitan predecir el valor del PCI a partir IRI por clasificación funcional y por tipo de pavimento en el Distrito de Columbia. Se determinó que los modelos de regresión entre el IRI y el PCI fueron estadísticamente significativos dentro del margen de error del 5%, con valores de R2 entre 0.56 y 0.82.</p>	(Arhin et al., 2015)
3	Irán	10.1155/2021/6635820	Development of a Relationship between Pavement Condition Index and International Roughness Index in Rural Road Network	<p>Este artículo se realizó para desarrollar una relación entre el IRI y el PCI, utilizando tres modelos de regresión exponencial en tres intervalos IRI diferentes, tomando información de la base de datos de campo recopilada de 6000 secciones de pavimento de 600 km de red de carreteras rurales en la provincia de Fars. En estos modelos se encontró que el R2 dio valores aceptables, de (0,75, 0,76 y 0,59) para carreteras con cualidades buenas, justas y muy pobres, lo que indicó una buena relación entre IRI y PCI. También se concluyó que cuando aumenta el nivel de rugosidad de la superficie de la carretera, la relación entre IRI y PCI se debilita, lo que puede ser causado por el aumento en el número y la gravedad de las fallas.</p>	(Adeli et al., 2021)
4	EEUU	10.1177/03611981211004965	Use of Time–Temperature Superposition Principle to Create Pavement Performance Master Curves and Relate Pavement Condition Index and International Roughness Index	<p>Se desarrolló una relación entre el IRI y PCI utilizando modelos de deterioro del pavimento para ambos métodos, basados en el concepto de superposición tiempo-deterioro similar al principio de superposición tiempo-temperatura. Se tomaron datos históricos de 40 secciones de pavimento flexible LTPP de Arizona, 32 secciones de California y 37 secciones de Wisconsin para crear curvas maestras PCI empleando el modelo sigmooidal y la metodología propuesta por Sotil y Kaloush, y modificado por Beckley para crear curvas maestras IRI. Se concluyó que la metodología aplicada para combinar las curvas maestras de los dos métodos fue exitosa; ya que los resultados arrojaron buenas estadísticas comparativas del R2 con un valor de 0.85 y un error estándar sobre la desviación estándar muestral (Se / Sy) de 0,38 para Arizona, R 2 de 0,75 y Se / Sy de 0,50 para California, y R 2 de 0,71 y Se / Sy de 0,53 para Wisconsin.</p>	(Medina et al., 2021)

5	Perú	-	Aplicación de los métodos PCI y VIZIR para la conservación del pavimento flexible, carretera pe-24a tramo Libertad - Chicche, Junín	Se evaluó un tramo de 4232 m en el departamento de Junín, Perú mediante el PCI y VIZIR, en donde se determinó que la condición del pavimento mediante la aplicación de la metodología PCI fue del 14.29% (regular), 35.71% (malo), 42.86% (muy malo) y 71.4% (fallado); por otro lado, la metodología VIZIR tuvo un 71.43% (regular) y un 28.57% (deficiente). Además, se pudo constatar que de estos dos métodos el más completo es el PCI, ya que evalúa todas las patologías encontradas a comparación del VIZIR que solo considera fallas del tipo A para su evaluación. También se analizaron los resultados de las dos metodologías, en función al IRI para la conservación del pavimento, así mismo, la condición del tramo en estudio, el 21.43% de las muestras presentan un estado malo de acuerdo al Índice de Rugosidad Internacional y el 78.57% (muy malo).	(Bravo, 2019)
6	Perú	-	Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca.	En esta investigación comparó el método PCI y VIZIR en un pavimento con una longitud de 1400m, divididas en 45 unidades de muestreo. Se llegó a la conclusión que ambas metodologías obtuvieron resultados similares en cuanto a la totalidad de la vía, según el PCI se encuentra en una condición muy buena con un porcentaje del 76%, y por el VIZIR el pavimento se encuentra en un estado bueno con un porcentaje del 91%. Por otro lado, según la prueba estadística al comparar ambos métodos se obtuvo un 95% de confianza al PCI; sin embargo, el VIZIR no contó con la confianza estadística, puesto que sobrepasaba el margen de error del $\pm 5\%$.	(Morales Colca, 2019)
7	Perú	-	Evaluación del Pavimento Flexible Mediante Métodos Del Pci y Vizir en el Tramo de La Carretera de Monsefu - Puerto Etén	La investigación evaluó 8 km de vía con un total de 52800m ² y con 30 unidades de estudio para ambas metodologías, dando como resultado para el PCI un índice de calificación de 33.8I%, encontrándose entre 40-25, por lo cual su grado de deterioro fue malo; y para la evaluación VIZIR el índice superficial fue de 3.97% indicando que es un pavimento regular. Se concluyó que el método más idóneo era el PCI porque es más fácil y completa, debido a que los rangos de clasificación van del 0 para una superficie de pavimento fallada, hasta 100 que es un pavimento en excelentes condiciones.	(Guevara, 2019)
8	Ecuador	-	Análisis comparativo de los resultados entre los métodos VIZIR y PCI aplicados a un tramo de 1.6 Km vía Jipijapa- Chade	Al comparar el Índice de Condición del Pavimento con Visión e Inspección de Zonas e Itinerarios en Riesgo se encontró que los tipos de falla que tienen mayor representatividad en el deterioro de pavimento es la piel de cocodrilo con un porcentaje de 38.93% y el fisuramientos de borde con un 22.50% para VIZIR; y en la metodología PCI fue la piel de cocodrilo con 41.89% y grietas longitudinales con 26.53%. Por otra parte, el índice de deterioro según VIZIR fue deficiente con un valor de 4.35 y el índice de deterioro según PCI fue malo con un valor de 38.07 el cual necesita rehabilitación.	(Bello, 2017)

Se aplicó el método PCI mediante una inspección visual y el método de

9	Indonesia	https://doi.org/10.1051/mateconf/201819504006	Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement	<p>evaluación IRI con la aplicación Roadroid. Se determinó que al evaluar la carretera utilizando el PCI tuvo una condición muy buena con un valor promedio de 70.36 y la evaluación mediante el IRI Roadroid tuvo una condición mediana con un promedio de 4.23. Además, se realizó una correlación entre las dos metodologías valorada en -0.23, lo cual significa que hay un nivel de correlación bajo y con t-test no mostró ninguna comparación de correlación, puesto que hay una diferencia entre las evaluaciones de las condiciones funcionales de una carretera.</p> <p>En esta investigación se buscaba determinar la relación entre el PCI e IRI, para lo cual se tomó como caso de estudio un segmento de una vía arteria de la ciudad de Medan, Indonesia. Obteniendo como resultados del análisis una diferencia entre los métodos de evaluación. Mientras que para el método PCI el segmento de carretera se clasificaba como “Aceptable” con un valor promedio de 58.6, para el IRI el estado de la vía de estudio se clasificaba como “Bueno” con un puntaje entre 2 y 4. Sin embargo, los valores obtenidos por el IRI tendían a ser menos fieles a las condiciones de campo, esto debido al método de medición de la rugosidad que usa IRI, al fijarse únicamente la sección por donde transcurre la rueda del vehículo usado para medir este parámetro.</p> <p>En este artículo se recolecta información para la determinación del estado del pavimento mediante el método IRI es mucho más sencilla y asequible que si la comparamos con las mediciones necesarias para el método PCI, por lo que se plantea predecir el valor de PCI a partir del puntaje obtenido por el IRI mediante la programación de expresiones de genes o GEP por sus siglas en inglés, y así no tener la necesidad de evaluar mediante la metodología del PCI que puede llegar a requerir más recursos. La programación desarrollada en esta investigación se hizo a partir de datos provenientes de estudios previos y a partir de datos reales obtenidos en una vía arteria de 50 kilómetros. Este método de predicción obtuvo una fiabilidad de más del 80% al estimar el valor del PCI por lo que se convirtió en uno de los métodos más certeros.</p> <p>Se estableció una relación entre el deterioro superficial de un pavimento asfáltico y su rugosidad a partir de la generación de un modelo de regresión lineal que determine el puntaje de PCI dada la rugosidad con el método IRI, como resultado se pudo observar que la metodología IRI no podía ser el único factor a tener en cuenta para la determinación del índice de deterioro, al obtener variaciones de hasta del 41% entre el PCI medido y el obtenido por la regresión lineal.</p>	(Putra & Suprpto, 2018)
1 0	Indonesia	https://doi.org/10.1051/mateconf/201925803019	Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement		(Psalmen & Sejahtera, 2019)
1 1	Jordania	https://doi.org/10.1007/s41062-021-00504-1	Predicting Pavement Condition Index from International Roughness Index using Gene Expression Programming		(Imam et al., 2021)
1 2	EEUU	10.1061/(ASCE)0733-947X(2007)133:12(706)	Applicability of the International Roughness Index as a Predictor of Asphalt Pavement Condition		(Park et al., 2007)

Tabla 5. Resumen de fuentes seleccionadas sobre las metodologías.

