

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACION DE GESTION DE PAVIMENTOS
FLEXIBLES EN EL PERU DURANTE LA ULTIMA
DECADA”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL EN:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Cullanco Camarena, Christian Dennis

ASESOR:

Ing. Meza Terbullino Giancarlo Fernando

Línea de Investigación Institucional:

Transporte

HUANCAYO – PERÚ

2024

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera
Decano

Mtro. Aron Jhonatan Aliaga Contreras
Jurado

Mg. Waldir Alexis Sanchez Mattos
Jurado

Mtro. Carlos Alberto Gonzales Rojas
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación dedico a mis progenitores por innumerables motivos que hayan logrado encaminarme por el buen camino y así lograr el objetivo deseado.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Zenobio y Lucy, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Facultad De Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los Andes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0052 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

EVALUACION DE GESTION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL PERU DURANTE LA ULTIMA DECADA

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. CULLANCO CAMARENA CHRISTIAN DENNIS
Facultad : INGENIERÍA
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL
Asesor(a) : ING. MEZA TERBULLINO GIANCARLO FERNANDO

Fue analizado con fecha 23/01/2024; con 128 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 21 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 23 de enero de 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑARI MINCAMI
JEFA
Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
CONTENIDO	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática	12
1.2. Delimitación del problema	13
1.2.1. Delimitación Temporal:	13
1.2.2. Delimitación Espacial:	14
1.2.3. Delimitación conceptual	14
1.3. Formulación del problema	14
1.3.1. Problema General	14
1.3.2. Problema (s) Especifico (s)	15
1.4. Justificación	15
1.4.1. Justificación Tecnológica	15
1.4.2. Justificación Económica	15
1.4.3. Justificación Social	16
1.4.4. Justificación Ambiental	16
1.5. Objetivos	16
1.5.1. Objetivo General	16
1.5.2. Objetivo(s) Específico(s)	16

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)	17
2.2. Bases Teóricas o Científicas	22
2.3. Marco conceptual	26
2.4. Términos básicos	35

CAPITULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis de Estudio	36
3.1.1. Hipótesis General	36
3.1.2. Hipótesis Específicas	36
3.2. Variables (definición conceptual y operacional)	36
3.3. Operacionalización de las variables	37

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de Investigación	39
4.2. Tipo de Investigación	39
4.3. Nivel de Investigación	39
4.4. Diseño de la Investigación	39
4.5. Población y muestra	40
4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	40
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
4.8. Aspectos éticos de la Investigación	42

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. INDAGACIÓN PRELIMINAR	43
5.1.1. Análisis de pavimentos utilizando el programa HDM-4	43
5.1.2. Obtención de la base de datos	44
5.1.3. Consolidación de los pavimentos del estudio	46
5.2. Escenarios de mantenimiento utilizados para el Modelo	48
5.3. ANÁLISIS DE COSTOS	51
5.3.1. Definición de costos asociados a los pavimentos	52
5.4. Análisis de la información obtenida en el HDM-4	55
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	65
Referencias Bibliográficas	66
ANEXOS	70
MATRIZ DE CONSISTENCIA	71
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	72
EVIDENCIAS DE HALLAZGOS Y OTROS	74
Fotos de trabajo de campo	84

RESUMEN

En el trabajo desarrollado, se tiene como objetivo es analizar la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú, considerando la última década, cuya problemática surge a raíz de la poca consolidación de la información sobre los trabajos desarrollados en diversas actividades de nuestro litoral nacional. La metodología empleada como método general la científica, siendo de tipo básica, dado que aportará más conocimiento sobre la aplicación y consecuencias del pavimento flexible, así mismo el nivel de estudio fue el exploratorio, con un diseño de una sola casilla, la población por su parte se esta constituida por los diversos reportes consolidados a nivel nacional, y cuya data nos permite consolidar los hallazgos deseados, la muestra es la data de 100 puntos a nivel nacional consolidadas, siendo el resultado con la aplicación del modelo HDM-4 (Highway Development and Management Model) es una herramienta integral utilizada para evaluar y gestionar sistemas de carreteras. Se aplica en el campo de la ingeniería vial y proporciona una plataforma para el análisis de la gestión de pavimentos. Este modelo se ha utilizado en el estudio para evaluar el estado de las carreteras en nuestro país. Con la consolidación de los datos obtenidos se logro determinar la dependencia de factores climático y de carga de transito en la durabilidad y el costo de mantenimiento de las vías analizadas, se considera también que se tiene un análisis detallado de los periodos de usos de las vías.

Palabras claves: pavimentos flexives, mantenimientos de vías y costos de mantenimiento.

ABSTRACT

In the developed work, the objective is to analyze the application of flexible pavement in the development of projects in Peru, considering the last decade. The issue arises from the limited consolidation of information regarding the projects carried out in various activities along our national coastline. The methodology employed is scientific in nature, specifically basic, as it contributes more knowledge about the application and consequences of flexible pavement. The study's level was exploratory, with a single-case design. The population consists of various consolidated reports nationwide, and the data allows us to compile the desired findings. The sample comprises data from 100 points nationwide. The result, with the application of the HDM-4 (Highway Development and Management Model), is a comprehensive tool used to assess and manage road systems. It is applied in the field of civil engineering, providing a platform for pavement management analysis. This model has been used in the study to evaluate the state of roads in our country.

Through the consolidation of the obtained data, it was possible to determine the dependence of climatic and traffic load factors on the durability and maintenance cost of the analyzed roads. Additionally, a detailed analysis of the periods of road usage is considered.

Keywords: flexible pavements, road maintenance, maintenance costs.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se abordó de manera integral el estudio de la aplicación de pavimentos flexibles en obras de desarrollo en el contexto peruano. El análisis se llevó a cabo a lo largo de varios capítulos que se enfocaron en comprender y resolver diversos aspectos fundamentales. A continuación, se detalla el desarrollo estructurado que se ha seguido en esta investigación.

En el capítulo I: En este primer capítulo, se realizó una descripción detallada de la realidad problemática relacionada con la aplicación de pavimentos flexibles en el desarrollo de obras en el Perú. Se delimitó el problema tanto temporal como espacialmente, identificando los límites conceptuales que guiaron la investigación. Posteriormente, se formuló el problema, detallando tanto el problema general como los problemas específicos a abordar. Finalmente, se justificó la relevancia del estudio desde perspectivas tecnológicas, económicas, sociales y ambientales.

En el capítulo II: se enfocó en proporcionar un contexto sólido para la investigación. Se revisaron los antecedentes nacionales e internacionales relacionados con la aplicación de pavimentos flexibles. Además, se exploraron las bases teóricas y científicas que respaldan la temática de estudio. El marco conceptual y la definición de términos básicos ayudaron a establecer una base sólida para la comprensión del lector.

En el capítulo III: se plantearon las hipótesis de estudio que guiaron la investigación. Se presentaron tanto la hipótesis general como las hipótesis específicas. A su vez, se definieron conceptual y operacionalmente las variables que fueron objeto de análisis, así como la operacionalización de dichas variables.

En el Capítulo IV: se detalló la metodología utilizada en la investigación. Se describió el método de investigación, el tipo de investigación y el nivel de investigación alcanzado. Además, se explicó el diseño de la investigación, la población y muestra seleccionadas, así como las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. También se abordaron los aspectos éticos que rigieron la investigación.

En el Capítulo V: se presentaron los resultados obtenidos a lo largo de la investigación. Se inició con una indagación preliminar, modelando pavimentos mediante el programa HDM-4 y consolidando la base de datos. Se describieron los escenarios de mantenimiento utilizados y se detalló el procesamiento de la información, incluyendo un

análisis de costos asociados a los pavimentos. Finalmente, se discutieron y analizaron los resultados obtenidos, concluyendo con recomendaciones derivadas de los hallazgos.

Para finalizar el trabajo se presenta las conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas que sustentan el estudio y la revisión realizada.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La evaluación de la gestión de pavimentos flexibles en el Perú durante la última década presenta una serie de desafíos que requieren un análisis detallado, considerando tanto antecedentes internacionales como nacionales, así como estadísticas relevantes. A continuación, se abordarán algunos de los problemas clave identificados en este contexto.

En un contexto global, la gestión de pavimentos ha evolucionado con el tiempo, y diversos países han implementado estrategias exitosas para mantener la calidad de sus infraestructuras viales. Antecedentes internacionales revelan que la falta de un mantenimiento adecuado puede conducir a un rápido deterioro de los pavimentos, afectando negativamente la seguridad vial y generando costos sustanciales en reparaciones.

En muchos países, se ha observado una transición hacia enfoques más proactivos en la gestión de pavimentos, utilizando tecnologías avanzadas para evaluar la condición de las carreteras de manera regular y anticiparse a posibles problemas. La implementación de sistemas de monitoreo continuo, como el uso de sensores y técnicas de evaluación no destructiva, ha demostrado ser efectiva para prevenir el deterioro temprano de los pavimentos.

En el contexto peruano, la evaluación de la gestión de pavimentos flexibles enfrenta desafíos específicos. A pesar de los esfuerzos realizados en términos de expansión de la red vial, se han identificado problemas recurrentes en la planificación y ejecución de proyectos. La falta de mantenimiento preventivo y la demora en la implementación de medidas correctivas han contribuido al rápido desgaste de los pavimentos, generando una necesidad urgente de intervención.

Las limitaciones presupuestarias y la asignación de recursos insuficientes para el mantenimiento vial han sido un obstáculo constante. La falta de continuidad en los programas de inspección y evaluación ha llevado a situaciones donde los problemas en los pavimentos no se abordan de manera oportuna, lo que resulta en costos más altos a largo plazo.

Las estadísticas sobre la condición de los pavimentos en el Perú durante la última década reflejan un deterioro significativo en varios tramos de carreteras. La falta de datos actualizados y sistemas de información integrados dificulta una evaluación precisa, pero las cifras disponibles indican un aumento en los índices de rugosidad y defectos estructurales en varios segmentos de la red vial.

La inversión en mantenimiento preventivo ha sido insuficiente en comparación con la magnitud de la red vial del país, lo que ha contribuido a un ciclo de deterioro acelerado. Las estadísticas también muestran un aumento en los tiempos de viaje y los costos operativos para los usuarios debido a las condiciones deficientes de los pavimentos.

La evaluación de la gestión de pavimentos flexibles en el Perú durante la última década revela la necesidad urgente de estrategias integrales y sostenibles que aborden los desafíos identificados, tomando como referencia las lecciones aprendidas a nivel internacional y adaptándolas a las condiciones y necesidades específicas del país.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación Temporal:

La evaluación se centra específicamente en un periodo de tiempo que abarca los últimos diez años, desde el año 2013 hasta el (2023). Este marco temporal permitirá capturar y analizar las tendencias, cambios y desarrollos en la gestión de pavimentos flexibles en el Perú durante esta década. Se considero este periodo suficientemente representativo para evaluar la eficacia de las políticas y estrategias implementadas durante un lapso significativo.

1.2.2. Delimitación Espacial:

Para la evaluación se llevó a cabo un análisis de trabajos realizados a nivel nacional, abarcando diversas regiones geográficas del Perú. Se consideraron las diferencias geográficas, climáticas y topográficas que pueden influir en la gestión de pavimentos flexibles. La diversidad geográfica permite identificar patrones regionales y evaluar la equidad en la inversión y desarrollo de la infraestructura vial en todo el país.

1.2.3. Delimitación conceptual

La delimitación conceptual de la evaluación de la gestión de pavimentos flexibles en el Perú durante la última década se enfoca en analizar aspectos clave relacionados con la infraestructura vial. Este análisis abarcará la condición actual de los pavimentos, evaluando el nivel de deterioro, presencia de fisuras y deformaciones, así como la capacidad estructural. Además, se examinará la inversión realizada en la construcción, mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, desglosando presupuestos y proyectos ejecutados a nivel nacional. La calidad de los pavimentos será evaluada mediante índices que midan su resistencia estructural, durabilidad, rugosidad y seguridad vial. Se identificarán desafíos específicos, como el deterioro prematuro y disparidades regionales, y se buscarán oportunidades para mejorar la gestión, considerando la posible incorporación de tecnologías innovadoras y estrategias de adaptación a condiciones climáticas cambiantes. Esta delimitación conceptual proporcionará un marco integral para evaluar la eficacia de las políticas y estrategias implementadas en la gestión de pavimentos flexibles en el contexto peruano.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo se viene dando la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú, considerando la última década en el desarrollo de trabajos?

1.3.2. Problema (s) Especifico (s)

- ¿Cuáles son las patologías del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década?
- ¿Cuáles son las condiciones del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década?
- ¿Cuáles son las capacidades estructurales del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Tecnológica

El análisis y la evolución que se realizará en la red vial del país a través de métodos con el PCI (Índice de Condición del Pavimento), para el cálculo del índice de la condición que presenta el pavimento flexible basado en una evaluación superficial, las observaciones de la deterioración del pavimento que se presenta al momento de ser inspeccionado; añadido a este las propuestas como Transportation Research Laboratory (TRL) “Hacia Vías más Seguras en Países en Desarrollo”, American Association of State Highway and Transportation Office (AASHTO) y el HDM-4 que es un programa utilizado por PROINVERSIÓN nos indicara el estado en que se encuentra el pavimento.

1.4.2. Justificación Económica

La evaluación y estudio de la situación actual del pavimento flexible de la red vial nacional que en esta oportunidad la evaluación fue a través del HDM-4 que es un programa empleado por PROINVERSIÓN; que nos indicara el estado del pavimento inspeccionada, el grado de daño, su gravedad y cantidad. Es necesario conocer la zona afectada de la superficie y gracias a esto se puede determinar el tipo de daño y afección que presenta el sistema de red vial. Con este método podremos tomar decisiones sobre rehabilitación de la zona o segmento de la vía afectada, lo que fue una solución de mejora al tránsito.

1.4.3. Justificación Social

Este estudio contiene información importante que puede ser utilizada por las autoridades de gobiernos regionales, provinciales y locales también están interesadas en contratar empresas e investigadores en este campo que ayudarán a mejorar la superficie y lograr condiciones viales; estos últimos son entes privadas o en su caso una asociación entre el gobierno y empresa.

1.4.4. Justificación Ambiental

La propuesta planteada en este trabajo de investigación es el de mejorar el pavimento flexible para permitir que los vehículos tengan mayor capacidad en toda la red vial a nivel nacional; evitando una cantidad mayor de consumo de derivados de petróleo en unidades vehiculares de distintos tamaños, peso y usos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Analizar la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú, considerando la última década.

1.5.2. Objetivo(s) Específico(s)

- Analizar las patologías del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.
- Describir las condiciones del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.
- Determinar las capacidades estructurales del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

En lo nacional

Según (Cueva Gil & Tume Sánchez, 2021) en su investigación “*Evaluación del pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en la avenida las casuarinas de la urbanización santa maría del pinar de la ciudad de Piura.*”, presentada a la Universidad Privada Antenor Orrego, facultad de ingeniería, para optar el título profesional de: ingeniero civil; donde tuvo como objetivo obtener el resultado que indica la conservación actual del pavimento flexible, aplicando metodología del índice de condición del pavimento – PCI, para su evaluación superficial. El objetivo es proponer intervenciones efectivas y eficientes consistentes con los resultados de PCI evaluados en esta área de investigación. Selección de la tecnología más adecuada en términos de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción dado el estado actual de los pavimentos flexibles. Según un manual del Ing. Luis Ricardo Vásquez Valera, el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) considera múltiples tipos de daño, su severidad, densidad de penetración del pavimento y clasificación para asegurar objetividad y reproducibilidad. De acuerdo a su Área de Intervención, ha sido aprobado y adoptado como método estandarizado y publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. Los resultados al realizar una evaluación superficial utilizando la metodología PCI para el pavimento flexible de las dos calzadas logró un PCI de 51.18 para la calzada este–oeste y un PCI de 48.27 para la calzada este–oeste, reflejando la evaluación post–resultados como “regular”, por lo tanto, el método de intervención se convierte en rehabilitación. Concluyendo que la intervención de rehabilitación en este tramo reparará varios daños encontrados en el pavimento flexible, y finalmente la aplicación de un mortero asfáltico denominado “Slurry Seal” a la superficie de la carretera dará un buen acabado.

Según (Santana Surichaqu, 2020) en su tesis *“Propuesta de implementación de un Sistema de Gestión de Pavimentos para la carretera central margen izquierda del km 34 al km 78 basándose en el IRI clase III”*, presentada a la Universidad Continental, facultad de ingeniería; el objetivo principal de la investigación fue determinar principales beneficios de la implantación de SGP (Sistema de Gestión de Pavimentos), utilizando como una variable de medición el IRI (Índice de Rugosidad Internacional), SGP se basa en métodos estocásticos probabilísticos y optimiza los recursos económicos para la realización de los trabajos de mantenimiento. Se utilizó como muestra el área de contacto entre la banda de rodadura del neumático y el suelo. Para obtener resultados con IRI, los datos fueron recolectados en campo por el software ROOGA. El software ROOGA se utiliza para crear curvas de probabilidad y degradación para tres escenarios. Se usó el 10%, 20%, 25% y 50% del costo total de mantenimiento para el costo de almacenamiento y un tercer costo si se realizan trabajos de mantenimiento. Esta simulación se realizó con la herramienta SOLVER en el software MS Excel. Al comparar los resultados de los tres escenarios, pudo determinarse que la asignación de recursos económicos, así como qué escenario tiene las probabilidades más adecuadas para nuestro estudio. Al aplicar el SWP, puede predecir los recursos económicos necesarios para realizar trabajos de mantenimiento durante un período de 20 años.

Según (García Ramos, Pizan Campos, & Ramírez Torres, 2020) en su tesis *“evaluación de la condición superficial del pavimento flexible aplicando el método del PCI en un tramo de la Av. santa – provincia de Trujillo, 2020”*, presentada a la Universidad Privada de Trujillo, para obtener el título profesional de ingeniero civil; tuvo como objetivo principal realizar la evaluación de la condición superficial del pavimento flexible en un tramo aplicando el método (PCI), a fin de conocer la condición actual del pavimento flexible que existe. El método (PCI) es el método más completo de evaluación del estado de la superficie de la carretera y calificación objetiva, adoptado formalmente como método estandarizado y publicado por ASTM como método de análisis y de aplicación. Es ampliamente reconocido que fue desarrollado para proporcionar un índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operativa y funcional de la superficie, un valor que representa la condición del pavimento para los procedimientos preventivos y de mantenimiento apropiados. Resulta que el 100% de las avenidas no están

calificadas. Por lo tanto, aplicando la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y determinando la condición del pavimento, finalmente realizamos una evaluación superficial del pavimento a las vías troncales estudiadas. Se utilizó el método del índice de condición del pavimento para evaluar la condición de la superficie del pavimento blando, y se concluyó que tanto el carril izquierdo como el derecho estaban en muy buenas condiciones en la sección inspeccionada.

Según (Solis Burga & Vallejos Montenegro, 2019) en su investigación *“Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la Av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método PCI y propuesta de rehabilitación del pavimento flexible”*, presentada a la Universidad Señor de Sipán, facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo, para optar el título profesional de ingeniero civil, el objetivo general fue evaluar el pavimento flexible para conocer el estado en que se encuentra la Av. Chinchaysuyo, aplicando el método PCI a fin de proponer su rehabilitación, en calles pavimentadas que presentan deficiencia, este método tomó una población de pavimento flexible de carreteras, tomó un área de muestra de 1,5 km y muestra el estado del pavimento, el grado de daño, la extensión y su severidad. Se utiliza un sistema de índice de condición para determinar las condiciones de la carretera. El equipo utilizado es el estándar ASTM 530, que proporciona un formato de recolección de datos prospectivos para las condiciones por unidad de muestreo (superficie de asfalto), un formato para obtener los valores máximos derivados de la corrección y un formato para determinar los valores de reducción. Concluyendo que de las 83 unidades de muestra se obtuvo un pavimento muy bueno.

Según (Silva Lucero, 2019) en su investigación *“Evaluación visual y estructural del pavimento flexible de la urbanización los jardines, barranca-2017.”*, presentado en la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo, facultad de ingeniería civil, donde su objetivo general fue realizar la evaluación visual y la estructural de pavimentos en la Urbanización los Jardines, a través de los métodos del PCI y viga Benkelman – Barranca 2017. El proceso de evaluación del pavimento se realizó de dos formas. En primer lugar, se evaluaron superficialmente mediante el método PCI. Este consiste en registrar el tipo de falla, la severidad de la falla y su densidad, todos estos datos se registran en la hoja de campo. Después de recopilar todos los

datos de cada muestra, se calcula la condición del pavimento para cada muestra utilizando el método para calcular la condición del pavimento según el método PCI especificado en este trabajo. Con este método, las dos primeras secciones tenían índices de buen estado y las dos últimas tenían índices de mal estado. Una vez terminado la evaluación superficial se procedió a evaluar estructuralmente, debido a que los datos obtenidos superficialmente no nos dieron el comportamiento real del sistema pavimento subrasante, por lo tanto, el proceso de evaluación estructural comienza con la recolección de datos de campo. Después de la evaluación superficial, se procedió a la evaluación estructural porque el comportamiento real del sistema de subestructura no puede entenderse solo a partir de los datos superficiales. El proceso de evaluación estructural comienza con la recopilación de datos de campo. Finalmente, se concluye que se debe de realizar un diseño al refuerzo estructural con proyección a 20 años requiriendo una capa adicional de asfalto de 4.8 cm como medida de protección para las aceras urbanizadas.

En lo internacional

Según (Fuertes Ramirez & Mora Sabogal, 2021) en su investigación *“Evaluación funcional del pavimento de la diagonal 8 y la avenida el peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del municipio de Girardot, mediante la metodología PCI”*, presentado en la Universidad Piloto de Colombia – seccional del Alto Magdalena, facultad de ingeniería; donde su objetivo general fue evaluar la condición del pavimento asfáltico existente, en el tramo vial Diagonal 8 y avenida el Peñón, hasta calle 48 – Municipio de Girardot. La metodología PCI fue aplicado a través de una inspección visual al pavimento, a fin de calificar el estado actual del pavimento, las fallas presentes y de acuerdo a los resultados se recomendó un tipo de rehabilitación de las vías a fin de retornas a sus óptimas condiciones y conseguir un servicio de calidad. La pavimentación de estudio estuvo ubicada en un sector de expansión urbana, que tuvo un tránsito excesivo, de manera que género que los pavimentos disminuyan su vida útil y por ende una mayor exigencia, por ser muy concurrida, dicho impacto provoca una incomodidad a la población. Mediante la inspección visual de los 2.19 kilómetros que componen la vía seleccionada se identificó el deterioro presente en cada unidad muestral, y se evaluó el pavimento de acuerdo al tipo de daño, severidad y cuantía en que se presentaba, y finalmente se obtuvo el valor y estado del PCI donde se ubica la vía en estudio. De acuerdo con el análisis

y los resultados obtenidos, el pavimento de vía se encuentra en buen estado, por lo que se realizarán labores de mantenimiento en las unidades de muestreo más afectadas para lograr una inspección visual del buen estado de la vía en los 2,19 kilómetros seleccionados recomendados.

Según (Mendoza Castro, 2021) en su investigación *“Análisis comparativo de cuatro metodologías de evaluación superficial de pavimentos flexibles en sectores típicos de las rutas a cargo de la administración vial del invias territorial meta, módulo 1, grupo 3”*, presentada a la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura; donde el presente trabajo consistió en realizar el análisis comparativo de 4 metodologías de evaluación superficial de los pavimentos flexibles en sectores típicos de rutas a cargo de la administración vial de INVIA territorial Meta, módulo 1, grupo 3, desarrollándose en tres sectores; se tuvo en cuenta las metodologías PCR, VIZIR, PCI y el manual de clasificación de condiciones de los pavimentos flexibles. En los tramos inspeccionados de estudio, se obtuvo como resultado que: En los tres tramos auscultados para el estudio, se obtienen como resultados, las siguientes calificaciones: Tramo 1 un pavimento en malas condiciones, en el tramo 2 un pavimento en malas condiciones y el tramo 3 un pavimento excelente, condición de marcha excelente. La investigación concluye que la metodología más completa es el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que incluye 7 dominios acreditados y 19 patologías para evaluar la calidad de la superficie del pavimento, y el más objetivo en el mapeo es el índice de condición del pavimento (PCI). Por lo tanto, se recomienda el método PCI para pruebas rigurosas, mientras que el método VIZIR y el sistema de clasificación del Departamento de Transporte de Ohio (PCR) se recomiendan para una evaluación rápida y fácil.

Según (Sepúlveda Arévalo, 2019) en su tesis de grado *“Evaluación de deterioro en un pavimento flexible, reporte de caso: desde la avenida Francisco Fernández de contreras, calle 7 hasta la carretera 10, Ocaña agua de la virgen”*, presentada a la Universidad Pontificia Bolivariana, facultad de ingeniería civil, el presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar el deterioro de un pavimento flexible en la vía Avenida Francisco Fernández de Contreras – Norte de Santander, a fin de presentar actividades de rehabilitación y/o mantenimiento, el trabajo de campo se realizó con auscultación visual y mediciones, registros fotográficos del deterioro observado,

información utilizada como base para el cálculo del índice de deterioro (Is), datos complementados con conteos de vehículos e historial vial y boletines de tránsito. A partir de este resultado podemos observar el daño de los tramos muestreados y determinar que el 8,05% se encuentran en mal estado y requieren reparación y mantenimiento. Para esta intervención se planteó un presupuesto de obras de reparación y mantenimiento tomando como referencia teórica un manual editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Viales (INVÍAS).

Según (Garcés Velecela, 2017) en su tesis “*Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues– Cojitambo – Deleg– La Raya*”, presentado en la Universidad de Cuenca – Ecuador, previa a la obtención del título de master en ingeniería en vialidad y transportes, objetivo general identificar las fallas existentes en el pavimento de la vía Azogues – Cojitambo – Deleg – La Raya, a fin de presentar soluciones para rehabilitación y mantenimiento del mismo y para brindar una estructura vial cómoda y funcional. El presente proyecto de investigación consistió en un trabajo de campo en el que se realizó valoraciones de las condiciones que se encuentran las carreteras. Con base en los resultados obtenidos, se hacen recomendaciones para las actividades de rehabilitación y mantenimiento de caminos. Un análisis de las condiciones viales actuales da como resultado un Índice de Estado de las Carreteras, que corresponde a un mal estado en la escala PCI, que requiere una intervención vial urgente para reparar los daños. También se propone implementar algunas medidas de estabilización en sectores más vulnerables a la acción de los agentes erosivos que han acelerado el proceso de deterioro vial.