La metodología IRI se emplea como una manera rápida de determinar el estado actual de un pavimento, teniendo en cuenta la facilidad y el ahorro de recursos que se obtienen si se comparan con otras metodologías. Sin embargo, en algunas ocasiones este índice no se representa tan correctamente con las condiciones reales del pavimento al no realizar la evaluación o medición en todo el ancho de la estructura, por lo que puede ser un factor desfavorable con respecto a otras metodologías.

Aunque el IRI es aceptado, muy difundido en todo el mundo caracterizando la rugosidad longitudinal de carreteras para la gestión de sistemas viales, es un método que se mide de diversas formas en países distintos, entonces esto puede hacer que los resultados no sean tan representativos, ya que depende mucho del instrumento de medición con el cual se realice; así que, aun cuando su definición sea objetiva, dicho instrumento de medición no lo es, lo que ha generado una incertidumbre y puede que los resultados no sean tan confiables.

Por otro lado, la metodología VIZIR es un sistema de evaluación de pavimentos flexibles, que clasifica las patologías del pavimento en dos tipos: tipo A y tipo B; sin embargo, sólo toma en cuenta las fallas de tipo A, las cuales son producto de la fatiga

estructural del pavimento, dejando por fuera las fallas originadas por aspectos climáticos, ambientales o constructivos, a diferencia de otros métodos como el PCI que contempla todas las fallas que pueda presentar la vía siendo más completo su análisis. Vizir usa un sistema de clasificación de los pavimentos que se divide en 3 niveles de servicio: bueno, regular y deficiente que es menos preciso comparado con sistemas de clasificación un poco más detallados.

El PCI es una metodología ampliamente utilizada, siendo uno de los métodos de mayor aceptación a nivel nacional e internacional que se ha aplicado desde hace muchos años y aún sigue siendo empleada globalmente, sobre todo en países que no cuentan con equipos de medida de parámetros de estado, como: fricción, irregularidad superficial (transversal y longitudinal) y deflexión.

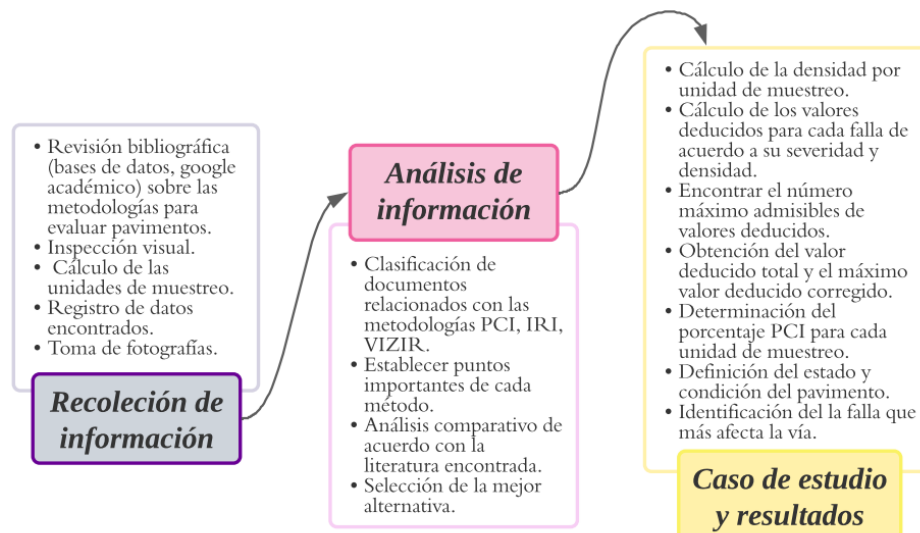
Estas metodologías son bastante estudiadas a escala internacional; puesto que son muy sencillas y prácticas para realizarse y determinar la condición de un pavimento; así mismo, la literatura recomienda que la mayoría de estos índices de servicio del pavimento están relacionados, por lo que existen múltiples investigaciones que han realizado análisis comparativos para

determinar qué tan variable son estos métodos o incluso han desarrollado modelos para predecir o correlacionar un índice a partir de otro, comprobando una alta eficiencia en su evaluación.

Al analizar la información recolectada, evaluando todas estas alternativas y a partir de la experiencia de otros sobre este tema,

se concluye que, para las condiciones de Montería, la metodología más apropiada es el PCI; por lo tanto, en el siguiente capítulo se presenta un caso de estudio donde se implementa este método para un tramo vial localizado en la Calle 64a barrio la Castellana, Montería.

CAPÍTULO III



Caso de estudio – tramo vial Montería

Localización

El caso de estudio se llevó a cabo en la calle 64a, entre la Cra. 6 y Cra. 13, localizada en el barrio la Castellana de la ciudad de Montería, departamento de Córdoba, al noroccidente del país. La vía cuenta con dos carriles doble sentido con anchos de 3.5m cada uno. Esta zona es altamente residencial y escolar; ya que es la vía de acceso a dos

instituciones educativas, por lo que se hace necesario garantizar un alto nivel de servicio de esta, con el objetivo de proporcionar una circulación con rapidez, comodidad y economía, además de prevenir posibles accidentes que puedan ser provocados por el mal estado del pavimento.



Figura 5. Localización de la calle 64a barrio la Castellana, tomado de Google Earth. Editado por autores.

Resultados y discusión

Cálculo de las unidades de muestreo

Se evaluó como una sola sección el tramo de la calle 64a, Montería que consta de 560 metros, teniendo en cuenta que el diseño del pavimento, el tráfico y la condición de éste es similar a lo largo de dicho tramo. Al realizar el conteo de las losas en ambos sentidos, dio un total de 280, lo que equivale a 14 unidades de muestreo con un área de 20 losas, cada una de estas tiene en promedio 4 metros de largo y 3.5 metros de ancho tanto el carril izquierdo como el derecho.

Se calculó el número mínimo de unidades de muestreo estudiadas y el intervalo de espaciamiento entre cada unidad, como se muestra a continuación:

$$n = \frac{14 \cdot 15^2}{\frac{5^2}{4} \cdot (14-1) + 15^2} = 10.3 \approx 11$$

Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.

$$i = \frac{14}{11} = 1.27$$

Ecuación 2. Intervalo de espaciamiento entre cada unidad.

Este resultado indicó que se deben evaluar todas las unidades de muestra, y se optó por tomar todas las 14.

En la figura 6 se muestra la localización de las 14 unidades de muestreo evaluadas, ubicadas en la calle 64a del barrio la castellana, Montería.



Figura 6. Localización de las unidades de muestreo, tomado de Google Earth. Editado por autores.

Cálculo del PCI

Se encontró el índice de condición del pavimento (PCI), para las 14 unidades de muestreo evaluadas de la sección, la información recogida fue registrada en las hojas de inspección y analizada de acuerdo al procedimiento para el cálculo del PCI. Ver anexos.

La Tabla 6 muestra para cada unidad el máximo valor deducido de daño, el nombre de la falla, la severidad, el valor del PCI y el estado en el que se encuentra.