2.2. Bases Teóricas o Científicas

Sistemas de gestión de pavimentos

(Higuera Sandoval, 2012) advierte en su libro que fueron los romanos quienes hicieron un uso científico de los senderos y que los caminos necesitan mantenimiento.

La gestión del sistema era perfecta para su época, ya que dependía de los gobernadores de los estados y los magistrados locales de cada zona urbana. La conservación por parte de la organización de capataces y conductores de carreteras fue constante, la cantidad de animales de servicio, el tamaño y la forma de los vehículos fueron fijos y el tráfico estuvo bien administrado. En definitiva, se ha

desarrollado un moderno sistema de gestión que cumple con el objetivo de mantener la red vial en óptimas condiciones (Orozco y Orozco, y otros, 2004). En los Estados Unidos, la investigación sobre los pavimentos, comenzó desde 1920 mejorando el diseño, mantenimiento y construcción de carreteras.

Los objetivos técnicos, económicos y administrativos específicos pueden definirse dentro de los objetivos globales establecidos. Desde un punto de vista técnico, un sistema de gestión vial debe tener como objetivo definir estrategias de mantenimiento y priorizar las acciones contenidas en estas estrategias. Por lo tanto, un modelo de comportamiento vial necesita datos sobre su evolución y estado real en ese momento.

Uno de los sistemas más populares en los países en desarrollo financiado por el Banco Mundial es el denominado HDM III (Highway Design Maintenance). Actualmente se encuentra implementado el HDM IV, que incluye pavimentos flexibles y/o rígidos. Donde los beneficios de implementar un sistema de gestión de pavimentos

Según (Bockelmann, Castillo, & Gordillo, 2001), los sistemas de gestión de pavimentos tienen las siguientes ventajas:

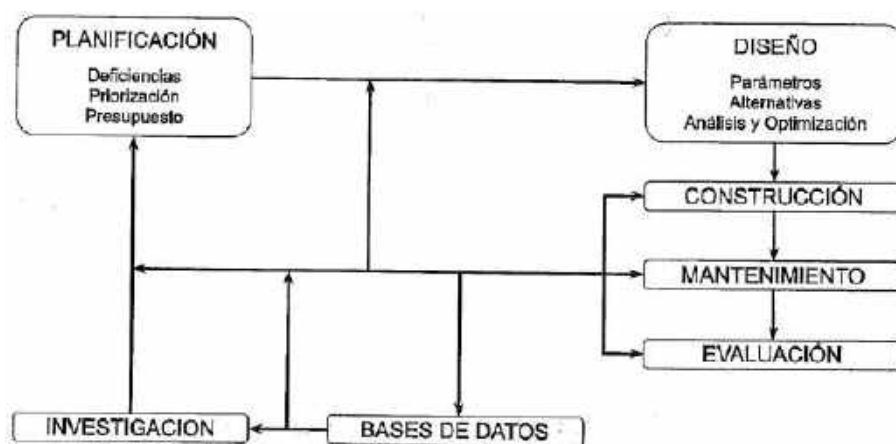
- Eficacia de las medidas de protección.
- Evaluación de la capacidad portante de pavimentos y, en su caso, definición de las causas de los defectos y problemas existentes.
- Mantenimiento adecuado de la red de caminos a un costo razonable.
- Mantenimiento de la red vial a través de una planificación a largo plazo.
- Optimizar la inversión y el beneficio de la red.
- Plan de acción futuro.
- Proteger el pavimento de cargas crecientes.
- Seguimiento del deterioro de las estructuras de los pavimentos y su importancia asociada.
- Seguimiento permanente del impacto ambiental de la vía.

La estructura de un sistema de gestión de pavimentos, donde un esquema simplificado para la estructura del sistema de gestión de carriles propuesto por (Haas, Hudson, & Zaniewski, 1994), es:

Se inicia con un estudio para planificar el sistema, considerando las falencias del sistema, priorizando necesidades y presupuestos. El diseño de la solución sigue a esta fase. Aquí se consideran parámetros de diseño, alternativas, análisis integral y optimización para encontrar la mejor solución. El siguiente paso es decidir una solución. En otras palabras, estas tareas requieren mantenimiento y evaluación de su comportamiento.

Las actividades de investigación tienen un impacto directo en la planificación del sistema, el diseño de la solución, la construcción, el mantenimiento y la evaluación del sistema: la integridad del sistema.

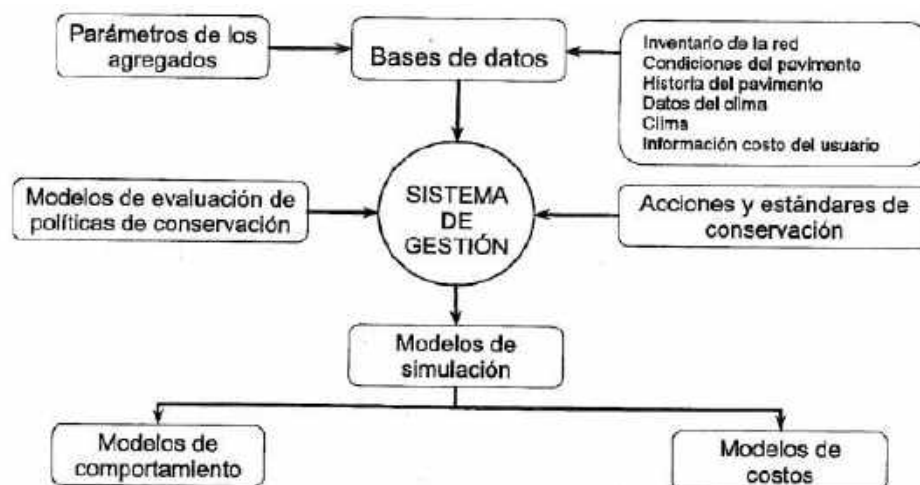
Figura 1. Estructura de un sistema de gestión de pavimentos



Fuente: Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos (Higuera Sandoval, 2012)

Otro esquema de un sistema de gestión de pavimento es el siguiente:

Figura 2. Estructura de un sistema de gestión de pavimentos



Fuente: Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos (Higuera Sandoval, 2012)

El Sistema de evaluación de pavimentos

El nuevo Sistema de Evaluación exige la determinación del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), midiendo la rugosidad acumulada en 1 km utilizando equipos o dispositivos apropiados, con un valor máximo de 3,5 m/km para parches de pavimento en mal estado, que se consideran límites para la certificación. Este valor es solo una sugerencia y los usuarios pueden cambiarlo bajándolo si quieren ser muy estrictos o aumentándolo si quieren ser más amigables (Orozco y Orozco, y otros, 2004).

El Sistema de Evaluación de Pavimentos según (Orozco y Orozco, y otros, 2004) incluye mantenimiento y reconstrucción periódicos, y sugiere estrategias específicas o acciones de mantenimiento a nivel de propuesta. Para tales promociones, el sistema cuantifica los costos asociados a precios actuales mediante la asignación de tasas de inflación o actualizaciones de precios en función del período o año de planificación seleccionado. Finalmente, es muy importante hacer notar que, con los resultados obtenidos del manejo cuidadoso de este Sistema de Evaluación de Pavimentos, la sección de carretera estudiada en términos de "pavimento", debe ser utilizado con un buen juicio.

Combinando los resultados de este método con sistemas de gestión de mantenimiento como SISTER y HDM-4, los funcionarios de mantenimiento del sector pueden priorizar el mantenimiento de la red vial federal y extender la longitud de las vías en buen estado, se puede minimizar. Tramos de carretera en mal estado. Además, se estima que el uso regular y constante de este sistema permitirá al sector consolidar su valiosa base de datos con un historial permanente y actualizado que podrá ser utilizado para múltiples propósitos y beneficios adicionales. Mantener el transporte competitivo y eficiente y la valiosa infraestructura vial con la que actualmente se cuenta.

(Orozco y Orozco, y otros, 2004) afirmaron que el nuevo Sistema de Evaluación de Pavimentos tiene como objetivo actualizar, refinar, modernizar y simplificar el sistema, que toma en cuenta la participación y sugerencias de los usuarios potenciales más importantes. Es decir, el Ingeniero de Campo de la Dirección General de Servicios Técnicos es el ingeniero encargado del mantenimiento desde la Oficina Central tanto de la Dirección General de Conservación Vial como de la

Vivienda General de Conservación de la 31 SCT, a través de la Unidad Regional y del Laboratorio General.

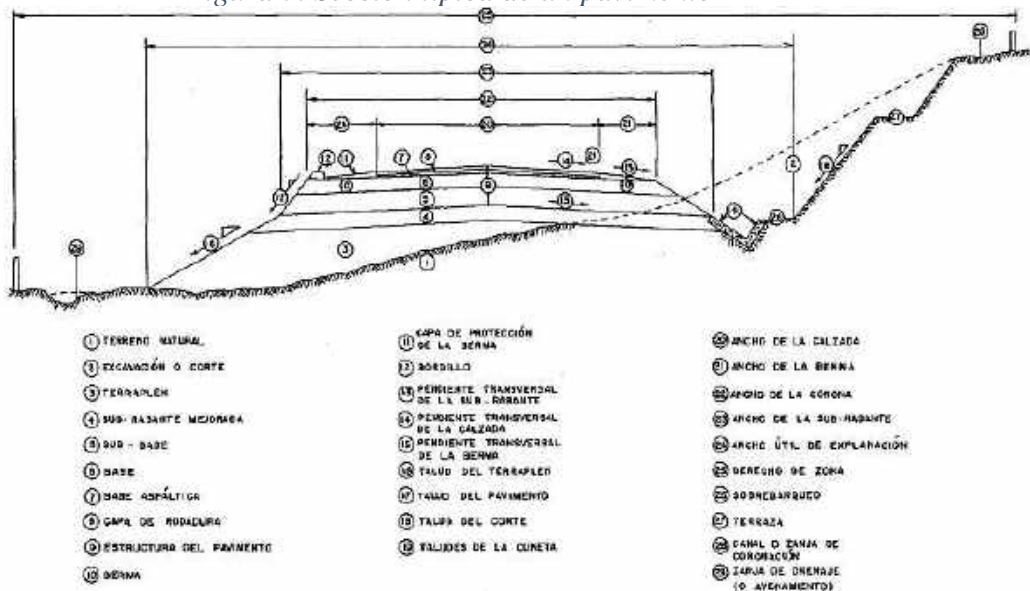
2.3. Marco conceptual

2.3.1. Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimento está formado por una capa asfáltica y generalmente está soportado por dos capas no rígidas, una subbase y una subbase. Sin embargo, cada uno de estos turnos puede omitirse según las necesidades específicas del puesto de trabajo (Oblitas Gastelo, Medina Cardozo, & Paredes Asalde, 2021). Los pavimentos flexibles constan de varias capas (carreteras, subestructuras y subestructuras).

Según (Campos Quispe & Irigoín Barboza, 2019) los pavimentos flexibles están muy extendidos en el país y en el mundo, pero el deterioro prematuro es un problema recurrente en muchas ciudades peruanas, debo sugerir un orden. Identificar relaciones causales y evitarlas en futuras obras viales.

Figura 3. Sección típica de un pavimento



Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras (Montejo Fonseca, 2002)

2.3.1.1. Funciones de las capas de un pavimento flexible

a. La subbase granular

Función económica. Una de las principales características de esta capa es puramente económica. De hecho, el espesor total requerido para que el esfuerzo subterráneo sea menor o igual a su propia resistencia puede

construirse con materiales de alta calidad. Se recomienda colocar la capa de mayor calidad en la parte superior del pavimento y la capa de menor calidad (a menudo la más barata) en la parte inferior del pavimento. Esta solución va a aumentar el espesor del pavimento y ser más económica.

Capa de transición. Una subbase bien diseñada evita que los materiales que componen la subbase penetren en el material de la subbase, a la vez que actúa como filtro de la base, evitando que los finos de la subbase la contaminen y afecten.

Disminución de las deformaciones. En general, los cambios de volumen de la subrasante asociados con cambios en el contenido de humedad (hinchazón) o cambios extremos de temperatura (congelación) son absorbidos por la subrasante, evitando que estas deformaciones se reflejen en el pavimento.

Resistencia. debe absorber las fuerzas transmitidas a través de la capa superior por la carga del vehículo y transmitir las al nivel adecuado.

Drenaje. La subbase a menudo necesita drenar el agua de las alfombras y bermas y evitar que se eleven los capilares.

b. La base granular

Resistencia. La función básica de la base granular del pavimento es proporcionar elementos elásticos que transfieran los esfuerzos generados por el tráfico con la resistencia adecuada a la subbase y al subsuelo.

Función económica. Con respecto a la carpeta asfáltica, la base posee una función económica análoga, tiene la subbase, respecto a la base.

c. Carpeta

Superficie de rodamiento. La carpeta debe proporcionar al tráfico una superficie plana y estable con la textura y el color adecuados, y resistir los efectos abrasivos del tráfico.

Impermeabilidad. Debe evitarse en la medida de lo posible la entrada de agua en el interior de la cubierta.

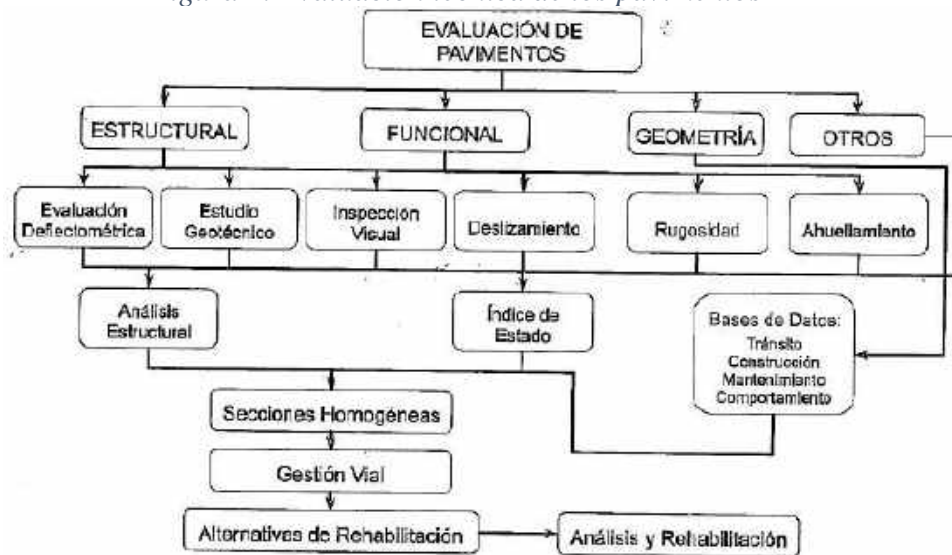
Resistencia. Su resistencia a la tracción complementa las capacidades estructurales del pavimento.

2.3.1.2. Evaluación técnica de los pavimentos

La ecuación de un pavimento, contempla 3 aspectos básicos:

- Evaluación estructural
- Evaluación funcional
- Evaluación de la geometría de la vía

Figura 4. Evaluación técnica de los pavimentos



Fuente: Evaluación de pavimentos (Bockelmann, Castillo, & Gordillo, 2001)

2.3.1.3. Evaluación estructural de un pavimento

Como se ha dicho, la evaluación estructural es una técnica que proporciona un conocimiento detallado de las texturas de los pavimentos (García Depestre, Dávila Medina, & Alba Moya, 2021). El método de auscultación ha ido cambiando a lo largo del tiempo de acuerdo a los continuos avances de la tecnología, buscando evaluar sistemáticamente los parámetros característicos del pavimento, que permitan su buen funcionamiento.

Los parámetros obtenidos por evaluación estructural incluyen:

- Capacidad de soporte de la estructura.
- Capacidad de soporte de la subrasante y demás capas.
- Capas que componen las estructuras y características.

La evaluación estructural comprende tres aspectos:

- El estudio deflectométrico.
- La exploración geotécnica.
- La inspección visual.

2.3.1.4. Exploración geotécnica

La exploración geotécnica, puede hacerse por medios manuales y/o con ensayos no destructivos y puede ser utilizado para:

- Conocer el material de fundación o de la subrasante.
- Conocer materiales y espesores de las estructuras del pavimento.
- Extraer las muestras alteradas, a fin de clasificar los materiales existentes.
- Obtener valor de resistencia de la subrasante.

2.3.1.5. Estudio deflectométrico

El estudio deflectométrico, puede realizarse utilizando las técnicas y equipos siguientes:

- Medición estática: la viga Benkelman y deflectógrafo Lacroix.
- Medición por impacto: Deflectómetro de impacto FWD.
- Medición por vibración.

2.3.1.6. Categorización de Fallas en los Pavimentos Flexibles.

Tal como (Thenoux Z. & Gaete P., 1995) los pavimentos fallan de diferentes formas y por exposición a diferentes factores agresivos. Tales como: agua, tráfico y clima. Además, las fallas más comunes que ocurren con los pavimentos flexibles dependen del tipo de estructura del pavimento, los materiales utilizados en su construcción, las condiciones climáticas a las que está expuesta la estructura y las cargas de tránsito repetidas.

Para analizar cualquier tipo de error, necesitamos analizar las siguientes los siguientes aspectos:

- Aumento del tráfico en comparación con las estimaciones de diseño vial originales, principalmente durante los períodos de mucho tráfico.
- Defectos de construcción causados por el proceso de construcción o la calidad de los materiales utilizados.
- Deficientes estructuras de drenaje superficial y/o subterráneas.

- Factores climáticos inesperados (precipitaciones anormales).
- Inestabilidad del movimiento de tierras y/o inestabilidad del área circundante.
- Mal o falta de mantenimiento y reparación de pavimentos.
- Mala construcción de la superestructura por errores en la estimación del tráfico o en la evaluación de las propiedades de los materiales utilizados.
- Vida útil del pavimento y acciones correctivas durante este tiempo.

La siguiente tabla muestra los tipos de obstáculos presentes en el pavimento flexible. Se puede dividir en dos categorías: fallas estructurales y funcionales.

- Fallas Estructurales: Provocan el deterioro del paquete estructural del pavimento, reducen la cohesión de las capas y afectan el comportamiento ante esfuerzos externos.
- Fallas Funcionales: Afectan la calidad aceptable de la pista, la estética de la pista y la seguridad que la pista proporciona a los usuarios.

Tabla 1. Tipos de fallas en pavimentos flexibles

Fallas Funcionales	Fallas Estructurales
Exudación	Piel de Cocodrilo
Fisuramiento en bloque	Depresión
Desniveles Localizados	Parches
Corrugación	Cruce de Ferrocarril
Fisuramiento de borde	Desplazamiento
Fisuramiento de reflexión	Fisuramiento de Resbalamiento
Desnivel Carril/Espaldón	Hinchamiento
Fisuras Longitudinales y Transversales	Desmoronamiento/ Interperismo.
Baches	Ahuellamiento
Agregado Pulido	

Fuente: Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico (Thenoux Z. & Gaete P., 1995)

De acuerdo a los criterios mencionados en la (Guía de pavimentos asfálticos para vías de baja intensidad de tráfico, 2019), se pueden mencionar las siguientes desventajas y ventajas de los pavimentos flexibles.

Sobre las ventajas.

- Dado que el costo inicial es bajo, los pavimentos flexibles resultan más económicos.
- La esperanza de vida es de 10 a 15 años.
- La marcha de vehículos es más suave, por no tener juntas de unión.
- Permite la reutilización del pavimento existente como sustrato al colocar una nueva capa de rodillos.

- Reduce considerablemente los trabajos de construcción y mantenimiento.

Sobre las desventajas.

- En invierno, los daños son importantes y la operación de mantenimiento es más costosa.
- Se requiere un mantenimiento de rutina para alcanzar su vida útil, incurriendo en mayores costos de mantenimiento.

2.3.2. Dimensiones de la variable

2.3.2.1. Patología en pavimentos flexibles

(De La Cruz Vega, Ibañez Ccoapaza, & Coaquira Cueva, 2022) las evaluaciones de los pavimentos flexibles brindan información del estado actual de los pavimentos, para que se puedan tomar acciones oportunas e inmediatas, como los mantenimientos, rehabilitaciones o reconstrucciones, a fin de realizar un inventario del estado y condición existente de red vial.

La evaluación de pavimentos según (Armijos Salinas, 2009) está diseñada para mejorar la calidad de la superficie de la acera para que se puedan iniciar los trabajos de reparación y mantenimiento apropiados destinados a extender la vida útil de las aceras, optimizar las carreteras y la rehabilitación.

La evaluación periódica de pavimentos es importante ya que nos permite determinar oportunamente el deterioro presente en la superficie, establecer acciones correctivas, ahorrar costos y brindar una óptima capacidad de servicio a los usuarios (León Bobadilla, 2021).

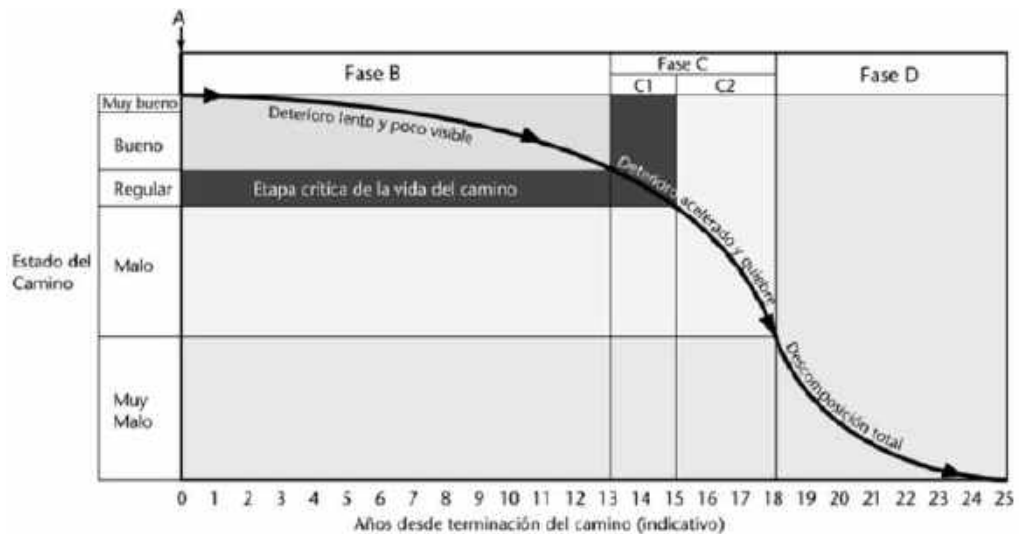
Según (Herrera Suarez & Chahuares Paucar, 2021) la evaluación de pavimentos puede ayudarnos a comprender el comportamiento de la degradación de la superficie en el tiempo y optimizar el costo de los trabajos de restauración.

2.3.2.2. Condiciones del pavimento

(Schiessler & Bull, 1992) señalan que el comportamiento de los pavimentos durante su vida útil generalmente está determinado por ciclos definidos por la frecuencia con la que se produce el deterioro estructural del pavimento a lo largo del tiempo.

En la Figura siguiente se muestra un esquema del estado del pavimento a lo largo del tiempo, en el que se muestra las fases de deterioro del pavimento.

Figura 5. Deterioro del pavimento a través del tiempo (Caminos CEPAL).



Fuente: Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales (Schiessler & Bull, 1992)

De acuerdo con la literatura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en su Art.º CAMINOS. Un nuevo enfoque para la gestión y la conservación de Redes Viales, puede definir las fases de deterioro de los pavimentos de la manera siguiente:

Fase A. Etapa de construcción

Un pavimento independientemente ya sea diseñado de manera eficiente y construida con algunas imperfecciones, si se completó recientemente, la estructura está puesta en servicio y generalmente se encuentra en excelentes condiciones y satisface completamente todas las necesidades de sus usuarios.

Fase B. Etapa de deterioro lento y poco visible

El pavimento sufre un proceso de desgaste a lo largo de los años que se debilita lentamente, principalmente en la superficie de rodadura y en menor medida en el resto de la estructura. Por ejemplo, es provocada por factores como el clima, la exposición al sol, las precipitaciones, los cambios de temperatura y la calidad de la estructura original.

Durante esta etapa del pavimento el usuario no nota ningún desgaste y está claramente en buenas condiciones. Para detener este proceso de desgaste, a

menudo se requieren medidas de protección, especialmente en obras viales y de drenaje. Además, se deben realizar trabajos de mantenimiento regulares.

Fase C. Etapa de deterioro acelerado y de falla

Después de algunos años de uso, el pavimento se deteriorará más rápido y será menos resistente al tráfico. Al inicio de esta etapa, la subestructura del pavimento permanece intacta con daños menores en la superficie. El daño es irregular al principio, pero se extiende por una gran parte del pavimento, lo que acelera la destrucción.

Fase D. Etapa de descomposición total

La degradación completa del pavimento representa la etapa final de la existencia del pavimento y la primera que se observa es la pérdida de la capa superficial. Cada vez que pasa un vehículo grande, se desprende parte de la capa de asfalto, convirtiéndose eventualmente en un camino de ripio y finalmente en un camino de tierra.

2.3.2.3. Capacidades estructurales del pavimento flexible

Las capacidades estructurales del pavimento flexible se refieren a la capacidad del sistema vial para soportar las cargas vehiculares y distribuir las de manera efectiva a lo largo de su estructura. Estas capacidades son cruciales para garantizar la durabilidad, seguridad y eficiencia del pavimento. Involucran varios elementos clave:

Resistencia a la Carga:

La capacidad estructural del pavimento flexible se manifiesta en su resistencia para soportar las cargas impuestas por vehículos en movimiento. Esto implica la habilidad del pavimento para resistir tensiones y deformaciones bajo cargas estáticas y dinámicas, asegurando que la estructura no sufra daños prematuros ni deformaciones permanentes.

Distribución de Cargas:

Una capacidad estructural efectiva implica una distribución equitativa de las cargas a lo largo de las capas del pavimento. Esto evita concentraciones de

esfuerzos en puntos específicos, minimizando el riesgo de fisuras, deformaciones y otros tipos de deterioro.

Adaptabilidad a Condiciones Climáticas:

El pavimento flexible debe demostrar capacidades estructurales adaptativas a las variaciones climáticas. Esto implica la capacidad de contraerse y expandirse en respuesta a cambios de temperatura, evitando agrietamientos y deformaciones excesivas, especialmente en condiciones de congelamiento y deshielo.