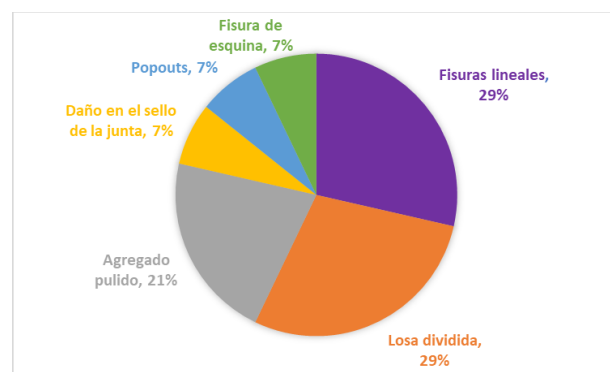
Unidad de muestreo	Mayor valor deducido	Falla	Severidad	Valor PCI	Estado
1	14	Fisuras lineales	L	70	Bueno
2	18	Losa dividida	H	60	Bueno
3	57	Losa dividida	H	29	Malo
4	10	Agregado pulido	-	81	Muy bueno
5	4	Daño en el sello de la junta	M	92	Excelente
6	15	Fisuras lineales	M	73	Muy bueno
7	14	Fisuras lineales	L	77	Muy bueno
8	20	Losa dividida	L	61	Bueno
9	10	Popouts/ Desprendimientos	-	82	Muy bueno
10	15	Fisura de esquina	M	74	Muy bueno
11	10	Agregado pulido	-	81	Muy bueno
12	10	Fisuras lineales	L	82	Muy bueno
13	10	Agregado pulido	-	82	Muy bueno
14	12	Losa dividida	M	81	Muy bueno
PCI de la sección				73.214	Muy bueno

Tabla 6. Resultados generales por unidad de muestra.

En esta sección del tramo en estudio, las fallas que generan un alto grado de afectación son las fisuras lineales y la losa dividida; debido a que presentan los mayores valores deducidos. Las fisuras lineales en las unidades 1, 6, 7 y 12, mientras que la losa dividida en las unidades 2, 3, 8 y 14. Este valor deducido indica el grado en que cada combinación de deterioro, severidad y cantidad perjudican la condición del pavimento.

En la gráfica 1 se encuentra definido el porcentaje del área que representa cada uno

de los daños mencionados, con respecto al total de unidades de muestreo evaluadas.



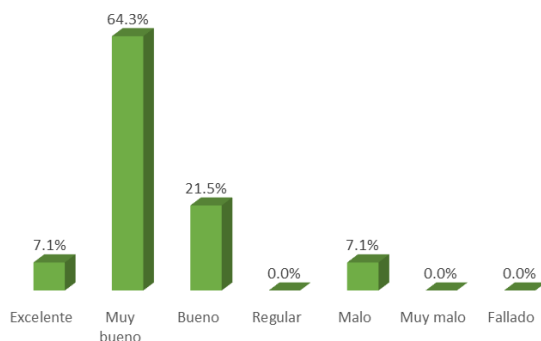
Gráfica 1. Porcentaje de área para fallas que más afecta la vía.

Por último, el PCI tuvo un valor de 73.21 en toda la sección, tomando el promedio de todas las unidades evaluadas, ya que no se inspeccionaron unidades adicionales, la calificación correspondiente a este valor da un estado del pavimento “muy bueno”.

$$PCIs = \frac{14 \cdot 73.21}{14} = 73.21$$

Ecuación 3. PCI de la sección evaluada.

Se obtuvo un 64.3% de las unidades de muestreo en estado “muy bueno”, un 21.5% “bueno”, y un 7.1% tanto en “malo” como “excelente”. El PCI más bajo fue de 29, asignado a la unidad 3 como condición mala, y el valor más alto fue de 92 para la unidad 5, calificada como “excelente”.



Gráfica 2. Porcentaje del estado del pavimento.

Las fallas encontradas en toda la sección del tramo evaluado se presentan a continuación.



Figura 7. Fisura de esquina en la Unidad 10.

La losa dividida no es tan recurrente en las unidades; sin embargo, es muy relevante, puesto que su valor deducido es bastante alto.



Figura 8. Losa dividida en la Unidad 3.

Con respecto al daño en el sello de junta, la mayoría no cuenta con el sello, lo que ocasiona una acumulación de vegetación, arena, agregados y agua.



Figura 9. Daño en el sello de junta.

En cuanto a las fisuras lineales, al igual que la losa dividida no son tan usuales, pero es una de las fallas que más afecta la vía.



Figura 10. Fisuras lineales en la Unidad 8.

La falla de pulimiento de agregado fue frecuente en todas la unidades inspeccionadas, a pesar de esto no fue tan notable debido a que su máximo valor deducido es bajo, máx. 10, en comparación con otros daños, por lo que no afecta significativamente a la estructura del pavimento.



Figura 11. Pulimiento de agregados.



Figura 12. Popouts en la Unidad 10.



Figura 13. Punzonamiento de alta severidad en la Unidad 3.



Figura 14. Fisura de contracción en la Unidad 6.



Figura 15. Descascaramiento de esquina en la Unidad 3.

El descascaramiento de junta se presenta por la infiltración de materiales incompresibles en la junta que ocasiona la falta del sello la gran parte de las losas.



Figura 16. Descascaramiento de junta en la Unidad 13.

3. CONCLUSIÓN

✓ Al comparar las metodologías PCI, VIZIR y IRI, se concluyó que la más representativa para el caso de estudio fue la PCI, ya que es una metodología ampliamente utilizada en todo el mundo, evalúa tanto a los pavimentos flexibles como rígidos, es uno de los métodos de mayor aceptación nacional e internacionalmente, usada en países que no cuentan con equipos de medida de parámetros de estado, como: fricción, irregularidad superficial (transversal y longitudinal) y deflexión.

✓ Con la revisión de literatura técnica se pudo constatar que estas tres metodologías son ampliamente estudiadas en muchos países como son: Indonesia, EEU, Irán, Perú, Ecuador, Jordania, entre otros.

✓ Gracias al análisis comparativo se concluyó que en muchos casos cuando se evalúan pavimentos mediante el IRI y el PCI se obtienen resultados similares al presentar las mismas condiciones en varios tramos estudiados. Al igual que cuando se evalúa una vía mediante el método VIZIR con el PCI dan condiciones similares en cuanto a todo el trayecto estudiado; sin embargo, cuando se comparan ambos

métodos el PCI puede llegar a tener un 95 % de confianza, mientras que el VIZIR no cuenta con la confianza estadística por sobrepasar el margen de error de $\pm 5\%$.

✓ Aunque se obtengan en ocasiones valores similares entre el PCI con el IRI, este último siempre tienden a ser menos representativo a las condiciones de campo porque este método de medición de rugosidad sólo se fija en la sección por donde transcurre la rueda del vehículo para medir este parámetro.

✓ Existe una buena relación entre el PCI con el IRI ya que se han encontrado buenas estadísticas comparativas al aplicar modelos de regresión exponencial o modelos sigmoidales entre ellos dando como resultados valores R2 en algunos casos de 0.85, 0.76, 0.75, etc., todos estos cercanos a 1. También se encontró que cuando aumenta el nivel de rugosidad de la superficie de la carretera, la relación entre IRI y PCI se debilita, lo que puede ser causado por el aumento en el número y la gravedad de las fallas.

✓ El pavimento del tramo vial ubicado en la calle 64a del barrio la Castellana se calificó con un estado “Muy bueno” al

obtener un valor del PCI =73.21, de acuerdo con la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 20.

✓ Los daños que más afectan el pavimento, de acuerdo al mayor valor deducido de daño en cada unidad evaluada son: losa dividida de alta severidad, fisuras lineales de mediana severidad, agregado pulido, daño en el sello de la junta de mediana severidad, desprendimientos y por último fisura de esquina de mediana severidad, de las cuales las dos primeras tuvieron mayor reiteración.

4. RECOMENDACIONES

✓ Se recomienda como alternativa de solución para el mejoramiento de la estructura del pavimento el mantenimiento de las juntas, ya que es el daño que más se presenta en las unidades de muestreo.

✓ Se recomienda realizar una evaluación anual del estado del pavimento del tramo vial calle 64a, la Castellana para conocer el nivel de deterioro del pavimento de la vía ya que es un proceso continuo y para efectos de la planificación presupuestaria y estrategias de mejoramiento o rehabilitación oportuna en términos de priorización.