Durabilidad:

La durabilidad del pavimento flexible está estrechamente relacionada con sus capacidades estructurales. Un pavimento estructuralmente sólido debe ser capaz de resistir los efectos del envejecimiento, la abrasión, los agentes químicos y otras formas de desgaste a lo largo del tiempo.

Rigidez y Flexibilidad Controladas:

La combinación adecuada de rigidez y flexibilidad es esencial para las capacidades estructurales del pavimento flexible. Esta dualidad permite que el pavimento distribuya cargas de manera eficiente mientras se adapta a las variaciones de carga y condiciones del terreno.

Capacidades de Reparación y Mantenimiento:

La capacidad de realizar reparaciones y mantenimiento de manera efectiva también es un aspecto clave de las capacidades estructurales. Un pavimento flexible bien diseñado debe facilitar intervenciones que prolonguen su vida útil y mantengan sus niveles de rendimiento.

2.4. Términos básicos

Pavimento Flexible:

El pavimento flexible es una estructura de carretera compuesta por varias capas de materiales, como asfalto y agregados, que se diseñan para distribuir las cargas vehiculares de manera eficiente. Su flexibilidad inherente permite adaptarse a las deformaciones causadas por cargas y variaciones climáticas, ofreciendo una superficie duradera y resistente. (Higuera Sandoval, 2012)

Patologías del Pavimento Flexible:

Las patologías del pavimento flexible se refieren a los defectos, deterioros o problemas estructurales que pueden afectar negativamente su rendimiento. Estas pueden incluir fisuras, deformaciones, desprendimientos, ondulaciones y otros tipos de daños que comprometen la integridad del pavimento y su capacidad para soportar cargas. (Higuera Sandoval, 2012)

Condiciones del Pavimento Flexible:

Las condiciones del pavimento flexible abarcan el estado físico y estructural de la superficie vial en un momento dado. Esto incluye aspectos como la rugosidad, la textura superficial, la presencia de fisuras, la uniformidad del pavimento y otros factores que influyen en la seguridad y comodidad del tránsito vehicular. (Higuera Sandoval, 2012)

Capacidades Estructurales del Pavimento Flexible:

Las capacidades estructurales del pavimento flexible hacen referencia a la capacidad del sistema para soportar y distribuir las cargas vehiculares de manera efectiva. Esto implica resistir tensiones, adaptarse a las variaciones de carga, distribuir uniformemente las cargas a través de sus capas y mantener la integridad estructural a lo largo del tiempo, asegurando un rendimiento duradero y seguro. (Higuera Sandoval, 2012)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis de Estudio

3.1.1. Hipótesis General

Existen mecanismos tradicionales en la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú.

3.1.2. Hipótesis Especificas

- Existen evidencias de las patologías del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.
- Existen evidencias de las condiciones del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.
- Existen evidencias de las capacidades estructurales del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.

3.2. Variables (definición conceptual y operacional)

– Variable única:

Pavimentos flexibles

3.3. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Pavimentos flexivos	Es un enfoque integral y planificado para administrar de manera eficiente y sostenible las infraestructuras viales, centrándose específicamente en la gestión de la superficie de rodadura de carreteras y calles. Este sistema se diseñó para optimizar la vida útil de los pavimentos, garantizar la seguridad vial y maximizar el rendimiento de la red de carreteras. (Armijos Salinas, 2009)	Las funciones principales de un Sistema de Gestión de Pavimentos incluyen la recolección de datos sobre el estado actual de los pavimentos, el análisis de esa información para evaluar la condición de la superficie de rodadura y la predicción de su desempeño futuro. Además, el SGP facilita la toma de decisiones informadas sobre la programación de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de los pavimentos, permitiendo la asignación eficiente de recursos financieros y humanos.	Evaluación Preliminar	- Índice de Superficie del Pavimento (ISP)	1-2: Excelente 3-4: Bueno 5-6: Aceptable 7-8: Deficiente 9-10: Malo
				- Índice de Resiliencia al Tránsito (IRT)	0-20: Alto 21-40: Moderado 41-60: Bajo 61-80: Muy Bajo 81-100: Extremadamente Bajo
				- Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	0-50: Excelente 51-100: Bueno 101-150: Aceptable 151-200: Deficiente 201-∞: Malo
			Evaluación Detallada	- Profundidad de Fisuras:	0-5 mm: Sin Fisuras 6-10 mm: Fisuras Leves 11-15 mm: Fisuras Moderadas 16-20 mm: Fisuras Severas 20 mm: Fisuras Críticas
				- Índice de Reflectividad del Pavimento (IRP)	0-20: Alta Reflectividad 21-40: Moderada Reflectividad 41-60: Baja Reflectividad 61-80: Muy Baja Reflectividad 81-100: Reflectividad Nula

				– Evaluación de la Textura Superficial	0–1: Textura Alta 2–3: Textura Moderada 4–5: Textura Baja 6–7: Textura Muy Baja 8–10: Textura Nula
			Capacidades estructurales	– Índice de Soporte del Subrasante (ISS)	0–1: Excelente 2–3: Bueno 4–5: Aceptable 6–7: Deficiente 8–10: Malo
				– Evaluación de Espesores de Capas	0–10 cm: Espesor Suficiente 11–20 cm: Espesor Moderado 21–30 cm: Espesor Insuficiente 31–40 cm: Espesor Deficiente 40 cm: Espesor Crítico
				– Índice de Deflexión del Pavimento	0–20 mm: Muy Rígido 21–40 mm: Moderadamente Rígido 41–60 mm: Flexible 61–80 mm: Moderadamente Flexible 81–100 mm: Muy Flexible

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1. Método de Investigación

Método científico, es un enfoque sistemático y ordenado para investigar fenómenos naturales, formular preguntas, desarrollar hipótesis, realizar experimentos y analizar datos con el objetivo de obtener conocimiento confiable y verificable sobre el mundo que nos rodea. Se caracteriza por su naturaleza lógica y empírica, implicando la observación objetiva y la formulación de afirmaciones basadas en evidencia verificable. (Sanchez & Reyes, 2011)

4.2. Tipo de Investigación

El tipo de esta investigación es básica, donde se utilizó conocimientos de investigación básicos o puros para tratar casos reales, como el análisis de pavimentos flexibles en distintas obras del Perú.

4.3. Nivel de Investigación

El nivel empleado fue exploratorio, ya que la finalidad de estudio fue el análisis de cómo está constituida las diversas obras de pavimentado en el ámbito nacional.

4.4. Diseño de la Investigación

Para el presente proyecto de investigación se empleó el diseño de investigación de una sola casilla, donde al pavimento estudiado se le efectuara la evaluación superficial que es el Método del PCI y así obtener la condición en que se encuentra el pavimento flexible.

M1 ————— O1

Donde:

M: Muestras sobre pavimentación

O: Observaciones de las muestras sobre pavimentación

4.5. Población y muestra

Población

La población de la presente investigación fueron el pavimento flexible aplicado en diversas obras dentro del territorio, internacional y nacional, estos con evidencia de los diferentes expedientes e informes.

Muestra

Una muestra es un grupo representativo seleccionado de una población más grande con el objetivo de realizar observaciones o recopilar datos, permitiendo hacer inferencias o generalizaciones sobre la totalidad de la población. (Sanchez & Reyes, 2011)

Además, para el análisis y comparación en:

Pavimento Peruano Tramo Palca–Sachapite: El expediente técnico para este tramo de pavimento peruano fue obtenido a través de Pro Vías del Perú durante una de nuestras visitas a dicha institución.

Pavimento Estadounidense en la vía 42–1605–1: La documentación técnica para este pavimento se adquirió utilizando la base de datos de acceso público en Internet conocida como Data Pave, la cual forma parte del Long Term Pavement Performance Project (LTPP) de Estados Unidos. Durante aproximadamente dos décadas, Estados Unidos ha estado actualizando esta base de datos como parte integral de su Sistema de Gestión de Pavimentos.

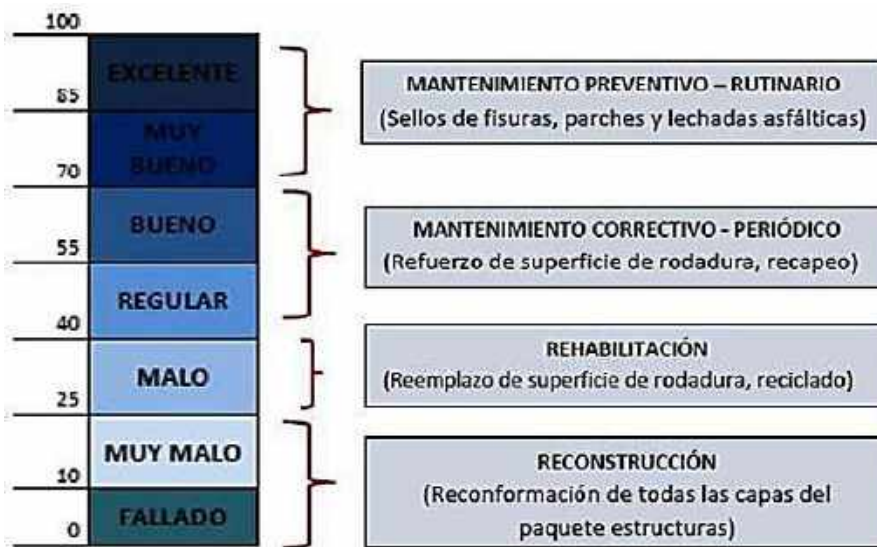
4.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

La técnica

Para la recolección de datos el instrumento a utilizarse para la variable independiente consiste en un formato con un breve cuestionario estructurado de preguntas cerradas acerca de la metodología del PCI, también se elaborará un formato de evaluación para la recolección de datos de la variable dependiente.

Instrumento

Figura 6. Escala de Graduación y tipo de intervención según escala de PCI.



“El PCI es un valor numérico, desarrollado para obtener el valor de la desviación irregular de la superficie del pavimento y la condición funcional de este. Este método precisa la condición integral del pavimento en base a una escala que oscila entre “0” para un estado fallado y un valor de “100” para un estado excelente, la escala del PCI es una descripción cualitativa de la condición del pavimento. (Cantuarias y Watanabe, 2017).

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Técnicas de análisis de datos: Para llevar a cabo el análisis de caso en estudio, utilizaremos una computadora con el programa Microsoft Excel. Utilizaremos hojas de cálculo diseñadas según los procedimientos de la metodología PCI. Presentaremos los resultados a través de gráficos de sectores, histogramas, tablas de registro y gráficos de barras. Estos datos fueron recopilados a partir de las mediciones de las fallas identificadas en el campo.

Procedimientos y análisis de datos: El método PCI consta de dos etapas. En la primera etapa, identificaremos los diferentes tipos de fallas o deterioros presentes en el pavimento objeto de estudio. En la segunda etapa, realizaremos el procesamiento de la información recopilada en el despacho, donde realizaremos estimaciones y analizaremos los resultados obtenidos.

Realizaremos un recorrido a pie por toda la avenida, con los siguientes propósitos:

- Medir el ancho de la calzada.

- Identificar las fallas de acuerdo al Catálogo de Fallas.
- Observar las horas punta de tráfico.
- Identificar los equipos de seguridad necesarios para llevar a cabo una inspección detallada en la vía de estudio.

La investigación se llevará a cabo siguiendo los procedimientos estandarizados establecidos en la Norma ASTM D6433–03 y en el Manual del PCI. Estos procedimientos son ampliamente reconocidos como buenas prácticas para la inspección visual de pavimentos flexibles.

4.8. Aspectos éticos de la Investigación

Se decidió evaluar el pavimento no rígido mediante el método PCI para saber en qué estado se encontraba. Se realizarán ensayos de pavimentos en diversos informes a nivel nacional; Los datos se recogerán en el formato ASTM 5340, con la aprobación y supervisión de un ingeniero consultor, mismo que comprobará la calidad de los datos recogidos y aprobados. El tratamiento de los datos se realizará bajo la supervisión de un ingeniero consultor y un ingeniero en metodología, quienes evaluarán y aceptarán la utilidad de los datos tratados recibidos. Discusión, conclusiones y recomendaciones sobre el tema de investigación se realizará en base a los resultados obtenidos. Las opiniones y observaciones del jurado fueron consideradas en varias etapas de la investigación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. INDAGACIÓN PRELIMINAR

5.1.1. Análisis de pavimentos utilizando el programa HDM-4

En los últimos años, el Perú ha experimentado avances significativos en la modelación de pavimentos, destacando el uso del programa HDM-4 como una herramienta fundamental en estudios de ingeniería vial. Durante este período, ingenieros y especialistas en infraestructura vial han aprovechado las capacidades avanzadas de este software para evaluar y mejorar la gestión de pavimentos en todo el país.

En una serie de estudios llevados a cabo en diversas regiones peruanas, el programa HDM-4 se convirtió en un aliado clave para modelar el comportamiento de los pavimentos flexibles. El enfoque retrospectivo de estos estudios permitió analizar la respuesta de las estructuras viales a lo largo del tiempo, considerando las variaciones en las cargas vehiculares, condiciones climáticas y características geotécnicas.

El proceso de modelación se inició con la recopilación de datos históricos sobre tráfico, clima y características del suelo, elementos esenciales para la precisión del análisis. A través de la interfaz del programa HDM-4, se introdujeron estos datos, permitiendo la simulación de escenarios y la proyección de posibles patologías y desempeños futuros de los pavimentos.

La capacidad del HDM-4 para evaluar múltiples variables simultáneamente facilitó un análisis exhaustivo. Se consideraron diferentes tipos de pavimentos, materiales de construcción, y estrategias de mantenimiento y rehabilitación. La herramienta permitió evaluar el impacto de estas variables en la vida útil, resistencia y seguridad de las carreteras.

El análisis retrospectivo también brindó información valiosa para mejorar las prácticas de diseño y construcción. Los ingenieros pudieron ajustar parámetros

clave, como el espesor de las capas asfálticas y la calidad de los materiales, con base en la retroalimentación proporcionada por la modelación.

La modelación de pavimentos utilizando el programa HDM-4 se da evidencia en los estudios de ingeniería vial en el Perú en los últimos años. Este enfoque retrospectivo ha permitido tomar decisiones informadas, optimizar recursos y mejorar la sostenibilidad y durabilidad de la infraestructura vial en todo el país.

5.1.2. Obtención de la base de datos

La obtención de la base de datos para llevar a cabo estudios de modelación de pavimentos utilizando el programa HDM-4 en Perú implicó una serie de pasos cuidadosos que fueron ejecutados. A continuación, se describen los pasos:

a. Recopilación de Datos Existentes:

Se identificaron fuentes de datos existentes relacionadas con pavimentos, tráfico, condiciones climáticas y características del suelo en Perú.

Se utilizaron datos históricos provenientes de agencias gubernamentales, entidades de transporte, estudios previos y otras fuentes confiables.

b. Selección de Parámetros Relevantes:

Se seleccionaron los parámetros clave que influirían en la modelación, como el tráfico vehicular, las condiciones climáticas específicas de cada región y las propiedades geotécnicas del suelo.

c. Normalización y Homogeneización de Datos:

Los datos se normalizaron para asegurar consistencia y homogeneidad en toda la base de datos.

Se ajustaron las unidades y formatos de los datos para que fueran compatibles con los requisitos del programa HDM-4.

d. Creación de una Base de Datos Integrada:

Se integraron los datos recopilados en una base de datos única que contenía la

información necesaria para la modelación de pavimentos.

Se aseguró de que la base de datos estuviera estructurada de manera que permitiera una fácil manipulación y consulta durante la modelación.

e. Validación de Datos:

Se llevaron a cabo procesos de validación para verificar la calidad y confiabilidad de los datos recopilados.

Se identificaron posibles lagunas o inconsistencias que pudieran afectar la precisión de la modelación.

f. Preparación para la Modelación:

Se organizó la base de datos de manera que fuera compatible con los requerimientos específicos del programa HDM-4.

Se incluyó información detallada sobre los tipos de pavimentos, condiciones climáticas históricas y otros factores relevantes.

g. Documentación y Metadatos:

Se documentó adecuadamente la fuente, el período de tiempo y cualquier consideración especial asociada con cada conjunto de datos.

Se incluyeron metadatos que facilitarían la comprensión y utilización futura de la base de datos.

h. Respeto a las Normativas de Privacidad y Seguridad:

Se aseguró de que la obtención y uso de datos cumpliera con las normativas de privacidad y seguridad de la información.

Siguiendo estos pasos en el pasado, se estableció una base de datos sólida y confiable que sirvió como fundamento para la modelación de pavimentos con el programa HDM-4 en estudios específicos realizados en Perú.

5.1.3. Consolidación de los pavimentos del estudio

Tabla 2.

Consolidación del tráfico del año 2012 y 2022 respectivamente

Tipo de vehículo	IMDA	Participación %	Tasa de crecimiento (%)	Factores de carga	Peso de vehículos
Autos	24	38	1.82	0.003	1.2 t
Camionetas	7	10	1	0.003	1.5 t
C.R.	2	3	1	0.005	1.6 t
Ómnibus	18	28	1.82	0.041	23 t
Camión 2 ejes	8	13	1	2.338	18 t
Camión 3 ejes	5	8	1	4.309	25 t
IMDA	64	160			

Descripción de la tabla 3. En el contexto del tráfico vehicular en el entorno evaluado, se observa una diversidad de tipos de vehículos, cada uno con su respectiva contribución y características distintivas. La categoría predominante, representando el 38% del Índice Medio Diario Anual (IMDA), es la de los autos. Aunque poseen una tasa de crecimiento moderada del 1.82%, su impacto en términos de cantidad se ve reflejado en la presencia de vehículos livianos con un peso de 1.2 toneladas.

Las camionetas, con una participación del 10%, exhiben una tasa de crecimiento del 1%, sugiriendo estabilidad en su presencia en las vías. Similar a los autos, su peso es relativamente bajo, con vehículos que alcanzan las 1.5 toneladas. Esta combinación de cantidad y peso liviano contribuye de manera consistente al IMDA.

Los camiones rígidos (C.R.), aunque representan solo el 3% del IMDA, presentan un factor de carga superior y un peso por vehículo de 1.6 toneladas. Aunque su presencia es menor, su capacidad de carga estructural es más significativa en comparación con autos y camionetas.

En la categoría de ómnibus, con una participación considerable del 28%, se destaca tanto por su presencia abundante como por su peso substancial de 23 toneladas. La tasa de crecimiento del 1.82% indica una tendencia similar a la de los autos, pero su impacto en términos de capacidad de carga es más notorio.

Los camiones de 2 ejes, con un 13% de participación, presentan un factor de carga notablemente alto y un peso significativo de 18 toneladas por vehículo. Su presencia en las vías contribuye de manera destacada a la carga estructural y a la capacidad de

transporte.

Finalmente, los camiones de 3 ejes, aunque representan el 8% del IMDA, se destacan por su elevado factor de carga y un peso considerable de 25 toneladas por vehículo. Su presencia, aunque menor en cantidad, ejerce una influencia sustancial en la capacidad estructural de las vías.

Tabla 3.

Consolidación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) de vehículos

Tipo de vehículo	IMDA	Participación (%)	Tasa de crecimiento (%)	Factores de carga	Peso de vehículos
Autos	1672	38	2	0.00	1.2 t
Camión liviano	440	10	2	0.1	2 t
Camión mediano	132	3	2	1.25	7.5 t
Camión pesado	1232	28	5	2.28	13 t
IMDA	4400	100			

En este análisis, se examinan los datos proporcionados sobre el tráfico vehicular, con énfasis en el Índice Medio Diario Anual (IMDA), la participación porcentual, la tasa de crecimiento, los factores de carga y el peso de los vehículos. A continuación, se presenta una interpretación narrativa:

El panorama del tráfico vehicular revela una diversidad de tipos de vehículos, cada uno con su impacto característico en el IMDA. Los autos constituyen la mayor participación, representando el 38% del total con un IMDA de 1672. A pesar de su alta presencia, la tasa de crecimiento moderada del 2% sugiere una estabilidad relativa en su cantidad. Cabe destacar que estos vehículos presentan un factor de carga de 0.00, indicando una carga mínima sobre la infraestructura vial, y un peso por vehículo de 1.21 toneladas.

Los camiones livianos contribuyen con el 10% del IMDA, sumando 440 en total. Su tasa de crecimiento del 2% indica una estabilidad similar a la de los autos. A diferencia de los autos, los camiones livianos tienen un factor de carga de 0.1, lo que sugiere una carga ligeramente mayor, y un peso por vehículo significativo de 21 toneladas.

La categoría de camiones medianos, con una participación del 3%, presenta un IMDA de 132 y una tasa de crecimiento del 2%. Estos vehículos, con un factor de carga de 1.25, tienen una carga estructural considerablemente mayor que los camiones livianos. Además, su peso por vehículo es de 7.5 toneladas, contribuyendo significativamente a la capacidad de carga de la infraestructura.

Por otro lado, los camiones pesados destacan con una participación del 28% y un IMDA de 1232. Su tasa de crecimiento más elevada del 5% sugiere un aumento constante en su presencia. Estos vehículos presentan un alto factor de carga de 2.28, indicando una carga substancial sobre las vías, y un peso por vehículo de 13 toneladas, lo que los posiciona como contribuyentes significativos a la capacidad de carga estructural.

5.2. Escenarios de mantenimiento utilizados para el Modelo

Los Escenarios de Mantenimiento presentados en el programa de Modelación HDM-4 se dividen en tres categorías, identificadas como Tablas 5, 6 y 7. Es importante destacar que estos escenarios se desarrollaron tomando como referencia las políticas de mantenimiento aplicadas en Perú, según las directrices de CONREVIAl y los Términos de Referencia de la carretera Interoceánica. Además, se examinaron y adaptaron políticas de mantenimiento de otros países, como Chile, Estados Unidos, España y Argentina. Se tomaron algunos indicadores de estos manuales y se ajustaron específicamente para las vías en consideración, después de realizar múltiples iteraciones en el programa HDM-4. Este enfoque se empleó con el objetivo de definir políticas viables tanto desde un punto de vista técnico como económico. Además, para la modelación, se utilizaron los factores de calibración para grietas definidos en Chile, ya que las condiciones existentes en ese país se asemejan más a las establecidas en el programa.

A continuación, se describirán los criterios bajo los cuales se diseñaron:

1. **Escenario de Mantenimiento Rutinario:** Este escenario representa un nivel básico de mantenimiento que incluye actividades de limpieza del pavimento. Se diseñó de esta manera porque este tipo de actividades tiene un impacto limitado en la progresión de los indicadores de deterioro. Su propósito principal en la modelación es permitir la observación del avance máximo de los tipos de deterioro durante el período estudiado.
2. **Escenario de Mantenimiento Periódico I:** Este escenario es más riguroso que el anterior y establece límites para los índices de deterioro en la programación. En otras palabras, se definen tres actividades básicas de mantenimiento que deben llevarse a cabo cuando el índice relacionado alcance el límite especificado. Para establecer estos umbrales, se realizó una investigación exhaustiva que incluyó la

revisión de términos de referencia de varios proyectos del MTC y la consulta a PROINVERSIÓN. Se determinó, que el IRI (Índice de Regularidad Internacional) no debe superar 4.5 para programar la actividad de recapado. También se establecieron criterios similares para las actividades de parchado y sello de grietas.

3. **Escenario de Mantenimiento Periódico II:** Este escenario es el más conservador y se aplica en países donde el mantenimiento de pavimentos es de especial importancia. En estos lugares, este escenario se considera el más beneficioso a largo plazo, ya que garantiza un mejor rendimiento y, por lo tanto, menores costos para los vehículos y los usuarios. En Perú, este escenario se exige en los términos de referencia del MTC para la carretera Interoceánica y se está considerando en la política de mantenimiento de las concesiones. Además, se comparó con las políticas utilizadas en las auscultaciones propuestas en CONREVIAl y se aplicaron restricciones a los indicadores, como se detalla en la Tabla 7.

Estos escenarios de mantenimiento se diseñaron cuidadosamente, considerando una variedad de factores y referencias nacionales e internacionales, con el objetivo de definir políticas efectivas y eficientes para el mantenimiento de las vías en cuestión.

*Tabla 4.
Escenario de Mantenimiento Rutinario*

Act. Rutinarias	Anual
-----------------	-------

*Tabla 5.
Escenario de Mantenimiento Periódico I*

Recapado	IRI	>	4.5 IRI
Parchado	Anual el 30% del área total dañada		
Sello de grietas	WSC	>	30%

En el análisis retrospectivo de las prácticas de mantenimiento vial, se observa que el Recapado era una medida aplicada cuando el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) superaba el umbral crítico de 4.5, indicando la necesidad de renovar la superficie del pavimento para mejorar la calidad del rodaje y la comodidad del usuario.

En cuanto al Parchado, se implementaba de manera anual, focalizándose en abordar el 30% del área total dañada. Esta estrategia se centraba en una intervención regular y específica para prevenir la propagación de daños y mantener la integridad estructural de la carretera.

El Sello de Grietas, por su parte, se aplicaba cuando el porcentaje de área afectada (WSC) superaba el 30%. Esta medida tenía como objetivo evitar la infiltración de agua y prevenir la expansión de grietas, contribuyendo así a la prolongación de la vida útil del pavimento.

Finalmente, el enfoque histórico de mantenimiento se caracterizaba por la aplicación de medidas preventivas y correctivas basadas en la evaluación de indicadores clave. Estas estrategias buscaban garantizar un rendimiento óptimo de las carreteras, abordando tanto la rugosidad como los daños superficiales de manera regular y proactiva.

*Tabla 6.
Escenario de Mantenimiento Periódico II*

Recapado	ERI	>	3.5 IRI
Sello por ahuellamiento	RDM	>	12mm
Coeficiente de Fricción	SR	<	0.4 SFC
	IDA	>	30%
Peladuras	RA	<	>10 y <40
Sello de grietas	WSC	>	10%
Cada 2 años			
Parchado	SD	<	5%

El proceso de mantenimiento de carreteras se rige por criterios específicos que evaluaban diversas condiciones y características de la superficie vial. Uno de los indicadores clave era el Recapado, que se implementaba cuando el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) superaba el umbral crítico de 3.5, indicando la necesidad de mejorar la calidad del pavimento.