5. REFERENCIAS

- Abdel-Wahed, T. A., & Hashim, I. H. (2017). Effect of speed hump characteristics on pavement condition. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 4(1), 103–110.
<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.09.011>
- Abdullateef Al-Neami, M., Hassan Al-Rubaei, R., Al-Neami, M. A., Al-Rubaei, R. H., & Kareem, Z. J. (2017). Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut. *Article in International Journal of Current Engineering and Technology*, 7(4), 15.
https://www.researchgate.net/profile/Rasha-Al-Rubaei-2/publication/328611822_Evaluation_of_Pavement_Condition_Index_for_Roads_of_Al-Kut_City/links/5bd87e89a6fdcc3a8db14e2f/Evaluation-of-Pavement-Condition-Index-for-Roads-of-Al-Kut-City.pdf
- Adeli, S., Najafi Moghaddam Gilani, V., Kashani Novin, M., Motesharei, E., & Salehfard, R. (2021). Development of a Relationship between Pavement Condition Index and International Roughness Index in Rural Road Network. *Advances in Civil Engineering*, 2021.
<https://doi.org/10.1155/2021/6635820>
- Arhin, S. A., Williams, L. N., Ribbiso, A., & Anderson, M. F. (2015). Predicting Pavement Condition Index Using International Roughness Index in a Dense Urban Area. *Journal of Civil Engineering Research*, 5(1), 10–17.
<https://doi.org/10.5923/j.jce.20150501.02>
- Armas Gil, I. J. H. (2018). *Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la carretera Cajabamba - Río Negro, utilizando el método Vizir*. 199.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2540.-14TT9>
- ASTM D6433 - 20. (2020). *Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys*. 1–48.

<https://doi.org/10.1520/D6433-20.2>

- Bello, L. P. (2017). *Análisis comparativo de los resultados entre los métodos VIZIR y PCI aplicados a un tramo de 1.6 Km vía Jipijapa- Chade*. 1–188.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1221>
- Boyapati, B., & Prasanna Kumar, R. (2015). Prioritisation of pavement maintenance based on pavement condition index. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(14).
<https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i14/64320>
- Bravo, T. V. (2019). *Aplicación de los métodos PCI y Vizir para la conservación del pavimento flexible, carretera PE-24A tramo Libertad-Chicche, Junín*.
<http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1408>
- Corazza, M. V., Di Mascio, P., & Moretti, L. (2016). Managing sidewalk pavement maintenance: A case study to increase pedestrian safety. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 3(3), 203–214.
<https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.04.001>
- Guevara, C. (2019). Evaluación del pavimento flexible mediante métodos del Pci y Vizir en el tramo de La Carretera de Monsefu - Puerto Etén. In *Repositorio Institucional - UCV*. Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37808>
- HPMS. (2012). *Highway Performance Monitoring System Field Manual*. March, 52.
https://deldot.gov/Publications/reports/hpms/pdfs/2012/HPMSFieldManual_032012.pdf
- IBCH. (n.d.). *Pavimentos Rígidos - Ventajas Comparativas*. Retrieved February 28, 2022, from
<https://www.ibch.com/index.php?view=article&catid=8%3Aproducts&id=12%3Av>
- Imam, R., Murad, Y., Asi, I., & Shatnawi, A. (2021). Predicting Pavement Condition Index from International Roughness Index using Gene Expression Programming. *Innovative Infrastructure Solutions*, 6(3), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00504-1>
- Invias. (2008). Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. *Aprender a Investigar*, 192.
- Irigoyen, J. L., & Simo, L. F. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. *Mopc*, 212.
<https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificación-fallas.pdf>
- Kirbas, U., & Karasahin, M. (2017). Estimating PCI using vibration data for asphalt concrete pavements. *World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering*, 114, 2371–5294. <https://doi.org/10.11159/ictel7.114>
- Lin, J., Yau, J.-T., & Hsiao, L.-H. (2003). Correlation Analysis Between International Roughness Index (IRI) By. *Transportation Research Board 82th Annual Meeting, January*, 1–21.
https://www.researchgate.net/profile/Jyh-Dong-Lin/publication/228848218_Correlation_analysis_between_international_roughness_index_IRI_and_pavement_distress_by_neural_network/links/02e7e52f385af7c205000000/Correlation-analysis-between-international-roughn
- Lopes, S. B., Pfaffenbichler, P., Emberger, G., Riedl, L., & Jr., J. L. F. (2015). Gerência de Pavimentos Urbanos com Uso de Modelagem Dinâmica de Sistemas Diretamente Conectada com um SIG. *Empresa Pública de Transporte e Circulação-EPTC*, c(January 2015), 1–11.
https://www.researchgate.net/profile/Paul-Pfaffenbichler/publication/267766926_GERENCIA_DE_PAVIMENTOS_URBANO_S_COM_USO_DE_MODELAGEM_DIN

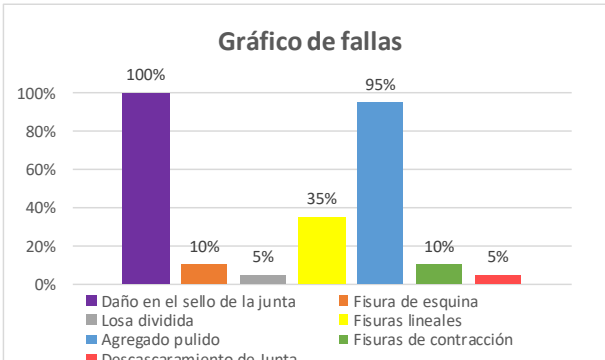
AMICA_DE_SISTEMAS_DIRETAMEN
TE_CONECTADA_COM_UM_SIG/links
/54b799240cf2e68eb2802d74/GERENCI
A-DE-PAVIMENTOS-URBANOS-COM-
USO-

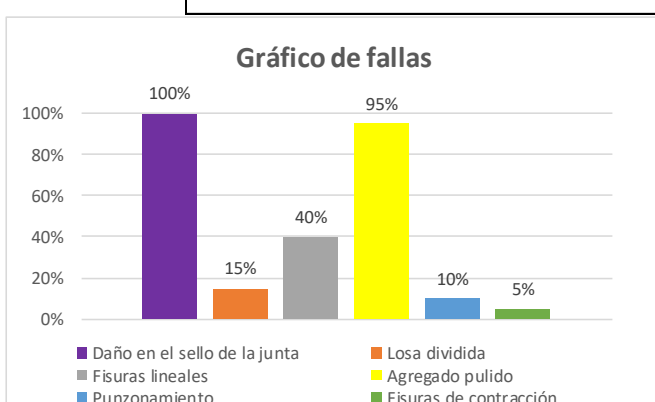
- Medina, J. R., Zalgout, A., Gundla, A., Castro, S., & Kaloush, K. (2021). Use of Time–Temperature Superposition Principle to Create Pavement Performance Master Curves and Relate Pavement Condition Index and International Roughness Index. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(9), 972–983. <https://doi.org/10.1177/03611981211004965>
- Morales Colca, M. (2019). Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca. *Universidad Peruana Unión*, 1–198. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1956>
- Můčka, P. (2017). International Roughness Index specifications around the world. *Road Materials and Pavement Design*, 18(4), 929–965. <https://doi.org/10.1080/14680629.2016.1197144>
- NLT-330/98. (1998). *Cáculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras* (p. 4).
- Papageorgiou, G. (2019). Appraisal of road pavement evaluation methods. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 12(6), 158–166. <https://doi.org/10.25103/jestr.126.20>
- Park, K., Thomas, N. E., & Lee, K. W. (2007). Applicability of the international roughness index as a predictor of asphalt pavement condition. *Journal of Transportation Engineering*, 133(12), 706–709. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2007\)133:12\(706\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2007)133:12(706))
- Psalmen Hasibuan, R., & Sejahtera Surbakti, M. (2019). Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement. *MATEC Web of Conferences*, 258, 03019. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201925803019>
- Psalmen, R., & Sejahtera, M. (2019). Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement. *MATEC Web of Conferences*, 258, 03019. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201925803019>
- Pucha Aguinsaca, P. A., & Zárate Torres, B. A. (2020). Evaluación superficial de pavimentos rígidos en carreteras mediante ortoimágenes obtenidas mediante un vehículo aéreo no tripulado. In *Surface Evaluation of Rigid Pavements on Roads using Orthoimages Obtained through an Unmanned Aerial Vehicle*. (Vol. 17, Issue 2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6599>
- Putra, D. A., & Suprpto, M. (2018). Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement. *MATEC Web of Conferences*, 195, 04006. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819504006>
- Reyna, K. G. (2021). *Propuesta estratégica de intervención del pavimento flexible, aplicando la metodología Vizir, en la avenida Perú, tramo avenida América–avenida España, de la*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27200>
- Sachún, J. (2016). Estudio del índice de rugosidad internacional de la panamericana norte - zona trujillo. Para su mantenimiento. *Universidad Privada Antenor Orrego*, 239. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2548>
- Sari, D., Sukmawati, S., & Hasanuddin, A.