Otro aspecto crucial abordado en el mantenimiento era el Sello por Ahuellamiento, que se ejecutaba cuando la profundidad de la deformación medida (RDM) excedía los 12 mm. Este indicador apuntaba a prevenir problemas mayores en la estructura de la carretera al abordar deformaciones superficiales.

El Coeficiente de Fricción, evaluado mediante el deslizamiento del neumático sobre la superficie (SR), era un factor determinante. Cuando el coeficiente caía por debajo de 0.4 veces la Superficie de Césped Seco (SFC), se consideraba necesario intervenir para mantener condiciones seguras de manejo.

En términos de mantenimiento preventivo, se implementaba el Sello de Grietas

cuando el porcentaje de área afectada (IDA) superaba el 30%, contribuyendo así a la prolongación de la vida útil de la carretera y evitando daños mayores.

Las Peladuras, evaluadas mediante el Índice de Área Resquebrajada (RA), requerían atención cuando la extensión de la peladura estaba en el rango de >10% y <40%, indicando la necesidad de reparación para evitar problemas estructurales más graves.

El Sello de Grietas también se aplicaba cada 2 años, reforzando la importancia de un mantenimiento regular para prevenir la propagación de grietas y asegurar la integridad del pavimento.

Por último, el Parchado se llevaba a cabo cuando el porcentaje de área dañada (SD) superaba el 5%, abordando específicamente áreas críticas que requerían reparación inmediata para evitar la degradación adicional.

En conjunto, este enfoque analítico en el mantenimiento de carreteras en el pasado se centraba en la evaluación precisa de múltiples indicadores para garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia de la infraestructura vial.

5.3. ANÁLISIS DE COSTOS

Las limitadas asignaciones presupuestarias destinadas a la construcción, mantenimiento y rehabilitación de las carreteras hacen que el aspecto económico sea un factor de gran relevancia, ya que este factor determinará la viabilidad del proyecto y la elección de la estrategia óptima. Por esta razón, resulta fundamental llevar a cabo una revisión exhaustiva y una evaluación detallada de todos los costos relacionados con estas actividades.

El propósito de este capítulo es analizar las tres estrategias de mantenimiento propuestas, es decir, las estrategias I, II y III. En este proceso, se realizará una comparación y un análisis de los costos de mantenimiento asociados a los pavimentos peruano y estadounidense en relación con cada una de estas estrategias. Al finalizar, se determinará cuál de estas estrategias es la más viable y adecuada para nuestro pavimento.

Se demostrará que los costos de mantenimiento de los pavimentos están directamente vinculados a los niveles de deterioro que experimentan a lo largo de su ciclo de vida. Además, se destacará que el deterioro no solo depende del tráfico y las condiciones

climáticas, sino también de la calidad de la estructura inicial del pavimento y su funcionalidad.

Para calcular los costos de mantenimiento de manera precisa, es esencial comprender la evolución del deterioro con el tiempo. Esto permitirá determinar el momento adecuado para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Este momento óptimo está principalmente relacionado con indicadores de la condición del pavimento, como el Índice de Regularidad Internacional (IRI), el porcentaje de grietas, la presencia de baches, entre otros. Para llevar a cabo este análisis de manera efectiva, se empleará el programa HDM-4, que no solo incorpora en su programación los patrones de deterioro, sino que también relaciona los valores de estos indicadores de control de la condición de la carretera con los costos a lo largo del período de análisis seleccionado, que en este caso es de 10 años.

5.3.1. Definición de costos asociados a los pavimentos

Los análisis económicos relacionados con un pavimento involucran una serie de costos, que se desglosan de la siguiente manera:

1. **Costos de construcción:** Estos costos comprenden los gastos asociados con el diseño, la ejecución de la obra y la incorporación del pavimento al inventario. La calidad de la construcción puede tener un impacto significativo en los costos de mantenimiento y operación, ya que una construcción de baja calidad generalmente resulta en mayores costos de conservación a lo largo del ciclo de vida del pavimento.
2. **Costos de mantenimiento:** Estos costos se incurren durante la vida útil del pavimento con el fin de preservar su condición. La responsabilidad de estos costos recae en el gobierno cuando la carretera está bajo su jurisdicción, o en la entidad concesionaria cuando la carretera está gestionada mediante una concesión. Es fundamental destacar que el control de calidad durante la fase de construcción desempeña un papel crítico, ya que una vía construida con especificaciones técnicas deficientes tiende a generar costos de mantenimiento que superan las estimaciones originales del proyecto.
3. **Costos operativos:** Estos costos se derivan del uso de la vía por parte de los usuarios. Su cuantía está estrechamente relacionada con las características

geométricas de la carretera y su estado de conservación. Cuando una carretera se encuentra en mal estado debido a la falta de mantenimiento oportuno, estos costos pueden aumentar significativamente, llegando a ser de 3 a 4 veces mayores que las proyecciones iniciales. Los costos operativos incluyen gastos como el combustible, lubricantes, reparación de vehículos, así como los costos asociados con cierres, demoras y accidentes.

Es fundamental resaltar que la diferencia entre estos diversos costos sirve como base para llevar a cabo una evaluación económica comparativa entre diferentes estrategias de pavimentación o entre una estrategia específica y una alternativa base (cuando no existe un proyecto en curso).

En el contexto de esta tesis, se centra la atención en los costos de mantenimiento, los cuales fueron detallados a continuación:

Tabla 7
Costos Unitarios de las Actividades de Conservación

ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO (S/) ECONÓMICO
Rutinario	m ²	0.45
Sello de grietas	m ²	7.5
Sello de ahuellamiento	m ²	6.9
Sello de fricción	m ²	6.9
Peladuras	m ²	7
Parchado	m ²	9.5
Recapado	m ²	111.5

En retrospectiva, las actividades de conservación implementadas en el pasado ofrecen una visión detallada de las estrategias empleadas para preservar la infraestructura vial. Cada actividad se caracteriza por su unidad de medida y el correspondiente costo unitario en soles (S/), permitiendo un análisis más detenido de cada intervención.

En primer lugar, la actividad rutinaria, con una unidad de medida en metros cuadrados (m²) y un bajo costo unitario de 0.45 S/, evidencia un enfoque preventivo y regular destinado a mantener la superficie del pavimento en condiciones óptimas.

La aplicación de un sello de grietas, con un costo unitario de 7.5 S/ por metro cuadrado (m²), revela una estrategia más específica para prevenir la propagación de

grietas en la superficie del pavimento. Esta acción estaba dirigida a abordar problemas localizados.

Por otro lado, el sello de ahuellamiento, con un costo unitario de 6.9 S/, se enfocaba en corregir deformaciones superficiales específicas, contribuyendo a la preservación de la integridad estructural de la carretera.

La aplicación de un sello de fricción, con un costo unitario de 6.9 S/ por metro cuadrado (m²), se dirigía a mantener condiciones óptimas de agarre en la superficie de la carretera, mejorando la seguridad del tráfico.

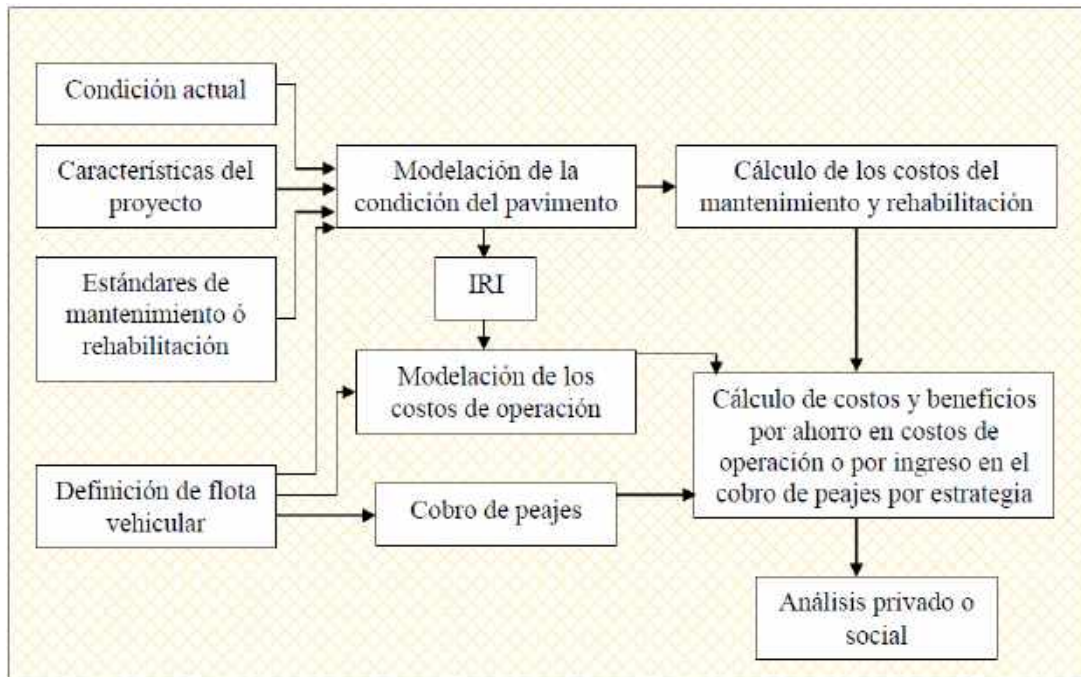
La intervención en peladuras, con un costo unitario de 7 S/ por metro cuadrado (m²), indicaba la corrección y prevención del desprendimiento superficial del pavimento, fortaleciendo su durabilidad.

En cuanto a la actividad de parchado, con un costo unitario de 9.5 S/ por metro cuadrado (m²), se enfocaba en la reparación focalizada de áreas dañadas, abordando problemas específicos para mantener la integridad de la superficie.

Finalmente, la actividad de recapado, con un considerable costo unitario de 111.5 S/ por metro cuadrado (m²), denota una intervención más intensiva y profunda. Esta estrategia implicaba la renovación completa de secciones del pavimento, asegurando su funcionalidad y durabilidad a largo plazo.

En conjunto, estas actividades de conservación, con sus respectivos costos unitarios, delinean una estrategia equilibrada que combinaba intervenciones rutinarias con acciones más especializadas, abordando de manera integral diversas necesidades y condiciones del pavimento.

Figura 7
Relación entre la calidad del camino y sus costos



5.4. Análisis de la información obtenida en el HDM-4

Para el análisis se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

Progresión de los deterioros en los pavimentos e influencia de éstos en la condición estructural del pavimento. Así mismo los costos asociados a las estrategias de mantenimiento planteadas.

Análisis de la progresión de deterioros e influencia de éstos en el pavimento

“Estrategia I = MR”

Progresión del IRI:

La progresión del Índice de Regularidad Internacional (IRI) se observó durante un período de estudio de 10 años en el pavimento peruano y alcanzó un máximo de 16. Es importante mencionar que este valor máximo se estableció como parte de la programación, aunque podría haber sido mayor. Al comparar este valor máximo con el resultado de la auscultación en el año 2014, que mostró un IRI de 12, se puede concluir que durante el período de estudio se llevaron a cabo actividades de mantenimiento más rigurosas de las previstas en la estrategia, lo que limitó el avance de este indicador a 12.

En cuanto al pavimento estadounidense, el IRI alcanza un máximo de 12.2 durante el mismo período de estudio, lo que significa que aún no llega al umbral máximo programado de 16. Es relevante destacar que el IRI de este pavimento fluctúa entre 1.5 y 2.5. Esto sugiere que la estrategia de mantenimiento propuesta no es adecuada para este pavimento. También es importante señalar que las condiciones iniciales de rendimiento o calidad del pavimento tienen un impacto significativo en su vida útil. En el caso del pavimento estadounidense, se observa que su IRI inicial es de 1.5, según los datos proporcionados en la base de datos Data Pave. Por otro lado, en el caso peruano, el IRI inicial es de 2.5, un valor asumido debido a que se aplican políticas de mantenimiento menos conservadoras en una carretera de tercera clase. Esta observación se confirma al contrastar el avance del Índice de Servicio de Pavimento (PSI) en función del IRI en el modelo desarrollado por Dujisin – Arrollo en la figura 5.2.

Modelo desarrollado por Dujisin – Arrollo, 1995:

$$\text{PSI (pav. Flexibles)} = 5.85 - 1.68 (\text{IRI})^{0.5}$$

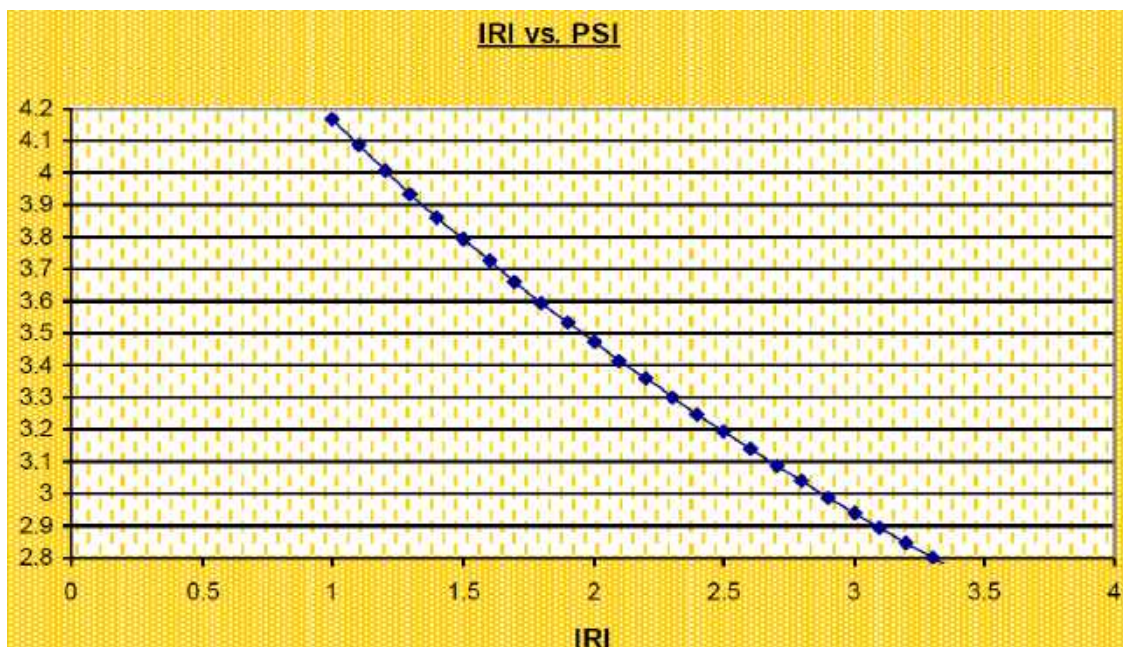


Figura 5.2

Se puede concluir, por lo tanto, que existe una correlación directa entre el Índice de Regularidad Internacional (IRI) inicial y la velocidad de progresión de este indicador, lo que a su vez se traduce en un mayor deterioro del pavimento.

Progresión de Grietas: Es importante destacar que en esta estrategia no se lleva a

cabo ninguna medida de control con respecto a este indicador. Como resultado, la progresión de las grietas que se describe a continuación alcanza su máximo nivel durante el período de estudio. Cuando se examina este indicador, se observa que el porcentaje de área agrietada en el pavimento peruano es mínimo, y al final del período de estudio, alcanza un 9.33% del área total. En contraste, en el pavimento estadounidense, el servicio comienza con un 10% del área con grietas y experimenta un crecimiento acelerado, llegando al 95% del área total agrietada del pavimento al final del período. Al comparar esta información con los datos de Data Pave, se nota que, a lo largo del tiempo, las grietas se mantienen en un rango del 0% al 25%. Por lo tanto, se concluye que la estrategia de mantenimiento rutinario propuesta no es adecuada para este pavimento, a menos que se implementen medidas adicionales de control.

Al igual que en el caso del IRI, se observa que las condiciones iniciales vuelven a ser determinantes en el desarrollo de este tipo de deterioro, y es evidente que, en el caso de las grietas, el deterioro ocurre de manera aún más rápida.

Progresión del Ahuellamiento: La progresión de este índice es similar en magnitud en ambos pavimentos, lo que indica que su desarrollo no está relacionado con las condiciones iniciales y no muestra un aumento significativo con el tiempo. Sin embargo, es importante destacar que Estados Unidos es menos restrictivo que Perú en cuanto a la tolerancia al ahuellamiento en sus pavimentos, ya que permiten una profundidad de ahuellamiento de hasta 25 mm, mientras que en Perú el límite establecido es de 12 mm.

“Estrategia II = MR+ MPI”

Progresión del IRI:

En este caso, la limitación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) se debe a la adopción de una política de mantenimiento que permite que este indicador crezca hasta alcanzar un valor máximo de 4.5. Se observa que, dado que el crecimiento del IRI es más pronunciado en el pavimento peruano, se requieren dos recapados en este pavimento, programados para los años 1996 y 2001, mientras que en el pavimento estadounidense solo se necesita un recapado en el año 1998. Al examinar la progresión de este indicador en Data Pave, se nota que fluctúa en un rango entre 1.5 y 2.5. Esta estrategia, por lo tanto, no limita de manera equivalente la progresión del

IRI para el pavimento estadounidense, ya que se encuentra dentro del rango de 1.5 a 4.7. En consecuencia, se puede concluir que esta estrategia aún no es adecuada para el pavimento de Estados Unidos, a menos que se restrinja aún más el indicador en cuestión.

Después de cada recapado, el pavimento mejora su condición funcional y posiblemente también su estructura. En el caso del pavimento peruano, se ha programado en el HDM-4 que después de la actividad de conservación, el IRI sea de 2.00, mientras que en el pavimento de Estados Unidos se ha programado un IRI de 1.50. Esto nuevamente influirá en la modelación y dará como resultado una diferencia en la velocidad de progresión del IRI.

Progresión de Grietas: Esta estrategia también controla la progresión de las grietas. Se observa que en el pavimento peruano no hay un aumento significativo de grietas con el tiempo, en gran parte debido a las actividades de mantenimiento programadas, que incluyen actividades de limpieza y parchado. Sin embargo, en el caso del pavimento estadounidense, a pesar de las actividades programadas de mantenimiento, se observa un aumento notable en las grietas (hasta un máximo del 58.37%), superando los límites permitidos. Como se mencionó anteriormente, el rango de agrietamiento tiene un límite del 25%. Por lo tanto, esta estrategia no es adecuada para este pavimento a menos que se restrinja aún más este indicador.

Progresión del Ahuellamiento: Es evidente que el umbral de este indicador en el pavimento estadounidense es significativamente más alto, establecido en 25 mm, en comparación con el umbral de 12 mm en Perú según CONREVIAl, que indica un estado severo. En esta estrategia, no se ha impuesto una restricción a la progresión de este índice, lo que resulta en aumentos considerables, especialmente en el pavimento estadounidense, donde puede llegar hasta 28 mm.

“Estrategia III = MR+ MPII”

Progresión del IRI:

En esta estrategia, se ha impuesto una limitación en el Índice de Regularidad Internacional (IRI) debido a la adopción de una política de mantenimiento más rigurosa, que permite que este indicador crezca solo hasta alcanzar un valor máximo de 3.5. Nuevamente, se observa que, dado que el IRI aumenta de manera más rápida en el pavimento peruano, se requieren tres recapados en los años 1995, 1998 y 2001,

mientras que en el pavimento estadounidense solo se necesitan dos recapados en los años 1998 y 2002. Sin embargo, se nota que esta estrategia no limita el IRI del pavimento estadounidense de la misma manera en que se limita según los datos del Long Term Pavement Performance (LTPP). Para lograrlo, se requeriría una estrategia aún más estricta en la que el IRI se limite a 2.5. La política de mantenimiento de Estados Unidos también incluye técnicas de restauración que mantienen la condición superficial de los pavimentos año tras año.

Progresión de Grietas: En esta estrategia, se ha implementado un control sobre la progresión de las grietas en el pavimento peruano. A diferencia de la estrategia anterior, se ha establecido un umbral para el agrietamiento, lo que permite controlar la cantidad de grietas en el pavimento estadounidense.

Progresión del Ahuellamiento: Con esta estrategia, se logra un control total sobre el ahuellamiento en ambos pavimentos.

Análisis de costos asociados a las estrategias de mantenimiento planteadas

Año	Programación de actividades de mantenimiento para el pavimento peruano		
	Estrategia I	Estrategia II	Estrategia III
2014	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde al 5%
2015	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Recapado al 100%
2016	Miscelánea al 100%	Recapado al 100%	Parchado desde al 5%
2017	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde al 5%
2018	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Recapado al 100%
2019	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde al 5%
2020	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde al 5%
2021	Miscelánea al 100%	Recapado al 100%	Recapado al 100%
2022	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde al 5%
2023	Miscelánea al 100%	Parchado al 20%	Parchado desde al 5%
Costo Total	S/. 6,682.50	S/. 353,727.00	S/. 501,670.13
Año	Programación de actividades de mantenimiento para el pavimento estadounidense		
	Estrategia I	Estrategia II	Estrategia III
1994	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Sello por ahuellamiento al 20%
2014	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Parchado desde al 5%
2015	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Sello de grietas al 30%
2016	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Parchado desde al 5%
2017	Miscelánea al 100%	Recapado al 100%	Recapado al 100%
2018	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Parchado desde al 5%
2019	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Sello de grietas al 30%
2020	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Parchado desde al 5%
2021	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Recapado al 100%
2022	Miscelánea al 100%	Parchado desde al 5%	Parchado desde al 5%
Costo Total	S/. 6,682.50	S/. 190,971.00	S/. 343,294.88

Los datos presentados muestran la programación de actividades de mantenimiento para el pavimento peruano y estadounidense a lo largo de varios años, junto con los costos totales asociados a cada estrategia de mantenimiento. Aquí tienes un análisis de los datos:

Para el pavimento peruano:

Estrategia I: En esta estrategia, se lleva a cabo una variedad de actividades de mantenimiento cada año, incluyendo Miscelánea al 100% y Parchado al 20% en la mayoría de los años. Esta estrategia tiene el menor costo total de mantenimiento, que asciende a S/. 6,682.50.

Estrategia II: En esta estrategia, se realizan actividades de Parchado al 20% en la mayoría de los años, con algunos años que incluyen Recapado al 100%. El costo total de mantenimiento es significativamente mayor que en la Estrategia I, llegando a S/. 353,727.00.

Estrategia III: Esta estrategia implica actividades de Parchado desde al 5% en la mayoría de los años, con algunos años que incluyen Recapado al 100%. Tiene un costo total de mantenimiento de S/. 501,670.13, el más alto entre las tres estrategias.

Para el pavimento estadounidense:

Estrategia I: En esta estrategia, se lleva a cabo una variedad de actividades de mantenimiento, incluyendo Miscelánea al 100%, Parchado desde al 5%, y Sello por ahuellamiento al 20% en diferentes años. El costo total de mantenimiento es de S/. 6,682.50, el mismo que en la Estrategia I para el pavimento peruano.

Estrategia II: En esta estrategia, se realizan actividades de Parchado desde al 5% en la mayoría de los años, con algunos años que incluyen Sello de grietas al 30% y Recapado al 100%. El costo total de mantenimiento es de S/. 190,971.00, más bajo que en la Estrategia I para el pavimento peruano.

Estrategia III: Esta estrategia implica actividades de Parchado desde al 5% en la mayoría de los años, con algunos años que incluyen Sello de grietas al 30% y Recapado al 100%. Tiene un costo total de mantenimiento de S/. 343,294.88, el segundo más alto después de la Estrategia III para el pavimento peruano.

En resumen, las Estrategias I para ambos pavimentos tienen costos de mantenimiento similares y más bajos, mientras que las Estrategias II y III tienen costos más altos, siendo la Estrategia III la más costosa para el pavimento peruano y la Estrategia II la más costosa para el pavimento estadounidense. La elección de la estrategia de mantenimiento dependerá de diversos factores, incluyendo los recursos disponibles y los objetivos de conservación del pavimento.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Entre las estrategias propuestas, la Estrategia III destaca como la que proporciona un mejor desempeño del pavimento, lo que a su vez conlleva una serie de beneficios, como la reducción de costos para los vehículos y los usuarios. Sin embargo, es importante señalar que estos beneficios no se han tenido en cuenta en el análisis de costos realizado. Para el pavimento peruano, la aplicación de una estrategia como la Estrategia III sería complicada debido a los altos costos de mantenimiento que generaría, dado el diseño inicial de la vía. Sería necesario ajustar el diseño inicial a valores más conservadores de IRI para evitar una progresión tan rápida de los deterioros y, por lo tanto, la necesidad de realizar actividades de mantenimiento intensivas en intervalos cortos.

El desarrollo del deterioro en un pavimento no solo depende de factores climáticos y cargas de tránsito, sino también de la calidad y el rendimiento inicial del pavimento. Esto, a su vez, está relacionado con un diseño y construcción adecuados, que a pesar de requerir una inversión inicial más alta, a largo plazo resulta en menores costos de mantenimiento y rehabilitación. Esta idea se respalda al comparar los costos de los pavimentos peruano y estadounidense para diferentes estrategias de mantenimiento.

Si bien el manejo de todos los índices de deterioro es importante, el control del IRI es especialmente relevante, ya que está directamente relacionado con la calidad del servicio que ofrece el pavimento y determina la necesidad de realizar actividades de mantenimiento costosas. Además, la progresión de las grietas debe observarse detenidamente, ya que tiende a ser exponencial.

El control del avance del deterioro es crucial, ya que a medida que los índices progresan, su aceleración aumenta con el tiempo. El objetivo de la gestión de pavimentos es mantenerlos en buen estado para que puedan brindar el servicio para el que fueron diseñados. Esto no debe quedarse en teoría; el seguimiento de los índices de deterioro, como se ha demostrado, puede ayudar a lograr este objetivo.

Es esencial destacar que conocer la condición de deterioro del pavimento, es decir, su gravedad y cantidad, permite aplicar políticas de gestión eficientes a lo largo de su vida útil.

CONCLUSIONES

- 1) El desarrollo del deterioro depende no solamente de los factores climáticos y de las cargas de tránsito sino también de la calidad o performance que presente el pavimento al inicio, esto a su vez está relacionado al buen diseño del pavimento y su buena construcción para lo que se requiere de una mayor inversión inicial, pero que convendrá a largo plazo al invertir menos en el mantenimiento o rehabilitación. Esto se corrobora al comparar los costos obtenidos de los pavimentos peruano y estadounidense para las diferentes estrategias de mantenimiento.