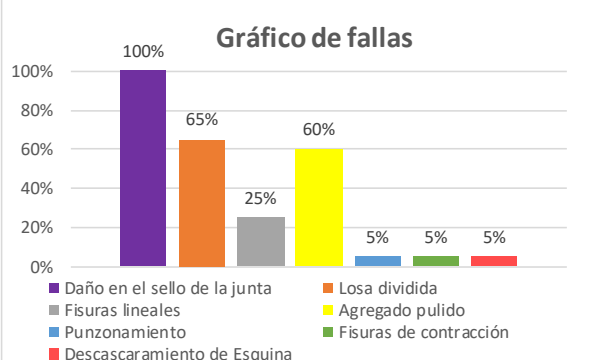
- (2019). THE COMPARISON OF ROAD DAMAGE VALUES BASED ON PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) METHOD OBSERVATION AND IRI (INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX) METHOD ON ROAD CLASS II IN LUMAJANG DISTRICT. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 3(2), 113.
<https://doi.org/10.19184/jrsl.v3i2.10904>
- Sayers, M., Gillespie, T., & Paterson, W. (1986). Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements. World Bank technical paper number 46. In *World Bank technical paper*.
- Shah, Y. U., Jain, S. S., Tiwari, D., & Jain, M. K. (2013). Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 332–341.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.126>
- Shain, M. (2000). *Pavement management for airports, roads, and parking lots*. Kluwer.
- Silva, D., & Gracia, D. (2018). Análisis comparativo de metodologías de evaluación VIZIR y PCI (Parte B), aplicado a la estructura de pavimento de una vía urbana, en el barrio Chicó Norte (localidad Chapinero). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17734>
- Soncim, S. P., & Fernandes Júnior, J. L. (2015). Modelo de previsão do índice de condição dos pavimentos flexíveis. *Journal of Transport Literature*, 9(3), 25–29.
<https://doi.org/10.1590/2238-1031.jtl.v9n3a5>
- Suwardo, & Sugiharto. (2004). Tingkat Kerataan Jalan Berdasarkan alat Rolling Straight Edge untuk Mengestimasi Pelayanan Jalan. *Prosiding Simposium VII FSTPT*, 1–9.
http://www.suwardo.staff.ugm.ac.id/artikel/Tingkat_kerataan.pdf
- Thenoux, G., & Gaete, R. (1995). Evaluación Técnica Del Pavimento Y De Refuerzo Asfáltico. *Revista Ingeniería de Construcción*, 14, 22.
<http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/364/306>
- Trombetta, J., Pandolfo, A., Goldoni, A., Gomes, A., & Specht, L. (2010). Caracterização das ocorrências de defeitos em pavimentos asfálticos na cidade de Pato Branco - PR. *Revista Tecnologia*, 31(2), 239–247.
<https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/5350>
- Vieira, S. A., Pinho Júnior, A. A. E. de, Oliveira, F. H. L. de, & Aguiar, M. F. P. de. (2016). ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS ATRAVÉS DO IGG E PCI. *Conexões - Ciência e Tecnologia*, 10(3), 20–30.
<https://doi.org/10.21439/conexoes.v10i3.799>

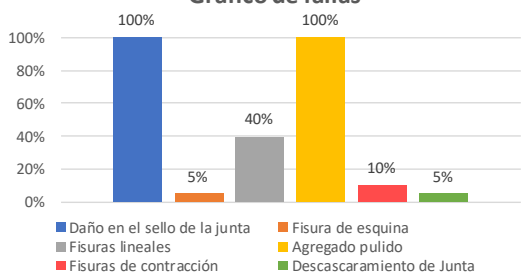
6. ANEXOS

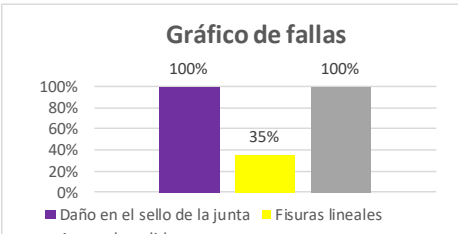
Cálculo del PCI de cada unidad de muestreo evaluada.

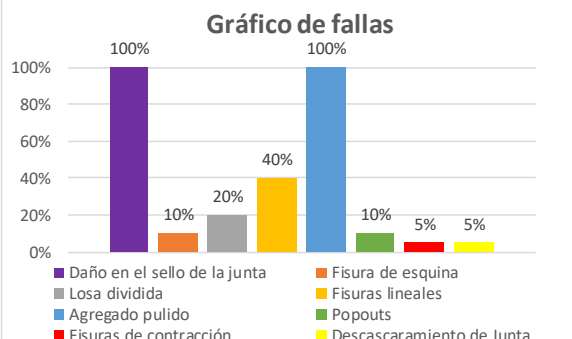
FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																																																												
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																												
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		1																																																																	
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieua			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																																																																	
Tipos de daños						Esquema																																																																						
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta						<table border="1"> <tr> <td>28L</td> <td>28L</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28M</td> <td rowspan="2">2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>39L</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>23M</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22L</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> </tr> </table>						28L	28L	10	31	31	31	31	9	31	37		31	8		31		31	7		31		31	6		31		31	5		31		31	4		28L		31	3		31		28M	2		28L		39L	1		22M		31			31		23M			28L		22L			31
28L	28L	10																																																																										
31	31																																																																											
31	31	9																																																																										
31	37																																																																											
	31	8																																																																										
	31																																																																											
	31	7																																																																										
	31																																																																											
	31	6																																																																										
	31																																																																											
	31	5																																																																										
	31																																																																											
	31	4																																																																										
	28L																																																																											
	31	3																																																																										
	31																																																																											
	28M	2																																																																										
	28L																																																																											
	39L	1																																																																										
	22M																																																																											
	31																																																																											
	31																																																																											
	23M																																																																											
	28L																																																																											
	22L																																																																											
	31																																																																											
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																																								
26	H	20	100	8																																																																								
22	L	1	5	4																																																																								
22	M	1	5	7																																																																								
23	M	1	5	12																																																																								
28	L	6	30	14																																																																								
28	M	1	5	4																																																																								
31	-	19	95	9.8																																																																								
37	-	2	10	0																																																																								
39	L	1	5	2																																																																								
m	8.90	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																																										
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV																																																																	
1	14	12	9.8	8	7	4	4	2	60.8	8	27																																																																	
2	14	12	9.8	8	7	4	4	2	60.8	7	28																																																																	
3	14	12	9.8	8	7	4	2	2	58.8	6	29																																																																	
4	14	12	9.8	8	7	2	2	2	56.8	5	30																																																																	
5	14	12	9.8	8	2	2	2	2	51.8	4	29																																																																	
6	14	12	9.8	2	2	2	2	2	45.8	3	29																																																																	
7	14	12	2	2	2	2	2	2	38	2	30																																																																	
8	14	2	2	2	2	2	2	2	28	1	28																																																																	
									Máx CDV =	30																																																																		
Resultados																																																																												
<p>PCI = 100 - Máx. CDV</p> <p>PCI = 100 - 30</p> <p>PCI = 70</p> <p style="text-align: center;">Bueno</p>																																																																												
<p style="text-align: center;">Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Fisura de esquina</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras de contracción</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Junta</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>													Tipo de falla	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Fisura de esquina	10%	Losa dividida	5%	Agregado pulido	35%	Fisuras de contracción	10%	Descascaramiento de Junta	5%																																																		
Tipo de falla	Porcentaje																																																																											
Daño en el sello de la junta	100%																																																																											
Fisura de esquina	10%																																																																											
Losa dividida	5%																																																																											
Agregado pulido	35%																																																																											
Fisuras de contracción	10%																																																																											
Descascaramiento de Junta	5%																																																																											