Es decir, a largo plazo conviene tener un pavimento con una mejor performance inicial y además una estrategia de mantenimiento adecuada a nuestra realidad. En este caso la estrategia idónea sería el número dos, en donde no se estaría dejando deteriorar a niveles extremos el pavimento, pero a un costo más alto del que podría ser, si el pavimento fuera puesto en servicio con un nivel más alto de calidad.

- 2) El control del avance del deterioro es importante porque se ha visto que, a mayor progresión de estos índices, más fuerte se torna y en el tiempo la aceleración con que progresa es mayor. Recordar que el objetivo de la gestión, es mantener en buenas condiciones los pavimentos de tal manera que estos lleguen a brindar el servicio para el que fueron diseñados. Esta situación no debería quedarse sólo en la teoría, a través del manejo de los índices de deterioro como se ha visto, es posible que se cumpla este objetivo. Cabe destacar que conocer la condición de deterioro del pavimento, es decir la severidad y cantidad de éste, permite aplicar políticas eficientes a lo largo de la vida de servicio del pavimento.

- 3) Al realizarse las corridas en el programa HDM-4, se detectó un punto de quiebre correspondiente al porcentaje de grietas. Las actividades de mantenimiento se tornan mayores al limitarse el porcentaje de grietas permisible al 20% en la “Estrategia II”, y este panorama cambia radicalmente al limitarse este indicador al 30%, es decir el quiebre está entre esos dos valores para el pavimento peruano.

Esta deducción tendría que confirmarse en el campo o con la observación de la data histórica ya que podría marcarse un punto de quiebre en el deterioro real de nuestras vías.

4) En el país existe una preocupación por mejorar en el ámbito de la gestión de pavimentos, el primer paso ya se ha dado, con constancia, perseverancia y disciplina, es decir, debemos empezar a considerar las bondades del largo plazo, de la buena planificación y la constancia, así no sólo las entidades, sino que todos podrán lograr desarrollar sus potencialidades. Con el desarrollo de esta tesis se puede afirmar que el SGP del Perú se encuentra planteado entre las estrategias I y II, es decir no hay un abandono total de los pavimentos, pero tampoco existe un monitoreo y actuación de mantenimiento oportuna.

RECOMENDACIONES

- 1) Se sugiere realizar una inversión inicial significativa en el diseño y construcción de pavimentos de alta calidad. Aunque esto podría requerir una mayor inversión inicial, se espera que esta estrategia resulte en un mejor desempeño a lo largo del tiempo y en menores costos de mantenimiento o rehabilitación. Se destaca la importancia de considerar la calidad del pavimento al inicio, ya que esta influye en su rendimiento a lo largo del tiempo.
- 2) Se recomienda adoptar la Estrategia II de mantenimiento, que implica no permitir que el pavimento alcance niveles extremos de deterioro. Aunque esta estrategia puede implicar costos más altos en comparación con otras opciones, se espera que a largo plazo resulte en menores costos al evitar deterioros severos y extender la vida útil del pavimento.
- 3) Se enfatiza la importancia de implementar un sistema efectivo de control, centrándose en índices como el porcentaje de grietas. Destacando que un enfoque proactivo en la gestión de estos índices puede contribuir significativamente a mantener los pavimentos en condiciones óptimas y prevenir costosos trabajos de rehabilitación. Es crucial validar las conclusiones obtenidas mediante corridas en programas como HDM-4 con observaciones en el campo y datos históricos. Esta validación en el terreno ayuda a garantizar la aplicabilidad y relevancia de las estrategias propuestas, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones.
- 4) Se recomienda fortalecer la gestión de pavimentos, considerando un enfoque intermedio entre las Estrategias I y II. Establecer un sistema de monitoreo y actuación oportuna puede maximizar la vida útil del pavimento, evitando tanto el abandono total como intervenciones de emergencia costosas.
- 5) Se destaca la necesidad de fomentar la planificación a largo plazo, la constancia y la disciplina en la gestión de pavimentos. Este enfoque sostenible es fundamental para el desarrollo continuo de las infraestructuras viales y puede conducir a beneficios a largo plazo tanto para las entidades responsables como para la comunidad en general. Estas recomendaciones buscan ofrecer un marco integral para mejorar la gestión de pavimentos, adaptándose a las condiciones específicas y al contexto de la red vial en consideración.

Referencias Bibliográficas

- AASHTO. (1993). *Guide Desing of Pavement Structures*. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de https://books.google.com.pe/books?id=1HRB12tBQNMC&printsec=frontcover&dq=pavement+design+guide&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=pavement%20design%20guide&f=false
- Armijos Salinas, C. R. (2009). *Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- Bockelmann, C., Castillo, D., & Gordillo, C. (2001). *Evaluación de pavimentos*. Popayán, Colombia: Universidad del Cauca. Recuperado el 14 de Marzo de 2023
- Bosh González, M., Escolar, S., & Del Portal Latas, M. (2002). *Pavimentos: Nuevos revestimientos* (Primera ed.). Barcelona, España: Ediciones UPC. Recuperado el 13 de Marzo de 2023, de https://books.google.com.pe/books?id=Sbz54LY1o8EC&printsec=frontcover&dq=Pavimentos&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Pavimentos&f=false
- Campos Quispe, A., & Irigoín Barboza, I. (Julio – Diciembre de 2019). Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de Chota. *Revista Ciencia Norandina*, 2(2), 96 – 105. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- Castro Gonzales, M. A., & Navarro Pereyra, J. D. (2020). *Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco*. Lima: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.
- Celi Yanchapanta, K. A. (2021). *Estabilización De Suelos Granulares De Subrasante Con Finos De Tereftalato De Polietileno (Pet), Polipropileno (Pp) Y Polietileno (Pe)*. Ambato: Universidad Técnica De Ambato.
- Cueva Gil, L. C., & Tume Sánchez, L. Á. (2021). *Evaluación del pavimento flexible aplicando la metodología PCI, en la avenida las casuarinas de la urbanización santa maría*. Piura: Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- De La Cruz Vega, S. A., Ibañez Ccoapaza, C. E., & Coaquira Cueva, D. Y. (Enero – Diciembre de 2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*, 24(43), 9–11. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/48563/50982>
- Fuertes Ramirez, L. F., & Mora Sabogal, M. P. (2021). *Evaluación funcional del pavimento de la diagonal 8 y la avenida el peñón desde la calle 40 hasta la calle*

- 48 del municipio de girardot, mediante la metodología PCI. Girardot – Cundinamarca: Universidad Piloto de Colombia – Seccional del alto Magdalena. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- Garcés Velecela, D. P. (2017). *Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía azogues– Cojitambo – Deleg– La Raya*. Cuenca – Ecuador: Universidad de Cuenca. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- García Depestre, R., Dávila Medina, L., & Alba Moya, J. E. (2021). Indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba. *Revista de arquitectura e ingeniería*(3), 1 – 2. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/1939/193969257006/html/>
- García Ramos, R., Pizan Campos, E. J., & Ramirez Torres, N. R. (2020). *Evaluación de la Condición Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. Santa – Provincia de Trujillo, 2020*. Trujillo: Universidad Privada de Trujillo. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- Guía de pavimentos asfálticos para vías de baja intensidad de tráfico* (Instituto Valenciano de la Edificación. IVE ed.). (2019). Valencia, España: Diputación de Valencia. Recuperado el 13 de Marzo de 2023, de <https://docplayer.es/137090006-Guia-de-pavimentos-asfalticos-para-vias-de-baja-intensidad-de-trafico.html>
- Haas, R., Hudson, W., & Zaniewski, J. (1994). *Modern Pavement Management*. Malabar – Florida: Krieger Publishing Company. Recuperado el 14 de Marzo de 2023
- Herrera Suarez, G., & Chahuarez Paucar, L. (Julio – Diciembre de 2021). Evaluación del deterioro del pavimento asfáltico en el tramo Ramal de Aspuzana–Nuevo Progreso mediante la metodología VIZIR en el año 2021. *Revista Campus*, 26(32), 239 – 256. Recuperado el 14 de Marzo de 2023
- Higuera Sandoval, C. H. (2012). *Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimentos* (Primera ed.). Tunja: Dirección de investigaciones. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- Kraemer Heliperno, C., & Del Val Melús, M. Á. (1993). *Firmes y pavimentos*. Madrid, España: Servicio de Publicaciones, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Recuperado el 14 de Marzo de 2023
- Leiva Gonzales, R. R. (2016). *Utilización De Bolsas De Polietileno Para El Mejoramiento De Suelo A Nivel De La Subrasante En El Jr. Km 0+000 Arequipa, Progresiva Km 0+100, Distrito De Orcotuna, Concepción*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro.
- León Bobadilla, A. I. (2021). Relación de severidad de los deterioros de los pavimentos flexibles con la transitabilidad. *Bing Bang*, 10(2), 34 – 39. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de <http://datos.unjfsc.edu.pe/index.php/BIGBANG/article/view/683>
- Mendoza Castro, J. D. (2021). *Análisis comparativo de cuatro metodologías de evaluación superficial de pavimentos flexibles en sectores típicos de las rutas a*

cargo de la administración vial del invias territorial meta, módulo 1, grupo 3. Departamento de Ingeniería Civil. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 13 de Marzo de 2023

Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (2013). *Volumen N° 3 – Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes* (Vol. 3). Quito, Ecuador: NEVI – 12 – MTOP. Recuperado el 13 de Marzo de 2023, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. (S. Valbuena de Fierro, Ed.) Colombia: Universidad Católica de Colombia. Recuperado el 13 de Marzo de 2023

Oblitas Gastelo, B. E., Medina Cardozo, I. I., & Paredes Asalde, C. R. (25 de Mayo – Junio de 2021). Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos. *Revista ITECKNE*, 18(2), 170 – 175. Recuperado el 23 de Marzo de 2023, de <http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v18n2/1692-1798-itec-18-02-170.pdf>

Orozco y Orozco, J. M., Téllez Gutiérrez, R., Solorio Murillo, R., Pérez Salazar, A., Sánchez Loo, M. A., & Torras Ortiz, S. (2004). *Sistema de evaluación de pavimentos*. Sanfandila, México: SCT – Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt245.pdf>

Parra Melgar, E. (2018). *Sustitución Parcial Del Asfalto En Una Mezcla Para Pavimento A Base De Polimeros Reciclados*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.

Santana Surichaqu, J. K. (2020). *Propuesta de implementación de un Sistema de Gestión de Pavimentos para la carretera central margen izquierda del km 34 al km 78 basándose en el IRI clase III*. Huancayo: Universidad Continental. Recuperado el 13 de Marzo de 2023

Schiessler, A., & Bull, A. (1992). *Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Recuperado el 13 de Marzo de 2023, de https://repository.eclac.org/bitstream/handle/11362/33758/S9200630_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sepúlveda Arévalo, N. (2019). *Evaluación de deterioro en un pavimento flexible, reporte de caso: Desde la avenida francisco fernández de contreras, calle 7 hasta la carrera 10, Ocaña agua de la virgen*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado el 13 de Marzo de 2023

Silva Lucero, J. J. (2019). *Evaluación visual y estructural del pavimento flexible de la urbanización los jardines, Barranca-2017*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Recuperado el 13 de Marzo de 2023

- Solis Burga, K. E., & Vallejos Montenegro, J. H. (2019). *Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la av. chinchaysuyo del tramo del paseo yortuque empleando el método PCI y propuesta de rehabilitación del pavimento flexible*. Departamento de ingeniería, arquitectura y urbanismo. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. Recuperado el 13 de Marzo de 2023
- Thenoux Z., G., & Gaete P., R. (1995). *Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico*. México: Editorial SM México. Recuperado el 13 de Marzo de 2023, de <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/10204/000494754.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres Peña, M. Á. (2021). *Evaluación Experimental Del Efecto De Disipación De Esfuerzos Producido Por Geoceldas Sobre Suelos Blandos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
General	General	General		Método de estudio Científico
¿Cómo se viene dando la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú?	Describir como se viene dando la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú.	Existe mecanismos tradicionales en la aplicación del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú		Tipo de estudio Aplicada
Específicos	Específicos	Específicos		Nivel de estudio Explicativa
-¿Cuáles son las patologías del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década? -¿Cuáles son las condiciones del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década? -¿Cuáles son las capacidades estructurales del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década?	-Analizar las patologías del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década. -Describir las condiciones del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década. -Determinar las capacidades estructurales del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.	-Existen evidencias de las patologías del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década. -Existen evidencias de las condiciones del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década. -Existen evidencias de las capacidades estructurales del pavimento flexible en el desarrollo de obras en el Perú dentro de la última década.	Variable: Sistema de gestión de pavimentos Dimensiones -Evaluación preliminar -Evaluación detallada	Diseño de estudio Descriptiva analítica Población de estudio Aplicación del pavimento rígido en la construcción de obras. Muestra de estudio Expedientes con pavimento rígido en el Perú

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Pavimentos flexivos	<p>Es un enfoque integral y planificado para administrar de manera eficiente y sostenible las infraestructuras viales, centrándose específicamente en la gestión de la superficie de rodadura de carreteras y calles. Este sistema se diseñó para optimizar la vida útil de los pavimentos, garantizar la seguridad vial y maximizar el rendimiento de la red de carreteras. (Armijos Salinas, 2009)</p>	<p>Las funciones principales de un Sistema de Gestión de Pavimentos incluyen la recolección de datos sobre el estado actual de los pavimentos, el análisis de esa información para evaluar la condición de la superficie de rodadura y la predicción de su desempeño futuro. Además, el SGP facilita la toma de decisiones informadas sobre la programación de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de los pavimentos, permitiendo la asignación eficiente de recursos financieros y humanos.</p>	Evaluación Preliminar	– Índice de Superficie del Pavimento (ISP)	1–2: Excelente 3–4: Bueno 5–6: Aceptable 7–8: Deficiente 9–10: Malo
				– Índice de Resiliencia al Tránsito (IRT)	0–20: Alto 21–40: Moderado 41–60: Bajo 61–80: Muy Bajo 81–100: Extremadamente Bajo
				– Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	0–50: Excelente 51–100: Bueno 101–150: Aceptable 151–200: Deficiente 201–∞: Malo
			Evaluación Detallada	– Profundidad de Fisuras:	0–5 mm: Sin Fisuras 6–10 mm: Fisuras Leves 11–15 mm: Fisuras Moderadas 16–20 mm: Fisuras Severas 20 mm: Fisuras Críticas
				– Índice de Reflectividad del Pavimento (IRP)	0–20: Alta Reflectividad 21–40: Moderada Reflectividad 41–60: Baja Reflectividad 61–80: Muy Baja Reflectividad 81–100: Reflectividad Nula

				– Evaluación de la Textura Superficial	0–1: Textura Alta 2–3: Textura Moderada 4–5: Textura Baja 6–7: Textura Muy Baja 8–10: Textura Nula
			Capacidades estructurales	– Índice de Soporte del Subrasante (ISS)	0–1: Excelente 2–3: Bueno 4–5: Aceptable 6–7: Deficiente 8–10: Malo
				– Evaluación de Espesores de Capas	0–10 cm: Espesor Suficiente 11–20 cm: Espesor Moderado 21–30 cm: Espesor Insuficiente 31–40 cm: Espesor Deficiente 40 cm: Espesor Crítico
				– Índice de Deflexión del Pavimento	0–20 mm: Muy Rígido 21–40 mm: Moderadamente Rígido 41–60 mm: Flexible 61–80 mm: Moderadamente Flexible 81–100 mm: Muy Flexible

EVIDENCIAS DE HALLAZGOS Y OTROS

CURVAS DE VALOR DEDUCIDO PARA VER EL GRADO DE FLEXION DEL PAVIMENTO

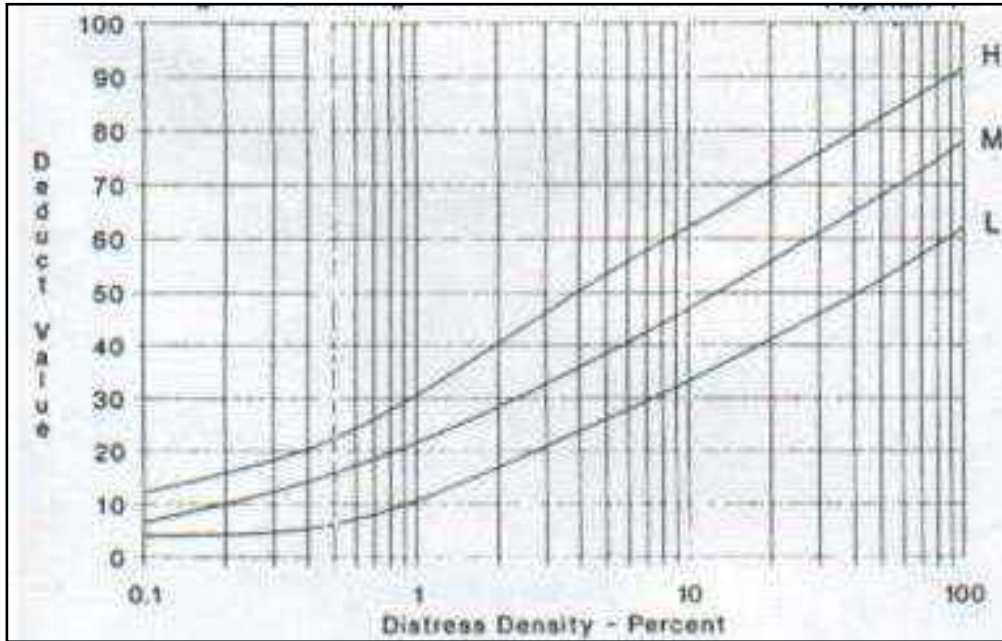


Figura 1. Valor deducido de la falla tipo piel de Cocodrilo

Fuente: Vasquez 2013

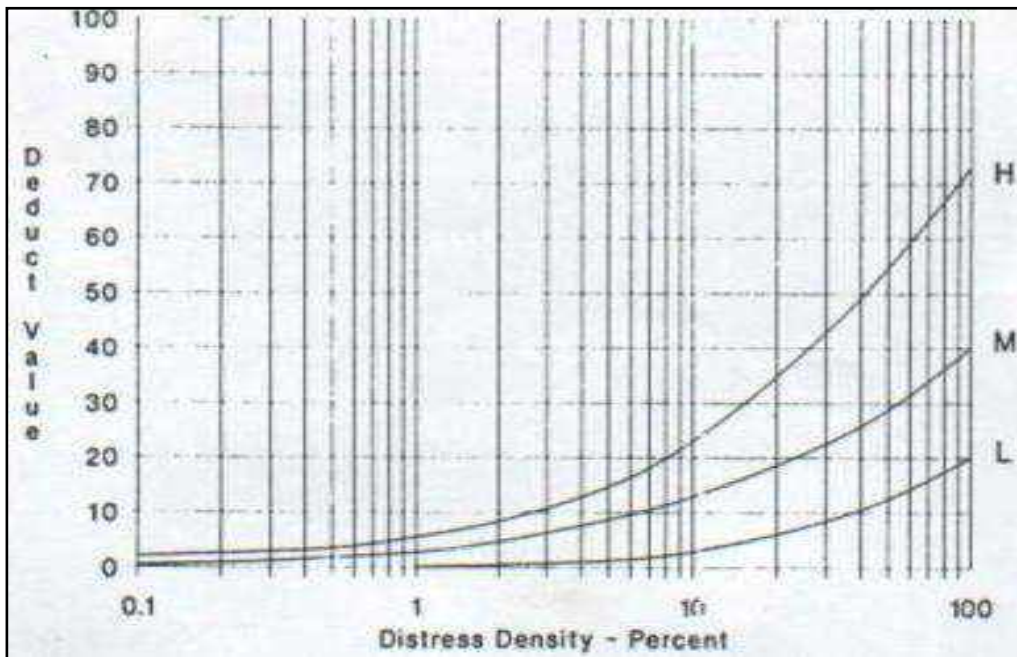


Figura 2. Valor deducido de la falla tipo Exudación.