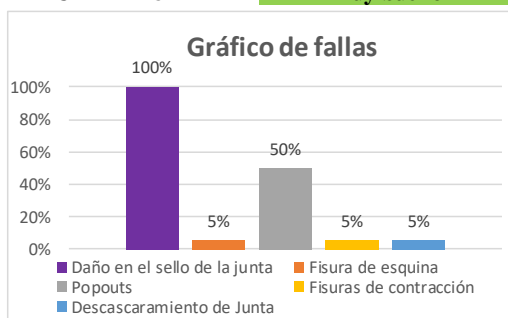
FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																																																	
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																	
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		2																																																						
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																																																						
Tipos de daños								Esquema																																																									
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta								<table border="1"> <tr> <td>23L</td> <td>23H</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>31</td> <td rowspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>34M</td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>23L</td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>37</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>28L</td> <td rowspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>34L</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td></td> </tr> </table>					23L	23H	10	31		28L	31	9	31		31	31	8			31	31	7			28L	34M	6	31	31	31	31	5			28L	23L	4	31	31	28L	37	3	31	31	28L	28L	2	31	31	28L	34L	1	31	28L		31	
23L	23H	10																																																															
31																																																																	
28L	31	9																																																															
31																																																																	
31	31	8																																																															
31	31	7																																																															
28L	34M	6																																																															
31	31																																																																
31	31	5																																																															
28L	23L	4																																																															
31	31																																																																
28L	37	3																																																															
31	31																																																																
28L	28L	2																																																															
31	31																																																																
28L	34L	1																																																															
31	28L																																																																
	31																																																																
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																													
26	H	20	100	8																																																													
23	L	2	10	10																																																													
23	H	1	5	18																																																													
28	L	8	40	17																																																													
31	-	19	95	9.8																																																													
34	L	1	5	8																																																													
34	M	1	5	12																																																													
37	-	1	5	0																																																													
m	8.53	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																															
Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV																																																						
1	18	17	12	10	9.8	8	8		82.8	7	40																																																						
2	18	17	12	10	9.8	8	2		76.8	6	39																																																						
3	18	17	12	10	9.8	2	2		70.8	5	38																																																						
4	18	17	12	10	2	2	2		63	4	36																																																						
5	18	17	12	2	2	2	2		55	3	35																																																						
6	18	17	2	2	2	2	2		45	2	35																																																						
7	18	2	2	2	2	2	2		30	1	30																																																						
									Máx CDV =	40																																																							
Resultados																																																																	
PCI = 100 - Máx. CDV PCI = 100 - 40 PCI = 60 <div style="background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 0 auto;">Bueno</div>																																																																	
<div style="text-align: center;"> <h3>Gráfico de fallas</h3>  <table border="1"> <caption>Datos del Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de Daño</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras lineales</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>Punzonamiento</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras de contracción</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table> </div>												Tipo de Daño	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Losa dividida	15%	Fisuras lineales	40%	Agregado pulido	95%	Punzonamiento	10%	Fisuras de contracción	5%																																								
Tipo de Daño	Porcentaje																																																																
Daño en el sello de la junta	100%																																																																
Losa dividida	15%																																																																
Fisuras lineales	40%																																																																
Agregado pulido	95%																																																																
Punzonamiento	10%																																																																
Fisuras de contracción	5%																																																																

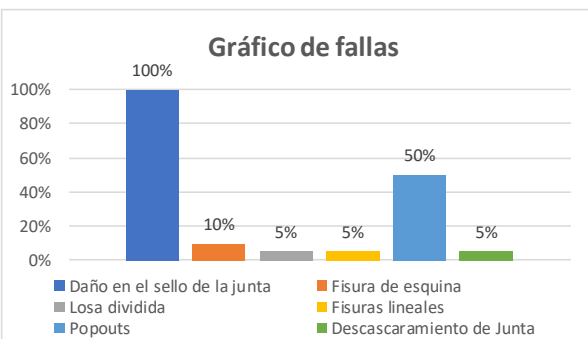
FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																											
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																											
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		3																
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																
Tipos de daños					Esquema																						
21. Levantamiento/Pandeo					37							23H	10														
22. Fisura de esquina					31																						
23. Losa dividida					28L							23H	9														
24. Fisura de durabilidad "D"					31																						
25. Escalonamiento					28L							28M	8														
26. Daño en el sello de la junta					31							31	7														
27. Desnivel carril/Berma					28L							23H	6														
28. Fisuras lineales					31							31	5														
29. Parches grandes					23L							28H	4														
30. Parches pequeños					31							31	3														
31. Agregado pulido					23L							23L	2														
32. Popouts					31							31	1														
33. Bombeo					23H							23M															
34. Punzonamiento					23L							23H															
35. Cruce de vía férrea					31																						
36. Descascaramiento					23H							23M															
37. Fisuras de contracción					23L							23L															
38. Descascaramiento de Esquina					31							31															
39. Descascaramiento de Junta					23H							23M															
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																							
26	H	20	100	8																							
23	L	5	25	24																							
23	M	3	15	29																							
23	H	5	25	57																							
28	L	3	15	8																							
28	M	1	5	4																							
28	H	1	5	10																							
31	-	12	60	7.5																							
34	H	1	5	17																							
37	-	1	5	0																							
38	L	1	5	0																							
m	4.95	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																									
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV																
1	57	29	24	17	0				127	4	71																
2	57	29	24	2	0				112	3	69																
3	57	29	2	2	0				90	2	64																
4	57	2	2	2	0				63	1	63																
									Máx CDV = 71																		
Resultados																											
PCI = 100 - Máx. CDV																											
PCI = 100 - 71																											
PCI = 29																											
Malo																											
<p style="text-align: center;">Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de Daño</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras lineales</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Punzonamiento</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras de contracción</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Esquina</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>												Tipo de Daño	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Losa dividida	65%	Fisuras lineales	25%	Punzonamiento	5%	Agregado pulido	60%	Fisuras de contracción	5%	Descascaramiento de Esquina	5%
Tipo de Daño	Porcentaje																										
Daño en el sello de la junta	100%																										
Losa dividida	65%																										
Fisuras lineales	25%																										
Punzonamiento	5%																										
Agregado pulido	60%																										
Fisuras de contracción	5%																										
Descascaramiento de Esquina	5%																										

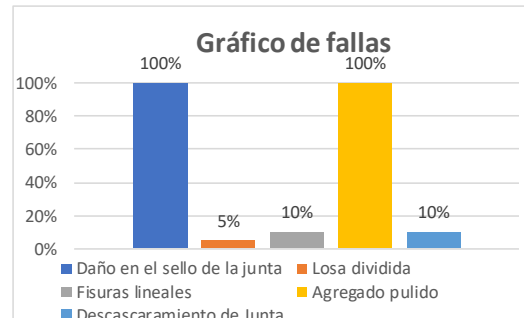
FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																			
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																			
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		6								
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieua			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20								
Tipos de daños						Esquema													
21. Levantamiento/Pandeo						31. Agregado pulido													
22. Fisura de esquina						32. Popouts													
23. Losa dividida						33. Bombeo													
24. Fisura de durabilidad "D"						34. Punzonamiento													
25. Escalonamiento						35. Cruce de vía férrea													
26. Daño en el sello de la junta						36. Descascaramiento													
27. Desnivel carril/Berma						37. Fisuras de contracción													
28. Fisuras lineales						38. Descascaramiento de Esquina													
29. Parches grandes						39. Descascaramiento de Junta													
30. Parches pequeños																			
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)			Valor deducido													
26	H	20	100			8													
22	L	1	5			4													
28	L	4	20			10													
28	M	4	20			15													
31	-	20	100			10													
37	-	2	10			0													
39	M	1	5			2													
m	8.81	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																	
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV								
1	15	10	10	8	4	2			49	6	23								
2	15	10	10	8	4	2			49	5	25								
3	15	10	10	8	2	2			47	4	27								
4	15	10	10	2	2	2			41	3	26								
5	15	10	2	2	2	2			33	2	26								
6	15	2	2	2	2	2			25	1	25								
									Máx CDV = 27										
Resultados																			
<p style="text-align: center;">Gráfico de fallas</p>  <p>■ Daño en el sello de la junta ■ Fisura de esquina ■ Fisuras lineales ■ Agregado pulido ■ Fisuras de contracción ■ Descascaramiento de Junta</p>																			
						<table border="1"> <tr> <td>PCI =</td> <td>100 - Máx. CDV</td> </tr> <tr> <td>PCI =</td> <td>100 - 27</td> </tr> <tr> <td>PCI</td> <td>= 73</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #90EE90;">Muy bueno</td> </tr> </table>						PCI =	100 - Máx. CDV	PCI =	100 - 27	PCI	= 73	Muy bueno	
PCI =	100 - Máx. CDV																		
PCI =	100 - 27																		
PCI	= 73																		
Muy bueno																			