Fuente: Vasquez 2013

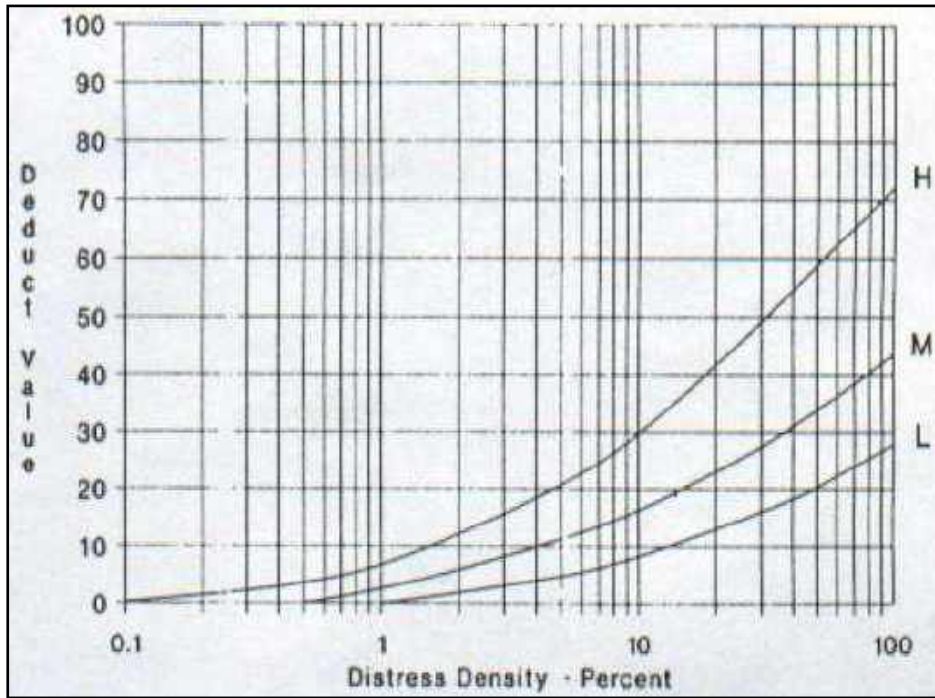


Figura 3. Valor deducido de la falla tipo fisuras en bloque

Fuente: Vasquez 2013

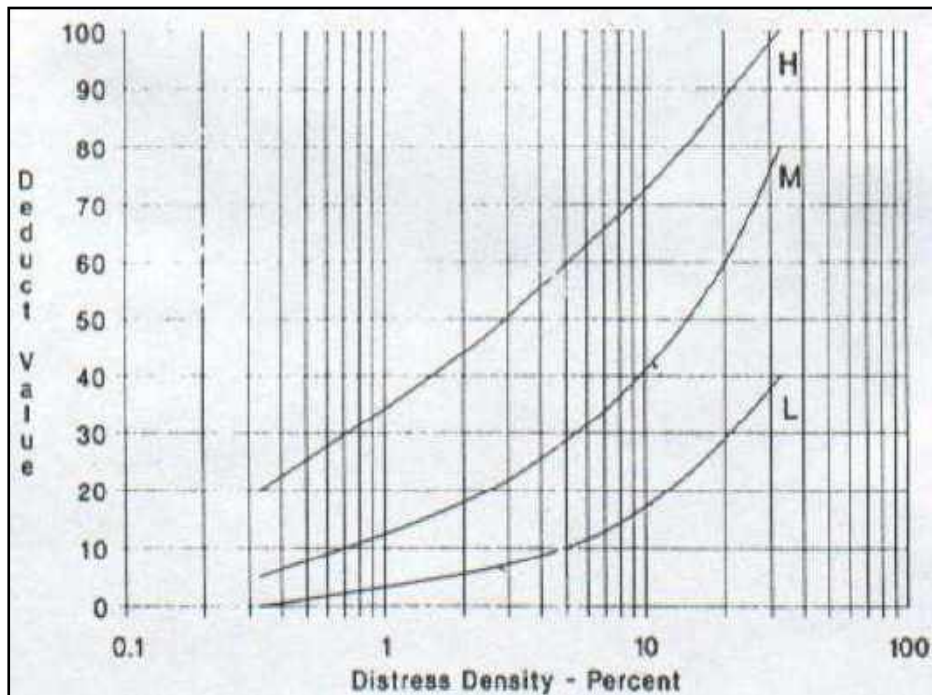


Figura 4. Valor deducido de la falla tipo Abultamientos y Hundimientos

Fuente: Vasquez 2013

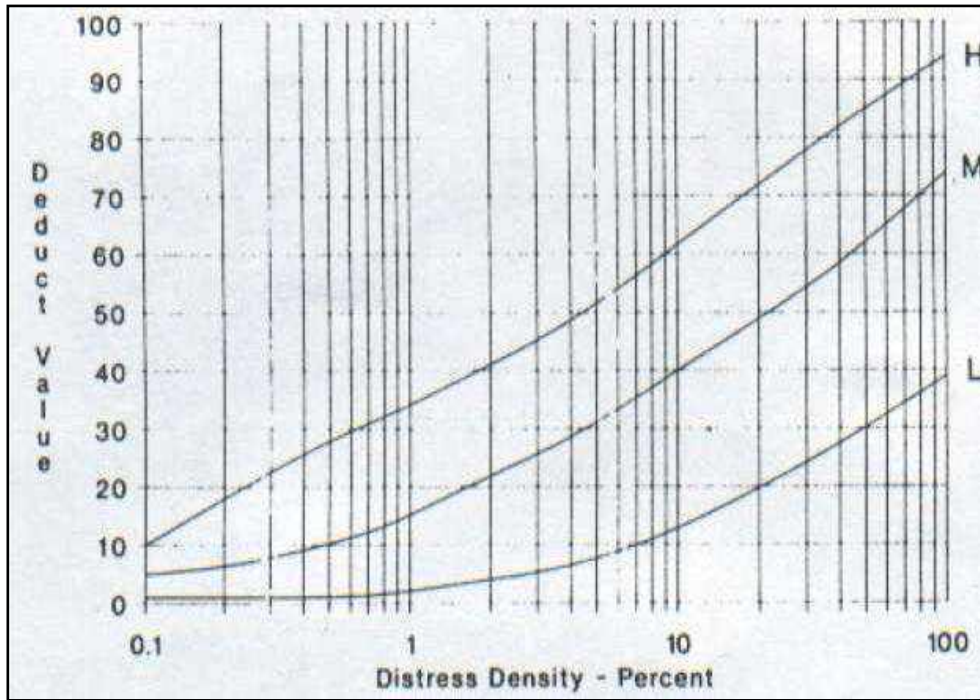


Figura 5. Valor deducido de la falla tipo Corrugación

Fuente: Vasquez 2013

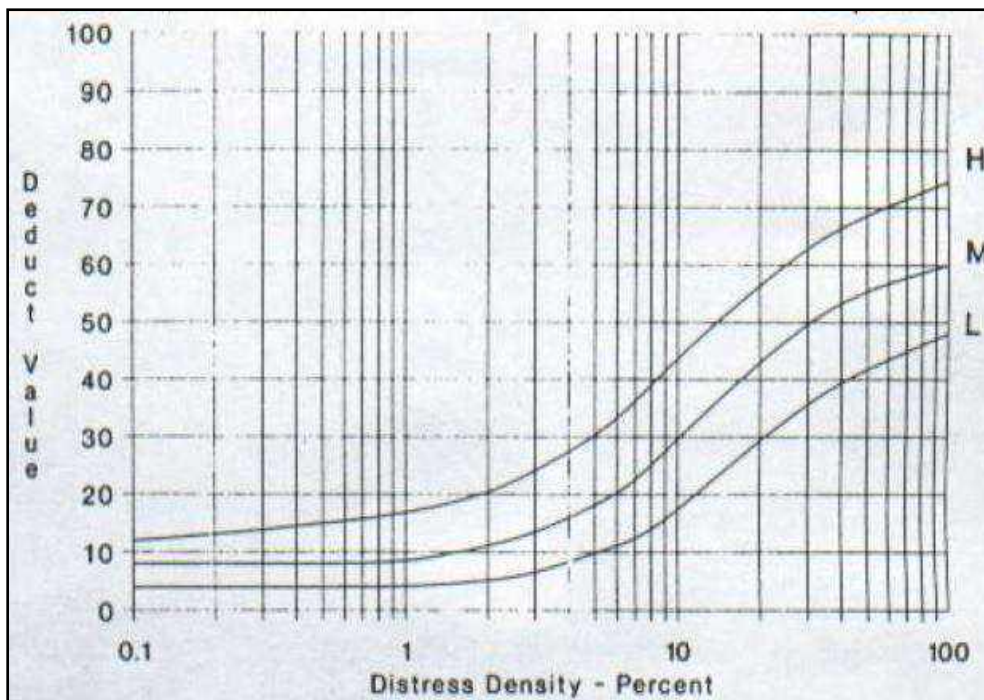


Figura 6. Valor deducido de la falla tipo Depresión

Fuente: Vasquez 2013

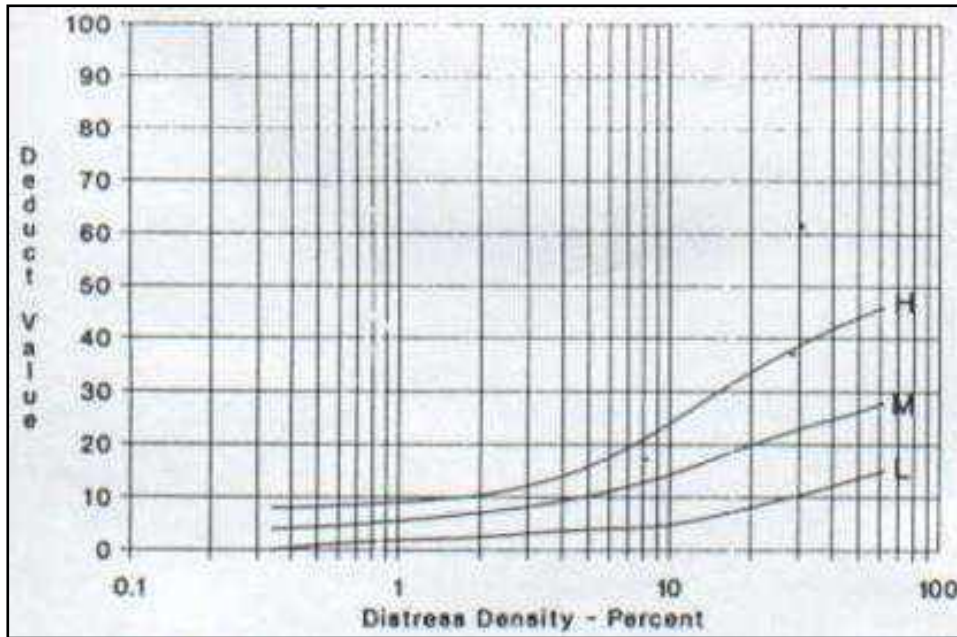


Figura 7. Valor deducido de la falla tipo fisura de Borde

Fuente: Vasquez 2013

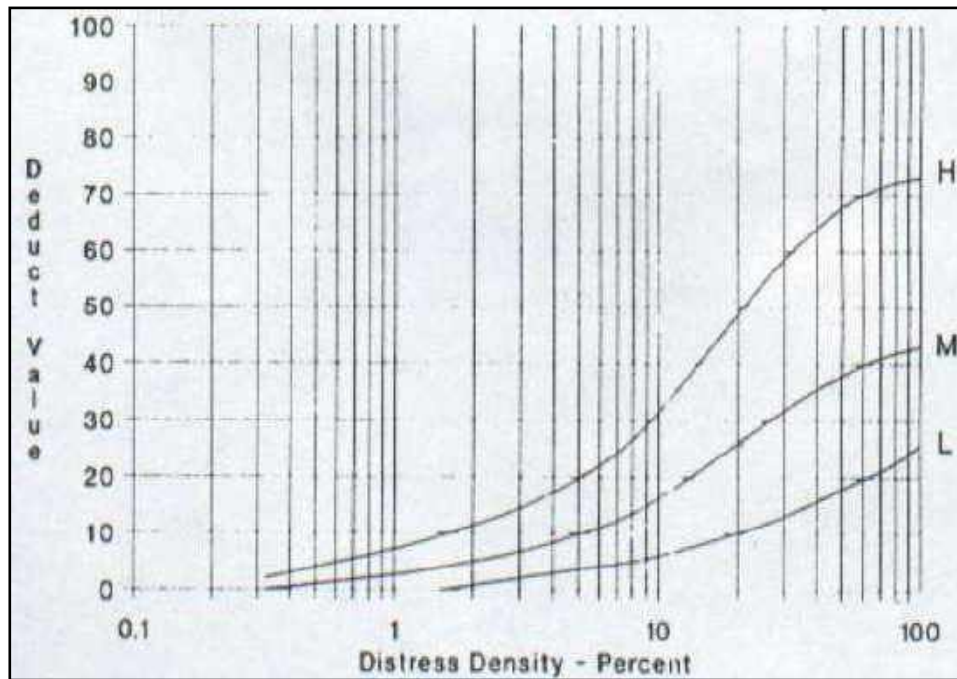


Figura 8. Valor deducido de la falla tipo fisura de reflexión de junta

Fuente: Vasquez 2013

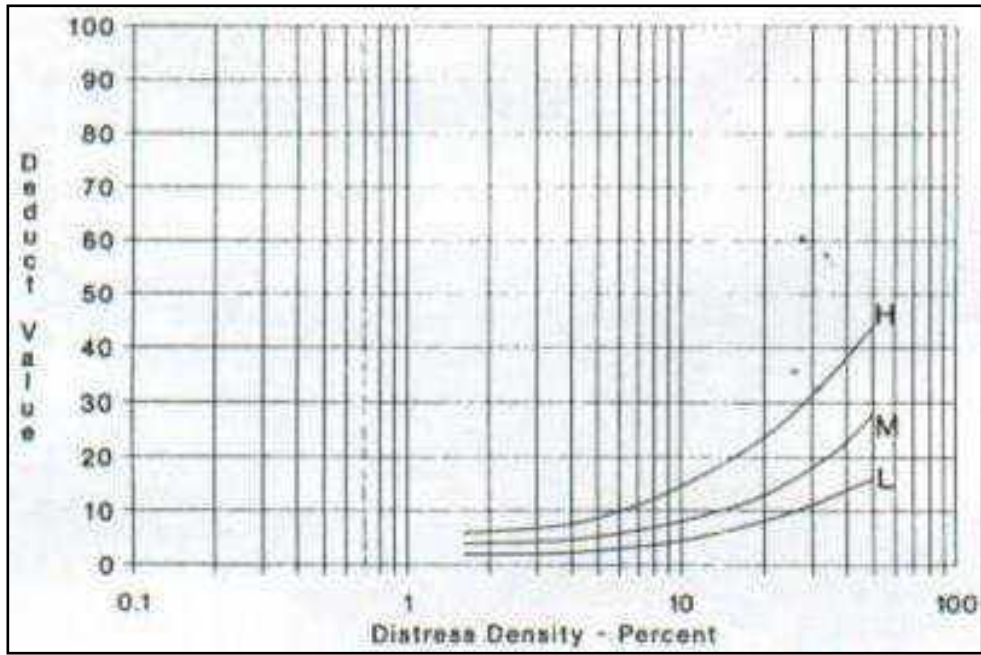


Figura 9. Valor deducido de la falla tipo Desnivel carril berma

Fuente: Vasquez 2013

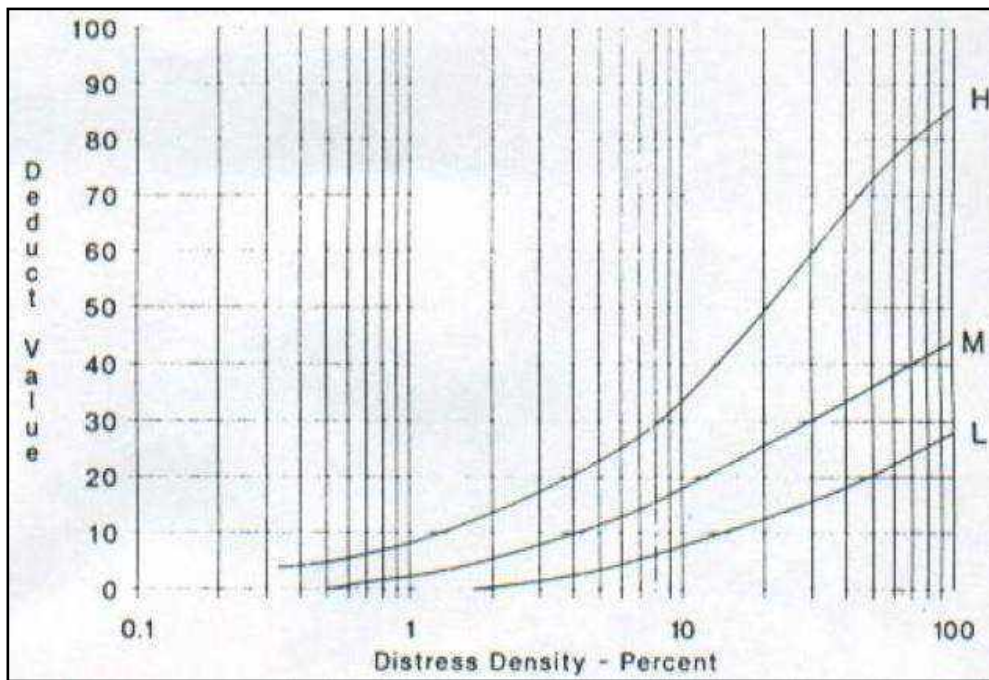


Figura 10. Valor deducido de la falla tipo fisura longitudinales y transversales

Fuente: Vasquez 2013

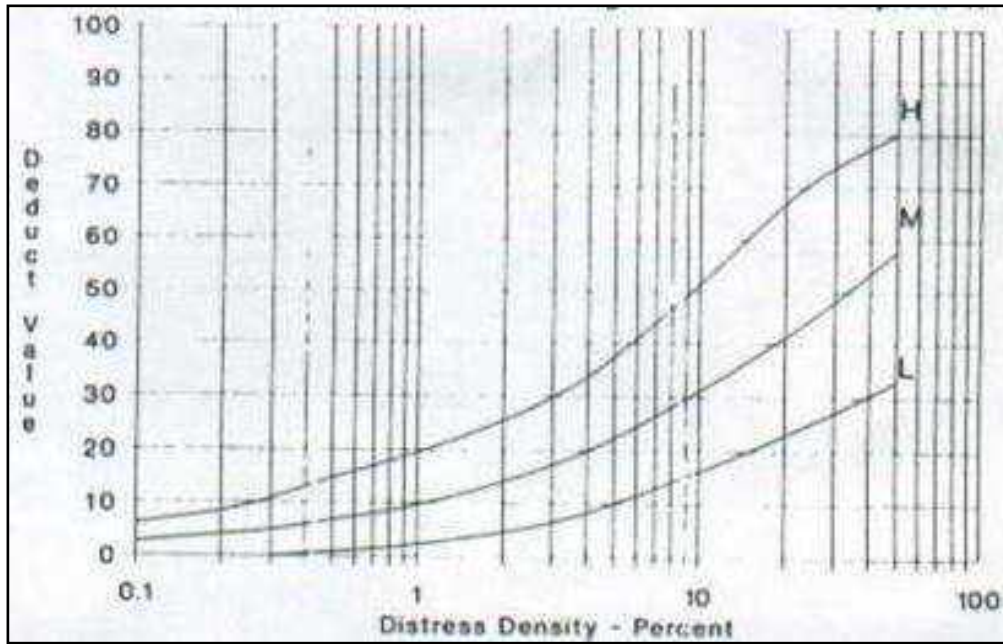


Figura 11. Valor deducido de la falla tipo parches y parches de cortes utilitarios