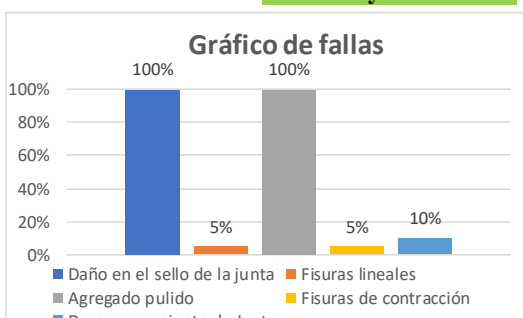
FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS											
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		7
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20
Tipos de daños						Esquema					
21. Levantamiento/Pandeo		31. Agregado pulido				28L		31			
22. Fisura de esquina		32. Popouts				31				10	
23. Losa dividida		33. Bombeo				28L		31			
24. Fisura de durabilidad "D"		34. Punzonamiento				31				9	
25. Escalonamiento		35. Cruce de vía férrea				28L		28L			
26. Daño en el sello de la junta		36. Descascaramiento				31		31		8	
27. Desnivel carril/Berma		37. Fisuras de contracción				31		28L			
28. Fisuras lineales		38. Descascaramiento de Esquina				31		31		7	
29. Parches grandes		39. Descascaramiento de Junta				31		28L			
30. Parches pequeños						31		31		6	
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido		31		28M		5	
26	H	20	100	8		31		31		4	
28	L	6	30	14		31		31		3	
28	M	1	5	4		31		31		2	
31	-	20	100	10		31		31		1	
m	8.90	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$				31		31			
Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	14	10	8	4					36	4	20
2	14	10	8	2					34	3	21
3	14	10	2	2					28	2	23
4	14	2	2	2					20	1	20
									Máx CDV =	23	
Resultados											
<p>PCI = 77 Muy bueno</p> <p>Gráfico de fallas</p>  <p>■ Daño en el sello de la junta ■ Fisuras lineales ■ Agregado pulido</p>											
						A		B			

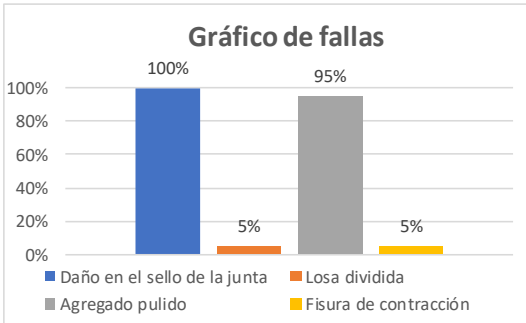
FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																																																																		
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																																		
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana				Sección		001		Unidad de muestreo		8																																																																						
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva				Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																																																																						
Tipos de daños						Esquema																																																																												
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta						<table border="1"> <tr> <td>32</td> <td>32</td> <td>31</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>22L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>37</td> <td></td> <td rowspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>22L</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>28M</td> <td>23L</td> <td></td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>23L</td> <td>31</td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>23L</td> <td>31</td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>28M</td> <td>28L</td> <td>31</td> <td rowspan="2">5</td> </tr> <tr> <td>39H</td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td></td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>28M</td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td></td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>28M</td> <td>31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>31</td> <td></td> <td rowspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>28M</td> <td>23L</td> <td></td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td></td> </tr> </table>							32	32	31	10	28L	22L		31	37		9	31	22L	31	28M	23L		8	31	31		31	23L	31	7		31		31	23L	31	6		31		28M	28L	31	5	39H	31		31	31		4	28M	31		31	31		3	28M	31		28L	31		2	31			28M	23L		1	31	31	
32	32	31	10																																																																															
28L	22L																																																																																	
31	37		9																																																																															
31	22L	31																																																																																
28M	23L		8																																																																															
31	31																																																																																	
31	23L	31	7																																																																															
	31																																																																																	
31	23L	31	6																																																																															
	31																																																																																	
28M	28L	31	5																																																																															
39H	31																																																																																	
31	31		4																																																																															
28M	31																																																																																	
31	31		3																																																																															
28M	31																																																																																	
28L	31		2																																																																															
31																																																																																		
28M	23L		1																																																																															
31	31																																																																																	
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																																														
26	H	20	100	8																																																																														
22	L	2	10	8																																																																														
23	L	4	20	20																																																																														
28	L	3	15	8																																																																														
28	M	5	25	17																																																																														
31	-	20	100	10																																																																														
32	-	2	10	2																																																																														
37	-	1	5	0																																																																														
39	H	1	5	8																																																																														
m	8.35	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																																																
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV																																																																							
1	20	17	10	8	8	8	8	2	81	8	37																																																																							
2	20	17	10	8	8	8	8	2	81	7	39																																																																							
3	20	17	10	8	8	8	2	2	75	6	38																																																																							
4	20	17	10	8	8	2	2	2	69	5	37																																																																							
5	20	17	10	8	2	2	2	2	63	4	37																																																																							
6	20	17	10	2	2	2	2	2	57	3	37																																																																							
7	20	17	2	2	2	2	2	2	49	2	38																																																																							
8	20	2	2	2	2	2	2	2	34	1	34																																																																							
									Máx CDV =	39																																																																								
Resultados																																																																																		
PCI = 100 - Máx. CDV PCI = 100 - 30 PCI = 61 <div style="background-color: #00aaff; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 0 auto;">Bueno</div>																																																																																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Datos del Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Fisura de esquina</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras lineales</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Popouts</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras de contracción</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Junta</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>												Tipo de falla	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Fisura de esquina	10%	Losa dividida	20%	Fisuras lineales	40%	Agregado pulido	100%	Popouts	10%	Fisuras de contracción	5%	Descascaramiento de Junta	5%																																																					
Tipo de falla	Porcentaje																																																																																	
Daño en el sello de la junta	100%																																																																																	
Fisura de esquina	10%																																																																																	
Losa dividida	20%																																																																																	
Fisuras lineales	40%																																																																																	
Agregado pulido	100%																																																																																	
Popouts	10%																																																																																	
Fisuras de contracción	5%																																																																																	
Descascaramiento de Junta	5%																																																																																	

FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																																																																																																																											
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																																																																																											
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo	9																																																																																																																																	
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo	20																																																																																																																																	
Tipos de daños					Esquema																																																																																																																																						
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta					<table border="1"> <tr> <td></td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>37</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>39L</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>22M</td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A</td> <td></td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						32										37								10	32									9	32									8	39L									8	32									7	32									6		32								5		32								4		32								3		32								2	22M	32								1			A		B					
	32																																																																																																																																										
	37								10																																																																																																																																		
32									9																																																																																																																																		
32									8																																																																																																																																		
39L									8																																																																																																																																		
32									7																																																																																																																																		
32									6																																																																																																																																		
	32								5																																																																																																																																		
	32								4																																																																																																																																		
	32								3																																																																																																																																		
	32								2																																																																																																																																		
22M	32								1																																																																																																																																		
		A		B																																																																																																																																							
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																																																																																																							
26	H	20	100	8																																																																																																																																							
22	M	1	5	7																																																																																																																																							
32	-	10	50	10																																																																																																																																							
37	-	1	5	0																																																																																																																																							
39	L	1	5	2																																																																																																																																							
m	9.27	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																																																																																																									
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV																																																																																																																																
1	10	8	7	2					27	4	15																																																																																																																																
2	10	8	7	2					27	3	16																																																																																																																																
3	10	8	2	2					22	2	18																																																																																																																																
4	10	2	2	2					16	1	16																																																																																																																																
									Máx CDV =	18																																																																																																																																	
Resultados																																																																																																																																											
<p>PCI = 82 Muy bueno</p> <p>Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Datos del Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Fisura de esquina</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Popouts</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras de contracción</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Junta</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>												Tipo de falla	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Fisura de esquina	5%	Popouts	50%	Fisuras de contracción	5%	Descascaramiento de Junta	5%																																																																																																																				
Tipo de falla	Porcentaje																																																																																																																																										
Daño en el sello de la junta	100%																																																																																																																																										
Fisura de esquina	5%																																																																																																																																										
Popouts	50%																																																																																																																																										
Fisuras de contracción	5%																																																																																																																																										
Descascaramiento de Junta	5%																																																																																																																																										

FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																																																	
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																																	
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo	10																																																							
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo	20																																																							
Tipos de daños					Esquema																																																												
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta					<table border="1"> <tr> <td>39L</td> <td></td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td rowspan="2">9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td rowspan="2">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>22M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22M</td> <td>32</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>32</td> <td rowspan="2">2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>23L</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>A</td> <td>B</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>					39L		10	32		32		9			32		8			32		7			32		6			32		5			32		4	22M		22M	32	3			32	32	2		28M		32	1		23L			A	B		
39L		10																																																															
32																																																																	
32		9																																																															
32		8																																																															
32		7																																																															
32		6																																																															
32		5																																																															
32		4																																																															
22M																																																																	
22M	32	3																																																															
32	32	2																																																															
	28M																																																																
	32	1																																																															
	23L																																																																
		A	B																																																														
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																													
26	H	20	100	8																																																													
22	M	2	10	15																																																													
23	L	1	5	5																																																													
28	M	1	5	4																																																													
32	-	10	50	10																																																													
39	L	1	5	2																																																													
m	8.81	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																															
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV																																																						
1	15	10	8	5	4	2			44	6	20																																																						
2	15	10	8	5	4	2			44	5	22																																																						
3	15	10	8	5	2	2			42	4	24																																																						
4	15	10	8	2	2	2			39	3	24																																																						
5	15	10	2	2	2	2			33	2	26																																																						
6	15	2	2	2	2	2			25	1	25																																																						
									Máx CDV =	26																																																							
Resultados																																																																	
 <p>Gráfico de fallas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Fisura de esquina</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras lineales</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Junta</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Popouts</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>												Tipo de falla	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Fisura de esquina	10%	Losa dividida	5%	Fisuras lineales	5%	Descascaramiento de Junta	5%	Popouts	50%																																								
Tipo de falla	Porcentaje																																																																
Daño en el sello de la junta	100%																																																																
Fisura de esquina	10%																																																																
Losa dividida	5%																																																																
Fisuras lineales	5%																																																																
Descascaramiento de Junta	5%																																																																
Popouts	50%																																																																
$PCI = 100 - Máx. CDV$ $PCI = 100 - 27$ PCI = 74 <div style="background-color: green; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Muy bueno</div>																																																																	

FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																										
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																										
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		11																															
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieua			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																															
Tipos de daños						Esquema																																				
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta						<table border="1"> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>28L 31</td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>28L 31</td> <td rowspan="2">5</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>23L 31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>39M 31</td> <td>39M 31</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>							31	31	10	31	31	31	28L 31	8	31	31	31	31	7	31	31	31	28L 31	5	31	23L 31	31	31	3	31	31	39M 31	39M 31	1		
31	31	10																																								
31	31																																									
31	28L 31	8																																								
31	31																																									
31	31	7																																								
31	31																																									
31	28L 31	5																																								
31	23L 31																																									
31	31	3																																								
31	31																																									
39M 31	39M 31	1																																								
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																						
26	H	20	100	8																																						
23	L	1	5	5																																						
28	L	2	10	6																																						
31	-	20	100	10																																						
39	M	2	10	5																																						
m	9.27	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																								
Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV																															
1	10	8	6	5	5				34	5	16																															
2	10	8	6	5	2				31	4	17																															
3	10	8	6	2	2				28	3	17																															
4	10	8	2	2	2				24	2	19																															
5	10	2	2	2	2				18	1	18																															
									Máx CDV = 19																																	
Resultados																																										
<p>PCI = 81 Muy bueno</p> <p>Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Datos del Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras lineales</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Junta</td> <td>10%</td> </tr> </tbody> </table>												Tipo de falla	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Losa dividida	5%	Fisuras lineales	10%	Agregado pulido	100%	Descascaramiento de Junta	10%																			
Tipo de falla	Porcentaje																																									
Daño en el sello de la junta	100%																																									
Losa dividida	5%																																									
Fisuras lineales	10%																																									
Agregado pulido	100%																																									
Descascaramiento de Junta	10%																																									

FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																																												
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																																												
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana			Sección		001		Unidad de muestreo		13																																																	
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieua			Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																																																	
Tipos de daños						Esquema																																																						
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta						<table border="1"> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>28L 37 31</td> <td rowspan="2">8</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">7</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">6</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">5</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">4</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>39M 31</td> <td>39M 31</td> <td rowspan="2">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3">A</td> <td colspan="3">B</td> </tr> </table>						31	31	10	31	31	31	28L 37 31	8	31	31	31	31	7	31	31	31	31	6	31	31	31	31	5	31	31	31	31	4	31	31	31	31	3	31	31	39M 31	39M 31	1						A			B		
31	31	10																																																										
31	31																																																											
31	28L 37 31	8																																																										
31	31																																																											
31	31	7																																																										
31	31																																																											
31	31	6																																																										
31	31																																																											
31	31	5																																																										
31	31																																																											
31	31	4																																																										
31	31																																																											
31	31	3																																																										
31	31																																																											
39M 31	39M 31	1																																																										
			A			B																																																						
Daño		Severidad	No. Losas		Densidad (%)		Valor deducido																																																					
26		H	20		100		8																																																					
28		L	1		5		4																																																					
31		-	20		100		10																																																					
37		-	1		5		0																																																					
39		M	2		10		5																																																					
m		9.27	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																																									
N°		Valores Deducidos						Total	q	CDV																																																		
1	10	8	5	4				27	4	15																																																		
2	10	8	5	2				25	3	14																																																		
3	10	8	2	2				22	2	18																																																		
4	10	2	2	2				16	1	16																																																		
								Máx CDV = 18																																																				
Resultados																																																												
<p>PCI = 82 Muy bueno</p> <p>Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de Daño</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Descascaramiento de Junta</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras lineales</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Fisuras de contracción</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>												Tipo de Daño	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Agregado pulido	100%	Descascaramiento de Junta	10%	Fisuras lineales	5%	Fisuras de contracción	5%																																					
Tipo de Daño	Porcentaje																																																											
Daño en el sello de la junta	100%																																																											
Agregado pulido	100%																																																											
Descascaramiento de Junta	10%																																																											
Fisuras lineales	5%																																																											
Fisuras de contracción	5%																																																											

FORMATO PARA CARRETERAS EN CONCRETO HIDRÁULICO Y PARQUEADEROS																																												
HOJA DE INFORMACIÓN DE LA EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO																																												
Nombre vía		Calle 64a, barrio la Castellana				Sección		001		Unidad de muestreo		14																																
Inspeccionada por		Ana Jiménez, Bryan Brieva				Fecha		16-nov-21		Área de muestreo		20																																
Tipos de daños						Esquema																																						
21. Levantamiento/Pandeo 22. Fisura de esquina 23. Losa dividida 24. Fisura de durabilidad "D" 25. Escalonamiento 26. Daño en el sello de la junta 27. Desnivel carril/Berma 28. Fisuras lineales 29. Parches grandes 30. Parches pequeños 31. Agregado pulido 32. Popouts 33. Bombeo 34. Punzonamiento 35. Cruce de vía férrea 36. Descascaramiento 37. Fisuras de contracción 38. Descascaramiento de Esquina 39. Descascaramiento de Junta						<table border="1"> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td rowspan="2">10</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>37 31</td> </tr> <tr> <td>23M</td> <td>31</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>31</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td></td> </tr> </table>							31	31	10	31	37 31	23M	31	8	31	31	7	31	31	6	31	31	5	31	31	4	31	31	3	31	31	2	31	31	1	A	B	
31	31	10																																										
31	37 31																																											
23M	31	8																																										
31	31	7																																										
31	31	6																																										
31	31	5																																										
31	31	4																																										
31	31	3																																										
31	31	2																																										
31	31	1																																										
A	B																																											
Daño		Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																							
26		H	20	100	8																																							
23		M	1	5	12																																							
31		-	19	95	9.8																																							
37		-	1	5	0																																							
m		9.08	$m = 1 + (9/98)(100 - HDV)$																																									
N°	Valores Deducidos								Total	q	CDV																																	
1	12	9.8	8						29.8	3	18																																	
2	12	9.8	2						23.8	2	19																																	
3	12	2	2						16	1	16																																	
									Máx CDV = 19																																			
Resultados																																												
<p>PCI = 81 Muy bueno</p> <p>Gráfico de fallas</p>  <table border="1"> <caption>Gráfico de fallas</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de falla</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Daño en el sello de la junta</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Agregado pulido</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>Losa dividida</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Fisura de contracción</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>													Tipo de falla	Porcentaje	Daño en el sello de la junta	100%	Agregado pulido	95%	Losa dividida	5%	Fisura de contracción	5%																						
Tipo de falla	Porcentaje																																											
Daño en el sello de la junta	100%																																											
Agregado pulido	95%																																											
Losa dividida	5%																																											
Fisura de contracción	5%																																											