Fuente: Vasquez 2013

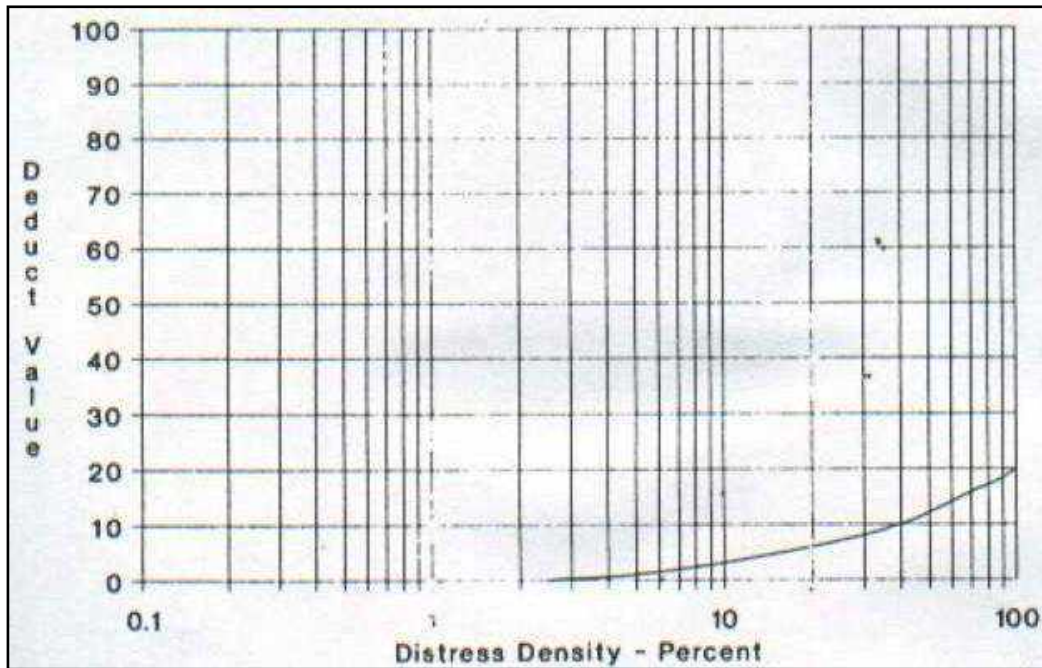


Figura 12. Valor deducido de la falla tipo Pulimiento de agregados

Fuente: Vasquez 2013

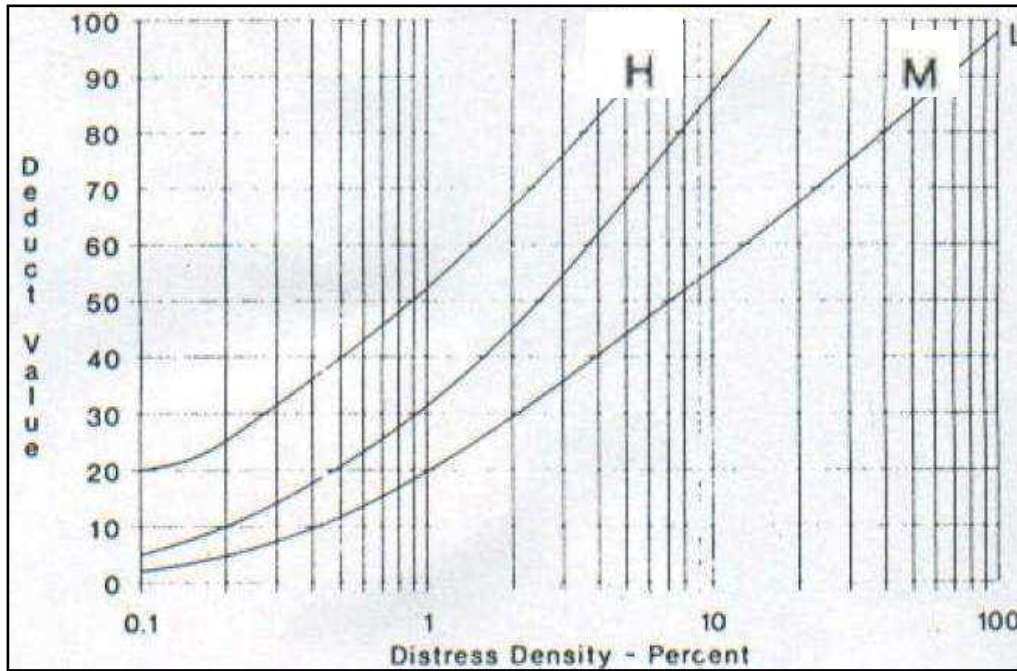


Figura 13. Valor deducido de la falla tipo Baches

Fuente: Vasquez 2013

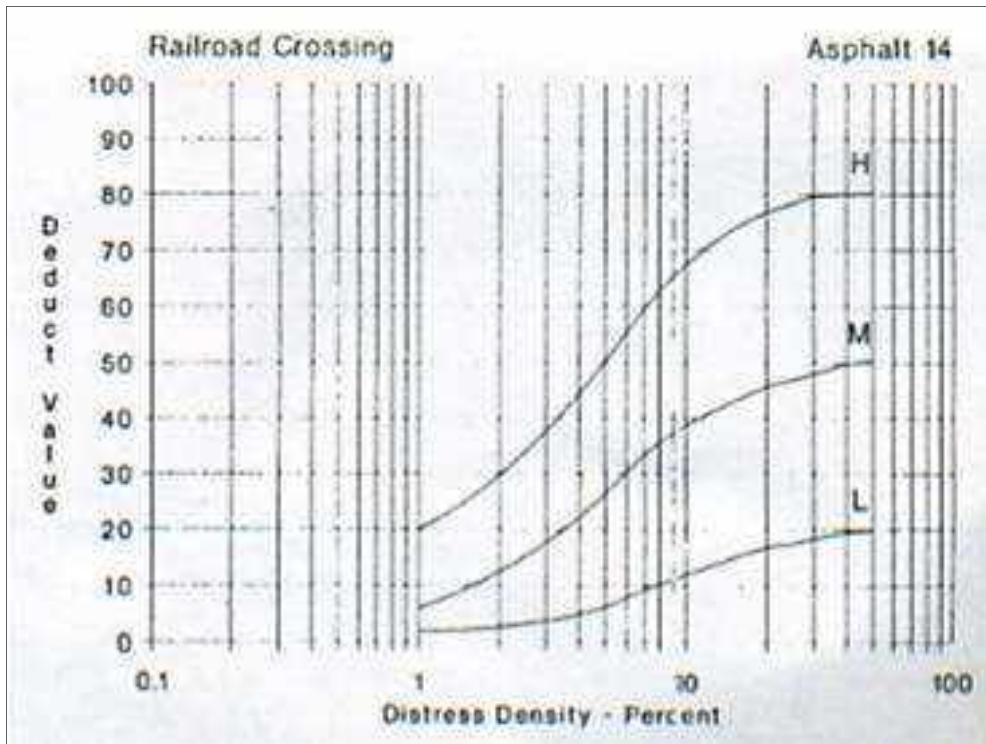


Figura 14. Valor deducido de la falla tipo acceso a puentes

Fuente: Vasquez 2013

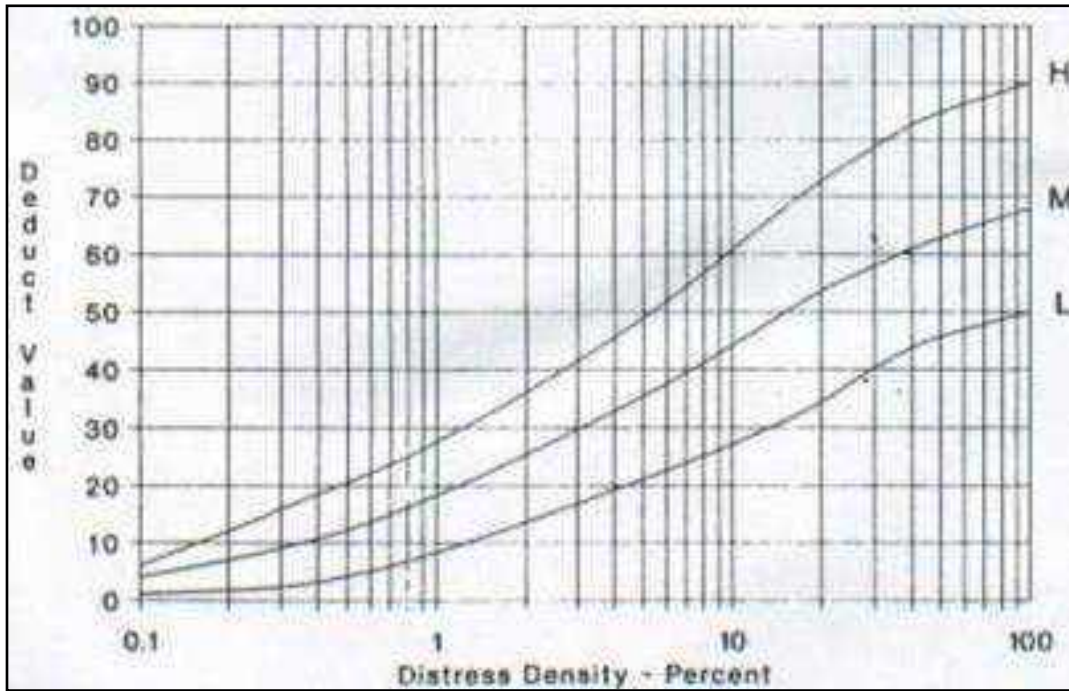


Figura 15. Valor deducido de la falla tipo Ahuellamiento

Fuente: Vasquez 2013

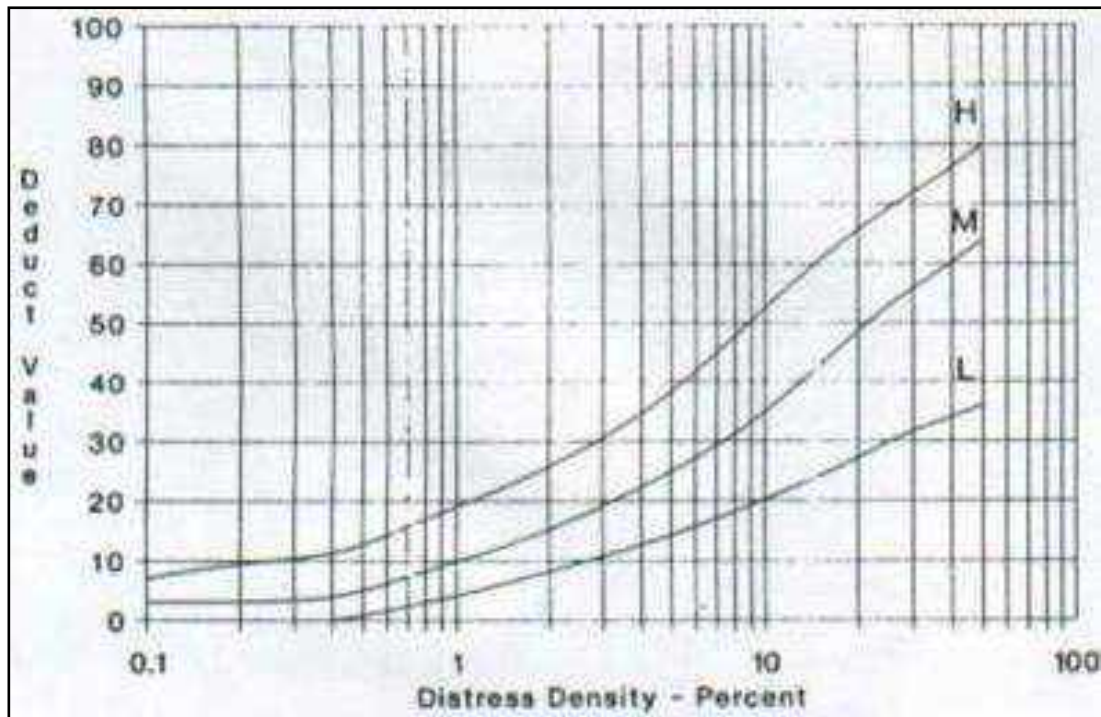


Figura 16. Valor deducido de la falla tipo Desplazamiento

Fuente: Vasquez 2013

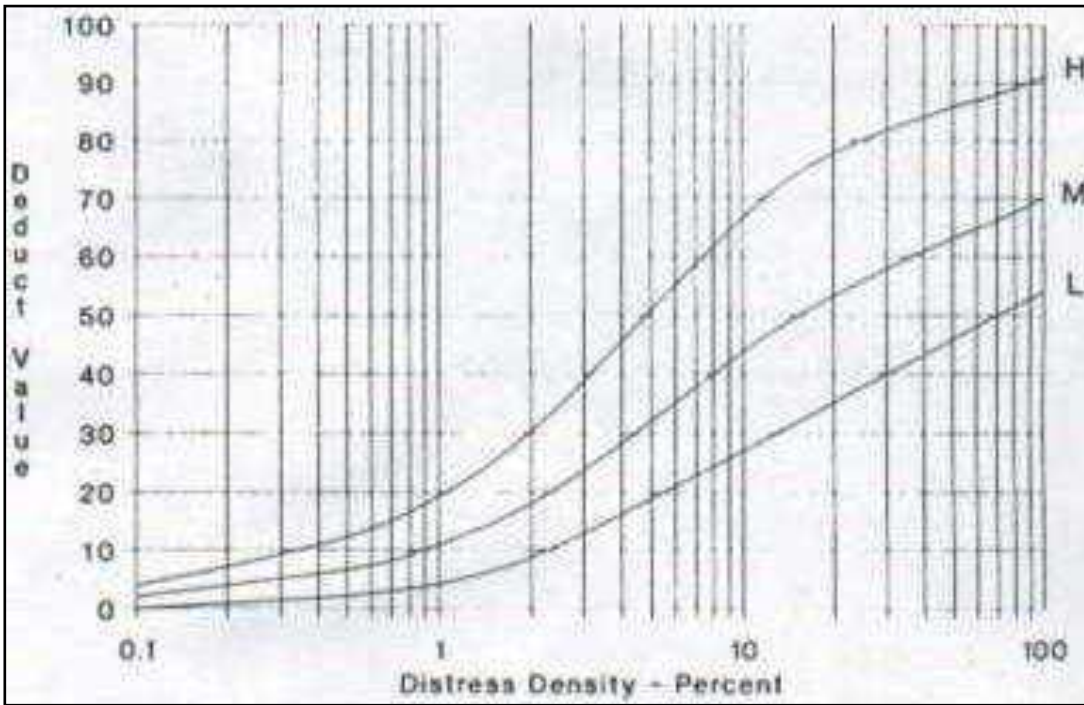


Figura 17. Valor deducido de la falla tipo Fisura parabólica

Fuente: Vasquez 2013

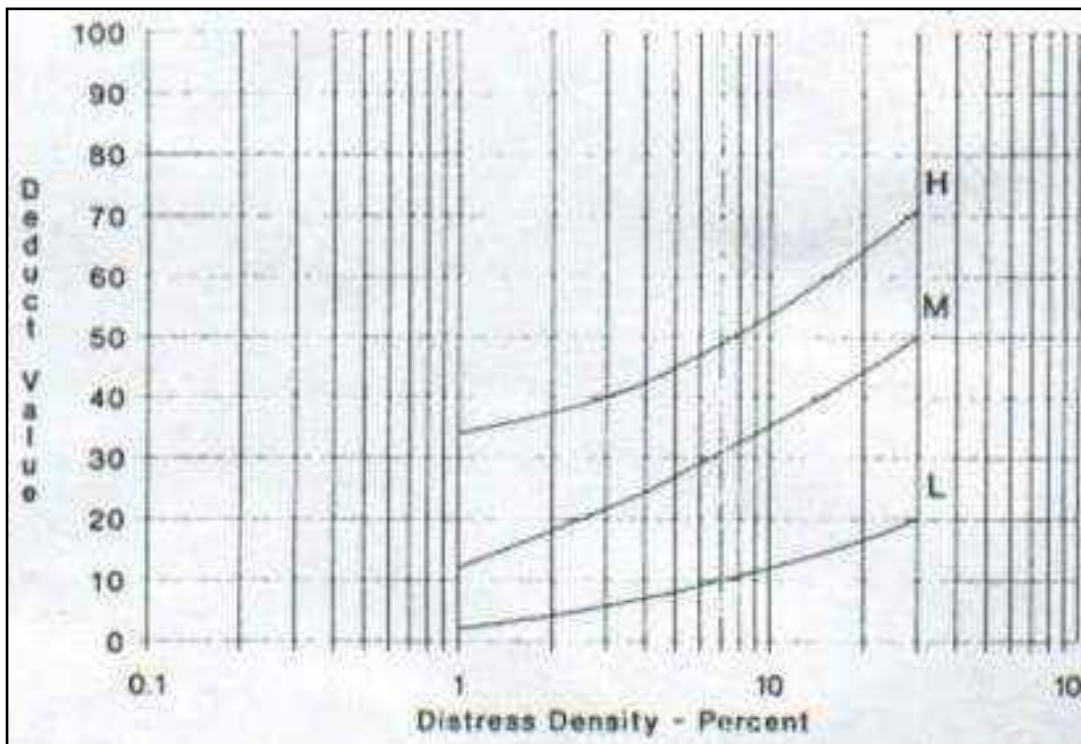


Figura 18. Valor deducido de la falla tipo Hinchamientos

Fuente: Vasquez 2013

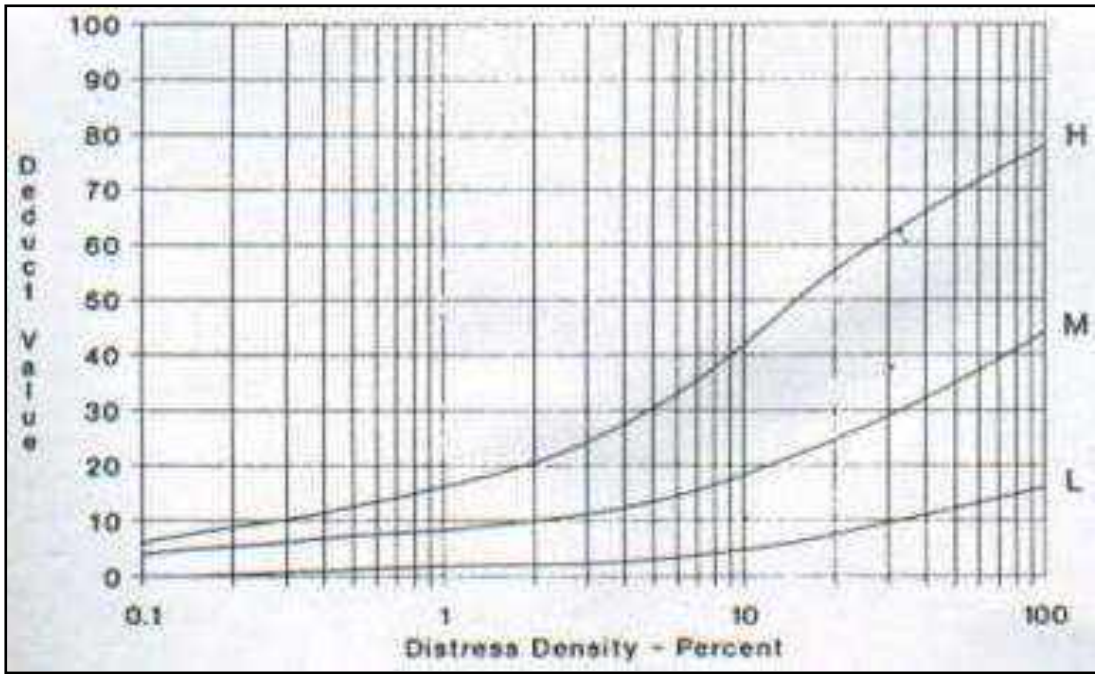


Figura 19. Valor deducido de la falla tipo Desprendimiento de agregados

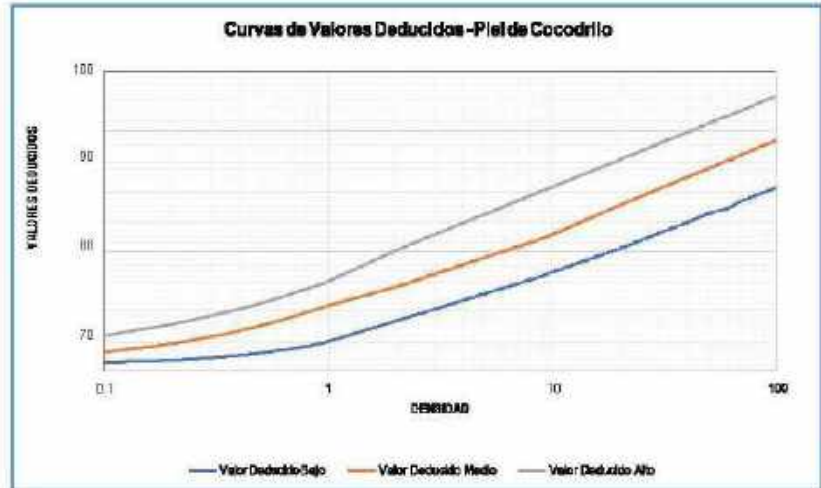
Fuente: Vasquez 2013

Fotos de trabajo de campo

CURVAS NOMOGRÁFICAS DE LAS FALLAS EXISTENTES

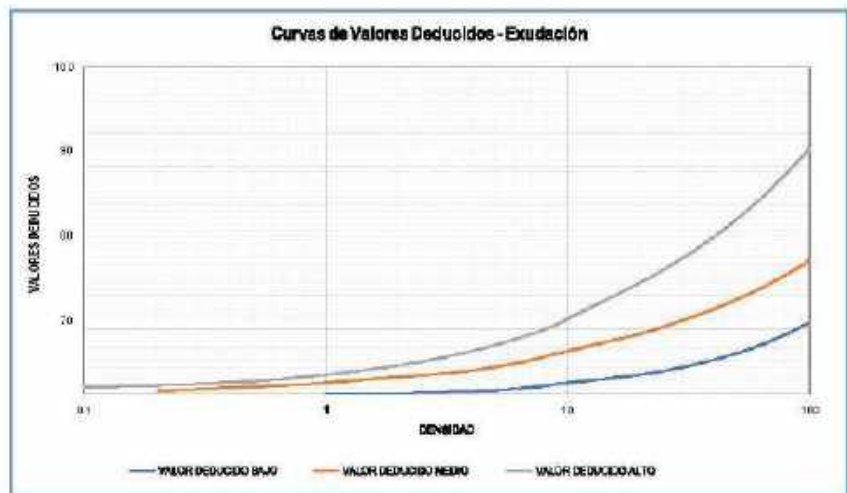
1. PIEL DE COCODRILO

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.90
0.20	3.60	7.90	15.60
0.30	4.00	11.80	18.40
0.40	4.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.80
0.60	6.90	16.00	24.30
0.70	7.50	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	18.70	28.20	40.05
3.00	23.70	32.50	45.50
4.00	23.80	35.80	48.30
5.00	25.80	36.00	52.20
6.00	27.60	39.80	54.60
7.00	29.10	41.80	58.70
8.00	31.50	43.00	60.80
9.00	31.90	44.30	60.00
10.00	33.00	45.80	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.10	67.80	82.50
60.00	54.00	70.20	84.90
70.00	53.50	72.30	86.80
80.00	55.50	74.10	88.60
90.00	55.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.80



2 EXUDACIÓN

DENSIDAD	Valor Deducido		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			0.20
0.20		0.00	0.30
0.30		1.40	0.40
0.40		1.80	0.50
0.50		2.10	0.60
0.60		2.40	0.70
0.70		2.60	0.70
0.80		2.80	0.70
0.90		3.05	0.60
1.00	0.10	3.30	0.60
2.00	0.30	5.00	0.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.30
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	16.30
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	20.00
20.00	5.90	18.30	34.70
30.00	6.30	22.40	41.50
40.00	10.10	25.00	47.00
50.00	12.40	26.50	50.20
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	15.20	34.00	62.00
80.00	15.10	36.40	67.30
90.00	13.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	76.10



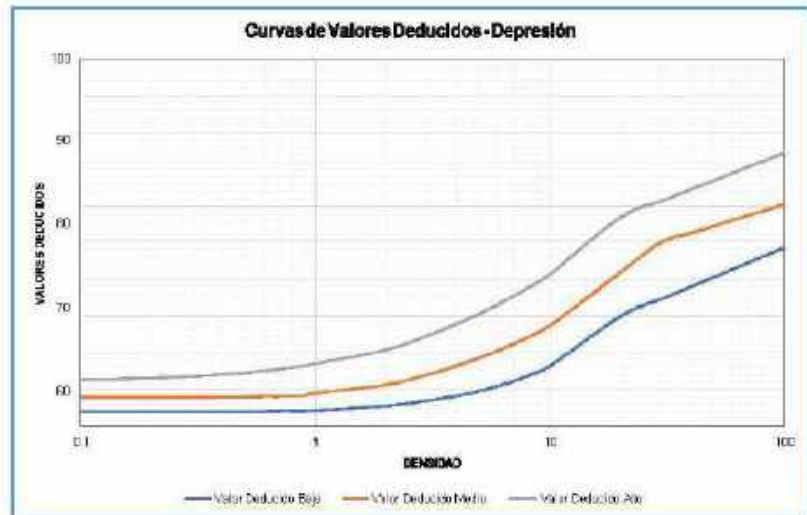
4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.60	1.50	7.90	26.30
0.80	2.20	9.20	27.30
1.00	2.70	10.20	28.10
1.80	3.20	11.20	30.00
3.00	3.60	12.00	33.30
4.00	3.90	12.70	33.70
5.00	4.30	13.60	34.80
6.00	4.60	14.50	36.00
7.00	4.90	15.40	37.00
8.00	5.20	16.30	38.00
9.00	5.50	17.20	39.00
10.00	5.80	18.10	40.00
15.00	6.40	19.50	42.00
20.00	7.00	20.90	44.00
30.00	8.00	23.30	48.00
40.00	9.00	25.70	52.00
50.00	10.00	28.10	56.00
60.00	11.00	30.50	60.00
70.00	12.00	32.90	64.00
80.00	13.00	35.30	68.00
90.00	14.00	37.70	72.00
100.00	15.00	40.10	76.00
150.00	18.00	49.10	92.00
200.00	22.00	58.10	108.00
300.00	28.00	70.10	132.00
400.00	34.00	82.10	156.00
500.00	40.00	94.10	180.00
600.00	46.00	106.10	204.00
700.00	52.00	118.10	228.00
800.00	58.00	130.10	252.00
900.00	64.00	142.10	276.00
1000.00	70.00	154.10	300.00



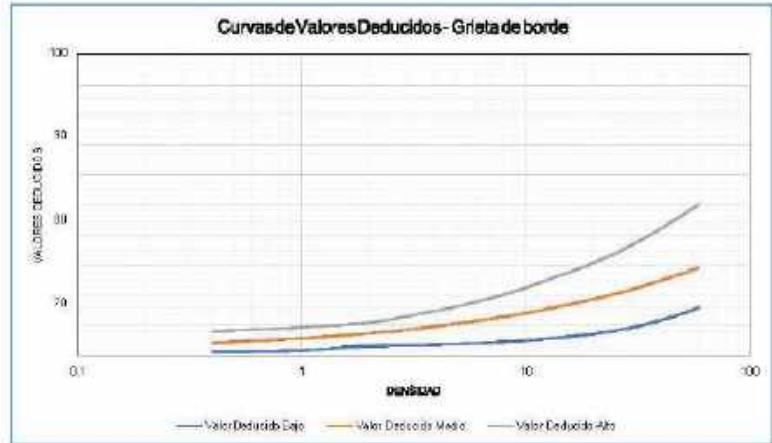
6. DEPRESIÓN

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.00	7.00	12.00
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.60
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	8.30	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.00	14.00	24.60
4.00	6.10	16.40	27.60
5.00	6.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	13.10	22.40	35.40
8.00	13.60	24.10	37.50
9.00	14.60	25.70	39.40
10.00	15.20	27.30	41.30
20.00	28.00	42.00	56.90
30.00	34.60	50.30	61.30
40.00	37.60	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.10	68.80
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50



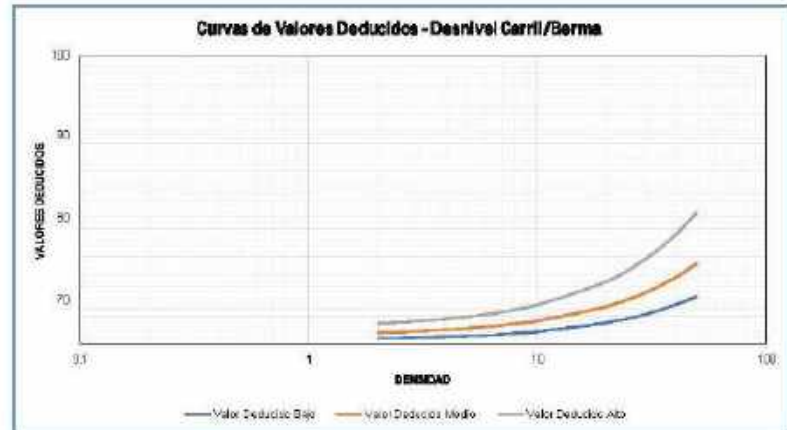
7. GRIETA DEBORDE

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.00	7.00
0.50	1.20	4.50	8.20
0.60	1.30	4.00	8.40
0.70	1.30	6.80	8.90
0.80	1.50	5.10	8.90
0.90	1.30	5.90	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.60
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.90	10.40	16.30
6.00	4.10	11.20	17.80
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.30	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	15.40	30.50
30.00	9.30	21.90	39.70
40.00	11.50	24.60	41.20
50.00	13.70	25.90	45.40
60.00	15.90	28.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



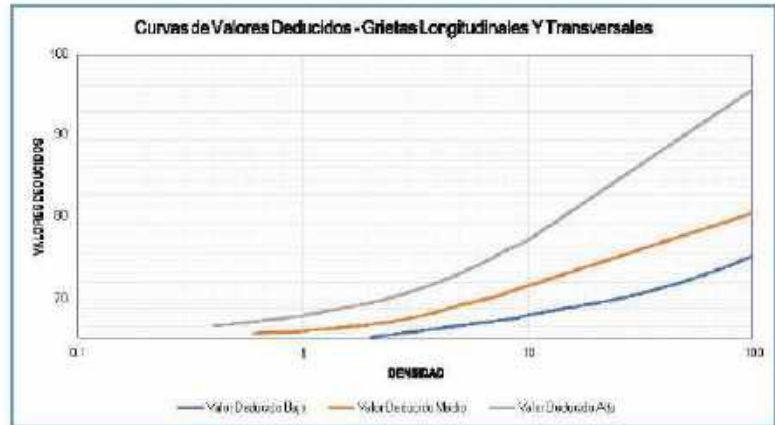
9. DESNIVEL CARRIL/BERMA

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.80
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.50	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.80
40.00	13.40	22.70	37.80
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.00
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.80
6.00	5.10	13.00	25.90
7.00	5.90	14.50	28.20
8.00	6.40	15.00	30.80
9.00	7.00	17.10	32.90
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.80
30.00	15.10	30.00	58.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.60	36.40	71.90
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.20	40.10	79.90
80.00	25.00	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	29.90	44.20	87.90



11. PARCHEO

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.30
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.50	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.20	29.00
3.00	6.50	17.40	33.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.90
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	50.00
20.00	23.70	41.00	67.90
30.00	27.60	47.00	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.80	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



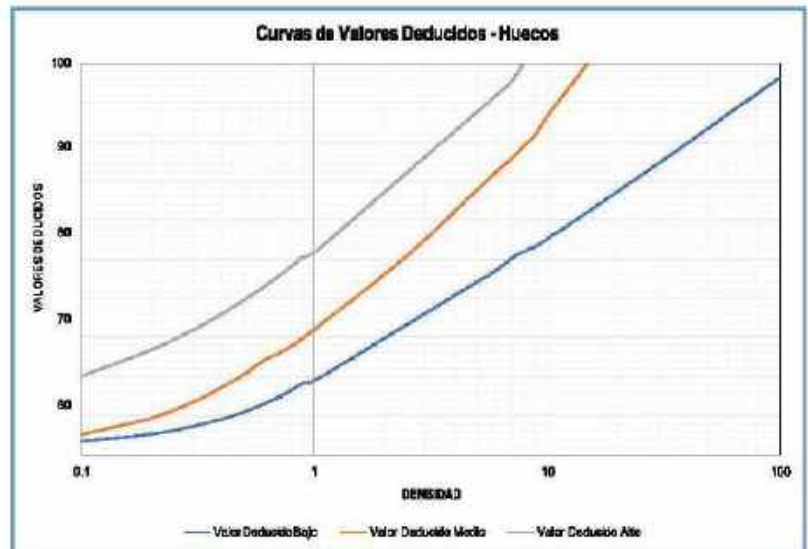
12. PULMIENTO DEAGREGADOS

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.80	
40.00		10.10	
50.00		11.00	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.00	
100.00		20.70	



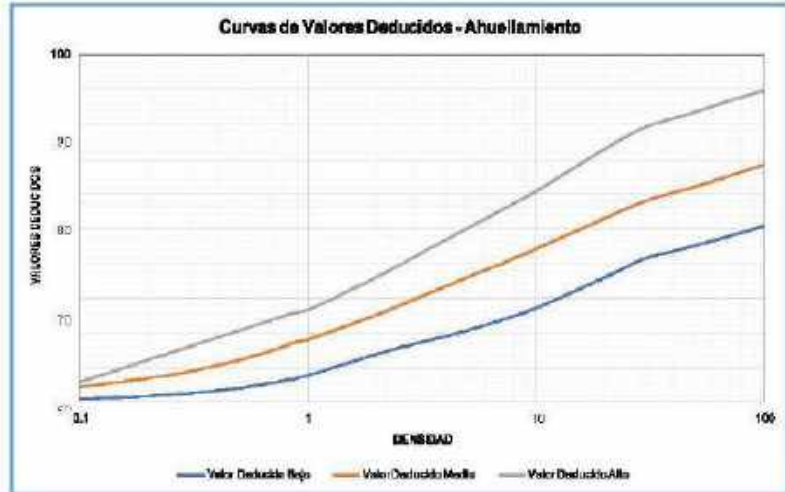
13. HUECOS

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	10.90
0.20	5.30	8.40	25.70
0.30	7.20	13.40	37.70
0.40	9.10	17.50	50.80
0.50	10.90	20.50	59.40
0.60	12.80	23.90	62.50
0.70	14.60	26.90	65.40
0.80	16.50	27.90	65.00
0.90	18.30	30.00	60.50
1.00	18.80	30.00	57.40
2.00	29.70	45.00	65.00
3.00	36.10	55.00	70.00
4.00	40.80	62.70	67.40
5.00	44.10	67.50	67.40
6.00	46.90	72.70	67.50
7.00	50.00	75.50	65.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	88.50	
15.00	62.00	100.00	
20.00	74.30		
30.00	79.50		
40.00	83.60		
50.00	87.00		
60.00	87.00		
70.00	89.00		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		



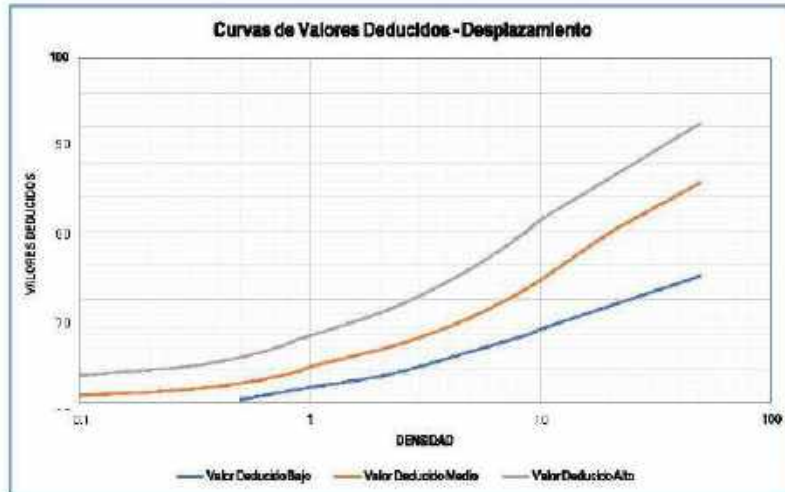
15. AHUELLAMIENTO

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.10	4.80	8.00
0.20	2.60	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	18.10
0.40	3.60	10.80	19.90
0.50	4.30	12.30	21.90
0.60	5.10	13.80	23.90
0.70	5.80	15.10	25.90
0.80	6.50	16.40	27.90
0.90	7.20	17.60	29.90
1.00	7.90	18.90	31.90
2.00	14.00	26.90	33.90
3.00	17.10	30.10	42.10
4.00	19.10	33.40	48.90
5.00	20.80	36.10	51.90
6.00	22.30	38.90	53.90
7.00	23.80	40.90	55.90
8.00	24.80	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.90
10.00	27.10	44.20	60.90
20.00	35.90	63.00	73.90
30.00	41.40	67.90	79.90
40.00	43.40	69.90	81.90
50.00	45.10	69.10	83.90
60.00	46.50	69.70	85.40
70.00	47.20	69.10	86.90
80.00	48.80	69.50	87.90
90.00	49.70	67.40	89.90
100.00	50.60	68.40	89.90



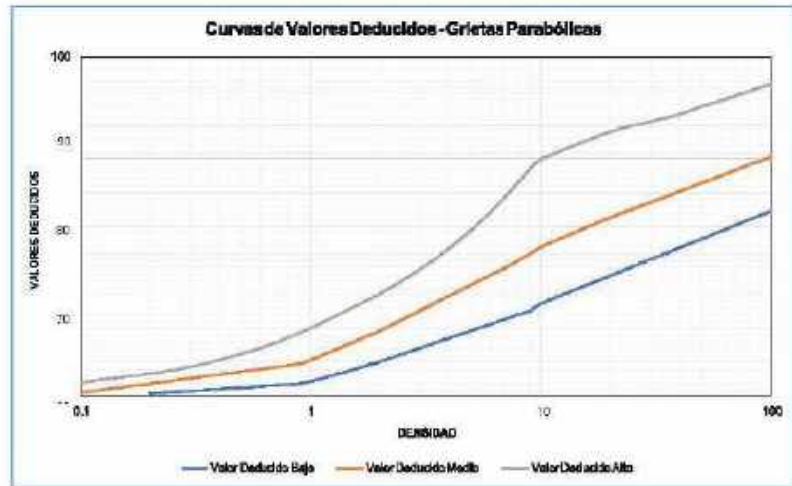
16. DESPLAZAMIENTO

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		2.20	8.00
0.20		3.50	9.60
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.80	14.80
0.70	2.60	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.00
1.00	4.60	10.30	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.90	19.60	31.20
4.00	13.00	23.10	35.40
5.00	14.90	26.80	39.00
6.00	16.50	27.90	42.90
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.90
10.00	21.30	36.60	53.10
20.00	38.00	48.30	65.20
30.00	51.90	56.80	72.30
40.00	64.80	60.60	77.30
50.00	76.90	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



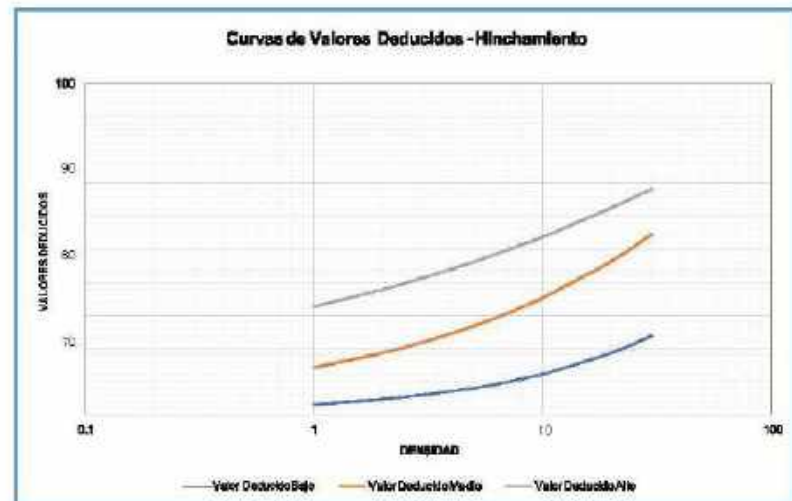
17. GRIETAS PARABÓLICAS

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.00	8.00
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.80	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.00	14.00
0.70	3.20	6.60	15.60
0.80	3.40	6.00	17.20
0.90	3.70	5.50	18.70
1.00	4.00	10.60	20.00
2.00	10.20	18.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.60
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.80
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.50	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.60	68.20	89.80
90.00	52.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10



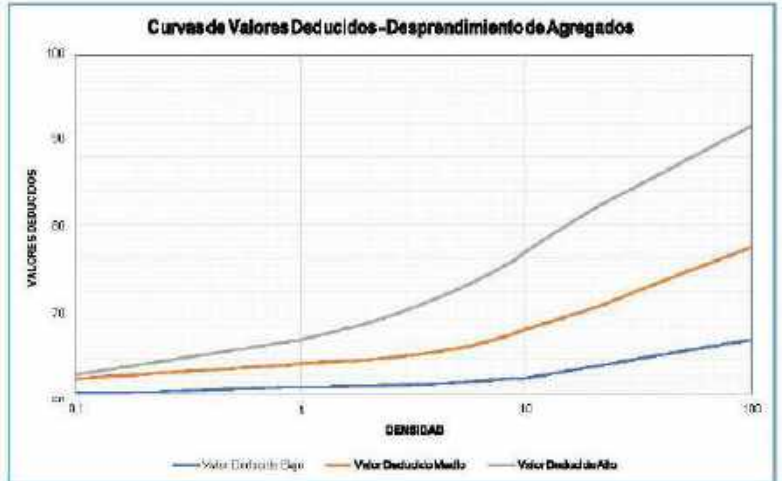
18. HINCHAMIENTO

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.60
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	49.10
7.00	9.60	30.50	49.60
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



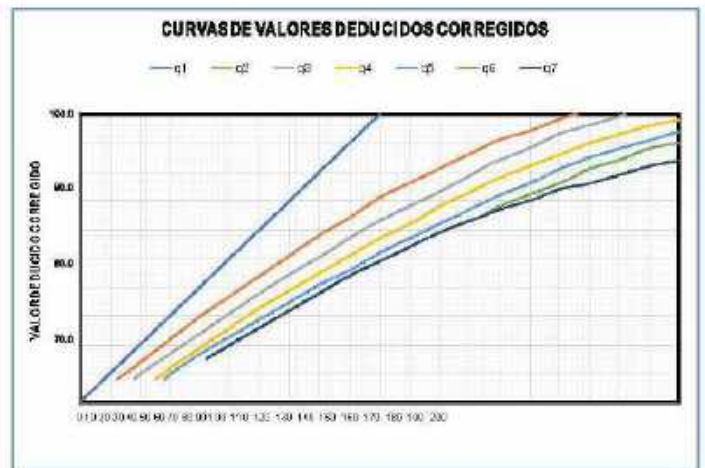
19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.20	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.60
0.30	0.60	6.50	10.80
0.40	0.80	7.00	11.90
0.50	1.00	7.40	12.90
0.60	1.20	7.80	13.70
0.70	1.40	8.10	14.40
0.80	1.50	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.50	15.00
2.00	2.20	9.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	25.20
5.00	3.20	12.40	26.90
6.00	3.70	14.60	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.20	16.80	37.70
9.00	4.30	17.90	39.80
10.00	4.50	18.00	42.00
20.00	8.00	25.30	64.50
30.00	10.00	29.90	80.80
40.00	11.40	32.10	85.00
50.00	12.50	35.60	88.40
60.00	13.40	37.60	91.10
70.00	14.10	38.50	93.50
80.00	14.80	40.80	95.50
90.00	15.50	42.10	97.30
100.00	15.80	43.50	98.90


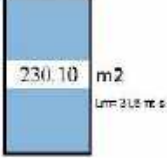


CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS

VOT	Valor Deducido Corregido						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0	0.0						
10	10.0						
12	12.0	8.0					
15	15.0	12.5	6.0				
20	20.0	19.0	10.0				
25	25.0	19.0	13.5	6.0			
30	30.0	20.4	15.5	10.4	3.0		
35	35.0	22.6	17.0	12.5	16.0		
40	40.0	25.0	22.5	15.5	17.0		
42	42.0	21.4	25.4	20.4	16.2	15.0	15.0
45	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
48	60.0	44.0	36.0	33.0	29.0	26.0	26.0
50	70.0	51.0	40.5	39.0	35.0	32.0	32.0
60	80.0	59.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
70	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
80	100.0	71.0	62.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110		78.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120		81.0	70.0	64.0	62.0	59.0	59.0
130		84.0	72.5	73.0	67.0	63.0	63.0
145		88.5	81.5	75.5	68.5	65.0	65.0
160		91.0	84.0	78.0	72.0	69.0	69.0
180		94.0	88.0	82.8	76.0	72.0	72.0
190		95.0	89.0	83.0	77.0	76.0	74.0
195	100.0	94.8	88.4	82.4	76.4	79.0	75.2
197		95.0	89.0	83.0	76.0	81.0	76.0
199			89.0	83.0	76.0	81.0	76.0
200			90.0	84.0	76.0	81.0	76.0
200			98.0	94.0	80.0	84.0	84.0

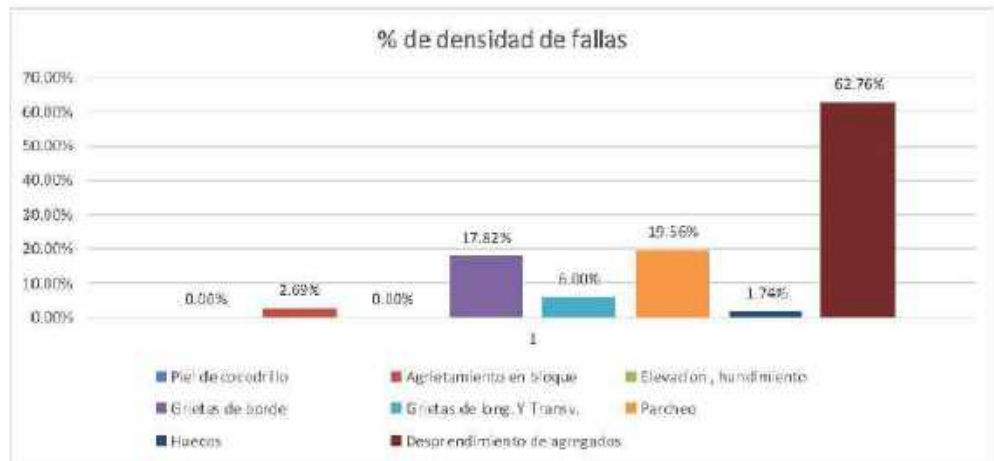


MUESTRA N° 01 (UM - 05) carril derecho


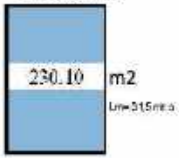
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir		Fecha: 20 de Dic. del 2020					
Unidad muestrada: UM - 05		Estación: 0+141.60 - 0+177.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizarro Campos Edler J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SÓLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5.- FALLAS 1Y 15 SIMULTANEAMENTE SE MIDEN SEPARADAS	1.- Piel de cocodrilo	m ²	11.- Parcheo	m ²					
	2.- Exudación	m ²	12.- Agregados puldos	m ²					
	3.- Agrietamiento en bloque	m ²	13.- Hucos	m ²					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- cruce de vía ferrea	m ²					
	5.- Corrugaciones	m ²	15.- Ahueamiento	m ²					
	6.- Depresiones	m ²	16.- Desplazamiento	m ²					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólicas	m ²					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m ²					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Desprendimiento de agregados.	m ²					
	10.- Grietas long. y transvers.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES B = 6.5 mts 									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
	3			7			10		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A
		3.8			27.00			12.20	
		2.4			14.00			1.60	
			6.20			41.00			13.80
11			13			19			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	28.3			4			144.4		
	16.7								
		45.00			4.00			144.40	
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	6.20	2.69%	7.46					
7	M	41.00	17.82%	17.40					
10	M	13.80	6.00%	13.00					
11	M	45.00	19.56%	40.58					
13	M	4.00	1.74%	42.36					
19	M	144.40	62.76%	38.07					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	158.87					
CÁLCULO DEL PCI									
Número de deducidos > 2 (q):		6							
Valor deducido mas alto (hdv):		42.4							
Número admisibles de deducidos ni:		6.29							

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 01 (UM - 05) carril derecho

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	42.36	40.58	38.07	17.40	13.00	7.46	158.87	6	75.55
2	42.36	40.58	38.07	17.40	13.00	2.00	153.41	5	77.70
3	42.36	40.58	38.07	17.40	2.00	2.00	142.41	4	78.96
4	42.36	40.58	38.07	2.00	2.00	2.00	127.01	3	76.85
5	42.36	40.58	2.00	2.00	2.00	2.00	90.94	2	64.66
6	42.36	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.36	1	52.36
Maximo CDV									78.96
PCI = 100 - Maximo CDV									21.04
RANGO									= MUY MALO

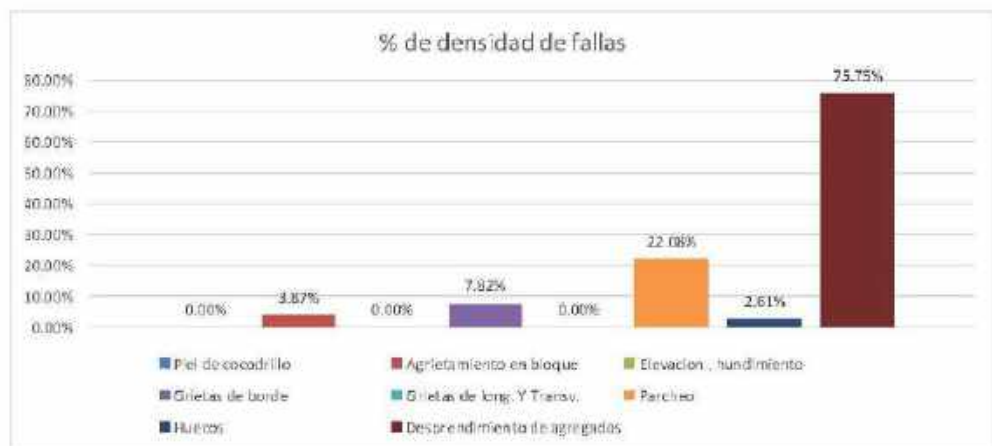


MUESTRA Nº 02 (UM - 10) carril derecho


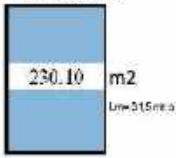
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: Trujillo	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 10		Extensión: 0+318.60 - 0+354.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizar Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parcho	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevación, hundimientos	m	14- Ortoplastos	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7			11			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	6.8			18.00			42.40		
	2.1						8.40		
TOTAL POR FALLA		8,9		18,00			50,80		
13			19						
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	6			174,3					
TOTAL POR FALLA		6		174,3					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	B	8.90	3.87%	9.76					
7	B	18.00	7.82%	12.47					
11	B	50.80	22.08%	42.43					
13	B	6.00	2.61%	49.54					
19	B	174.30	75.75%	40.16					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =		154.36				
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):		6							
Valor deducido mas alto (hdv):		49.5							
Numero admisibles de deducidos ni:		5.6							

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 02 (UM - 10) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	49.54	42.43	40.16	12.47	9.76	154.36	5	78.18
2	49.54	42.43	40.16	12.47	2.00	146.60	4	80.64
3	49.54	42.43	40.16	2.00	2.00	136.13	3	30.71
4	49.54	42.43	2.00	2.00	2.00	97.97	2	69.58
5	49.54	2.00	2.00	2.00	2.00	57.54	1	57.54
Maximo CDV								80.64
PCI = 100 - Maximo CDV								19.36
RANGO							= MUY MALO	

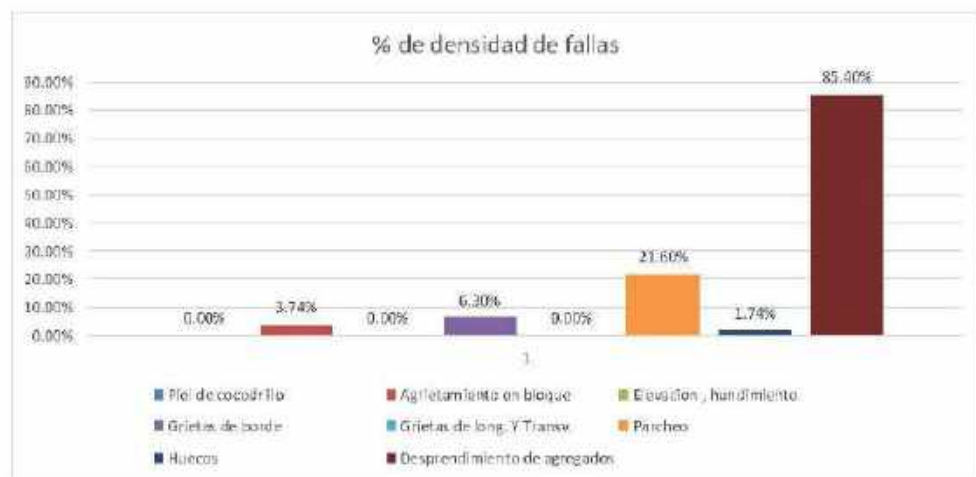


MUESTRA N° 03 (UM- 15) carril derecho


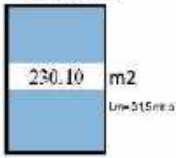
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 15		Extensión: 0+495.60 - 0+531.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizarro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m ²	11- Parcheo	m ²					
	2- Exudación	m ²	12- Agregados sueltos	m ²					
	3- Agrietamiento en bloque	m ²	13- Huecos	m ²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastia	m ²					
	5- Corrugaciones	m ²	15- Ahueamiento	m ²					
	6- Depresiones	m ²	16- Desdoblamiento	m ²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m ²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m ²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m ²					
	10- Grietas long. y transvers.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt. s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7			11			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	7.3			14.50			42.40		
	1.3						7.30		
TOTAL POR FALLA		8.60		14.50			49.70		
13			19						
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	4			196.5					
TOTAL POR FALLA		4.00		196.50					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	8.60	3.74%	9.54					
7	M	14.50	6.30%	11.41					
11	M	49.70	21.60%	42.10					
13	M	4.00	1.74%	42.36					
19	M	196.50	85.40%	41.50					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =		146.91				
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):		6							
Valor deducido mas alto (hdv):		42.4							
Numero admisibles de deducidos ni:		6.29							

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 03 (UM-15) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	42.36	42.10	41.50	11.41	9.54	146.91	5	74.76
2	42.36	42.10	41.50	11.41	2.00	139.37	4	77.68
3	42.36	42.10	41.50	2.00	2.00	129.96	3	78.48
4	42.36	42.10	2.00	2.00	2.00	90.46	2	64.32
5	42.36	2.00	2.00	2.00	2.00	50.36	1	50.36
Maximo CDV								78.48
PCI = 100 - Maximo CDV								21.52
RANGO							= MUY MALO	



MUESTRA N° 04 (UM-20) carril derecho


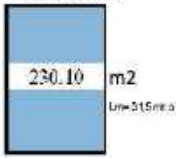
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 20		Extensión: 0+672.60 - 0+708.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizarro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parqueo	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Oruga de via tierra	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transvers.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt. s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7			11			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	14.1			13.40			16.80		
	2.1						3.50		
TOTAL POR FALLA		16.20		13.40			20.30		
13			19						
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	6			202.4					
TOTAL POR FALLA		6.00		202.40					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	16.20	7.04%	13.43					
7	M	13.40	5.82%	11.05					
11	M	20.30	8.82%	29.69					
13	M	6.00	2.61%	59.17					
19	M	202.40	87.96%	41.83					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =		155.17				
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):			5						
Valor deducido mas alto (hdv):			59.2						
Numero admisibles de deducidos ni:			4.75						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 04 (UM-20) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	
1	59.17	41.83	29.69	13.43	11.05	155.17	5	78.58	
2	59.17	41.83	29.69	13.43	2.00	146.12	4	80.45	
3	59.17	41.83	29.69	2.00	2.00	134.69	3	81.34	
4	59.17	41.83	2.00	2.00	2.00	107.00	2	74.5	
5	59.17	2.00	2.00	2.00	2.00	67.17	1	67.17	
Maximo CDV								81.34	
PCI = 100 - Maximo CDV								18.66	
RANGO							= EXCELENTE		

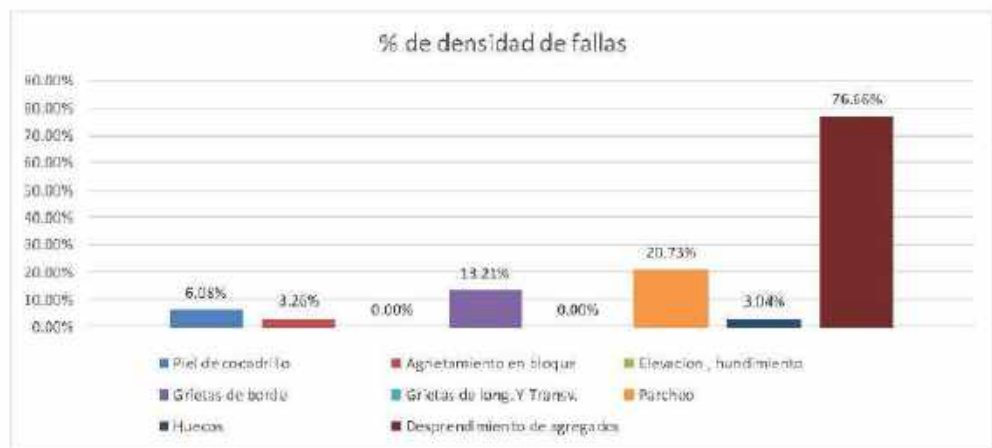


MUESTRA N° 05 (UM-25) carril derecho


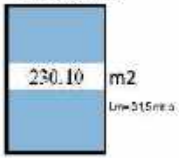
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Via: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 25		Extensión: 0+849.60 - 0+885.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizaro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 16 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parcheo	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastos	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt. s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1			3			7			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	14			4.30			24.80		
				3.20			5.60		
TOTAL POR FALLA				7.50			30.40		
11			13			19			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	42.5			7			176.4		
	5.2								
TOTAL POR FALLA				7.00			176.40		
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
1	B	14.00	6.08%	40.04					
3	B	7.50	3.26%	8.67					
7	B	30.40	13.21%	15.27					
11	B	47.70	20.73%	41.52					
13	B	7.00	3.04%	55.40					
19	B	176.40	76.66%	40.30					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	201.20					
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):		5							
Valor deducido mas alto (hdv):		55.40							
Numero admisibles de deducidos ni:		5.10							

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 05 (UM-25) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	55.40	41.52	40.30	40.04	15.27		192.53	5	91.76
2	55.40	41.52	40.30	40.04	2.00		179.26	4	92.78
3	55.40	41.52	40.30	2.00	2.00		141.22	3	84.49
4	55.40	41.52	2.00	2.00	2.00		102.92	2	72.46
5	55.40	2.00	2.00	2.00	2.00		63.40	1	63.40
Maximo CDV									92.78
PCI = 100 - Maximo CDV									7.22
RANGO									= FALLADO

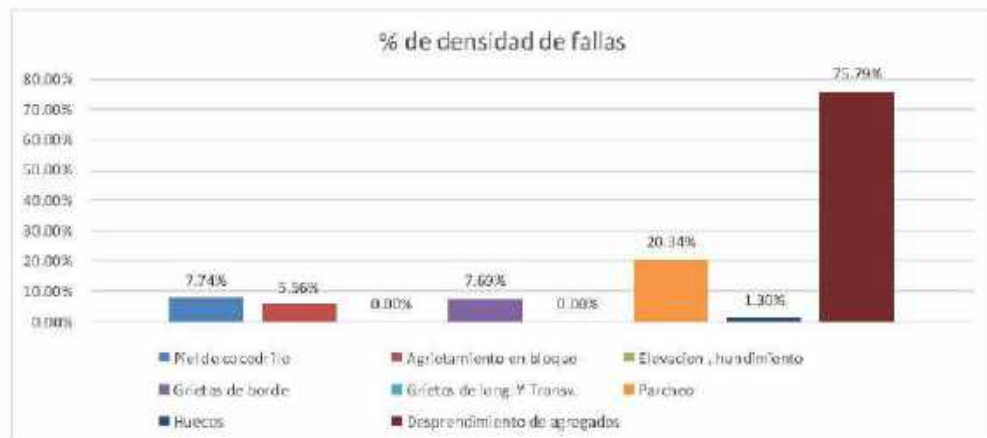


MUESTRA N° 06 (UM-30) carril derecho


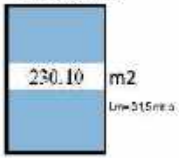
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Via: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 30		Extensión: 0+1026.60 - 0+1062.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizaro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 8 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parcheo	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastos	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1			3			7			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	15.4			12.80			14.20		
	2.4						3.50		
TOTAL POR FALLA				12.80			17.70		
11			13			19			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	35.4			3			174.4		
	11.4								
TOTAL POR FALLA				3.00			174.40		
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
1	M	17.80	7.74%	42.63					
3	M	12.80	5.56%	11.97					
7	M	17.70	7.69%	12.38					
11	M	46.80	20.34%	41.33					
13	M	3.00	1.30%	36.2					
19	M	174.40	75.79%	40.17					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	184.68				
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):		6							
Valor deducido mas alto (hdv):		42.6							
Numero admisibles de deducidos ni:		6.27							

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 06 (UM-30) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	42.63	41.33	40.17	36.20	12.38	11.97	184.68	6	82.97
2	42.63	41.33	40.17	36.20	12.38	2.00	174.71	5	86.41
3	42.63	41.33	40.17	36.20	2.00	2.00	164.33	4	87.73
4	42.63	41.33	40.17	2.00	2.00	2.00	130.13	3	78.58
5	42.63	41.33	2.00	2.00	2.00	2.00	91.96	2	65.37
6	42.63	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.63	1	52.63
Maximo CDV									87.73
PCI = 100 - Maximo CDV									12.27
RANGO								= MUY MALO	

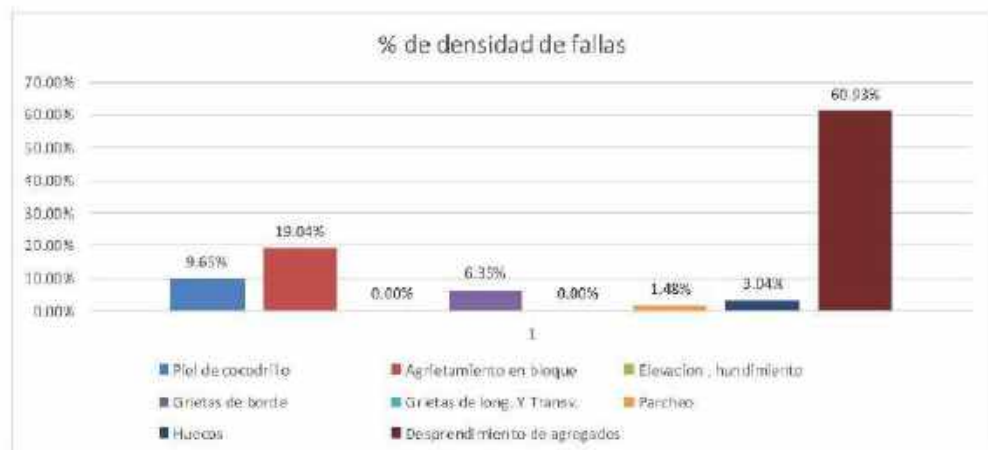


MUESTRA N° 07 (UM-35) carril derecho


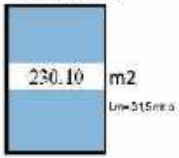
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Via: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 35		Extensión: 0+1203.60 - 0+1239.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizarro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 8 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 16 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m ²	11- Parcheo	m ²					
	2- Exudación	m ²	12- Agregados sueltos	m ²					
	3- Agrietamiento en bloque	m ²	13- Huecos	m ²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastia	m ²					
	5- Corrugaciones	m ²	15- Ahueamiento	m ²					
	6- Depresiones	m ²	16- Desdoblamiento	m ²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m ²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m ²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m ²					
	10- Grietas long. y tranv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
1			3			7			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	22.2			43.80			14.60		
TOTAL POR FALLA				22.20			43.80		14.60
11			13			19			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
3.40				7			124.8		
TOTAL POR FALLA				3.40			7.00		140.20
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
1	M	22.20	9.65%	45.14					
3	M	43.80	19.04%	22.23					
7	M	14.60	6.35%	11.26					
11	M	3.40	1.48%	12.12					
13	M	7.00	3.04%	55.28					
19	M	140.20	60.93%	37.76					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =				183.79		
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):			5						
Valor deducido mas alto (hdv):			55.28						
Numero admisibles de deducidos ni:			5.11						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 07 (UM-35) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	55.28	45.14	37.76	22.23	12.12		172.53	6	85.76
2	55.28	45.14	37.76	22.23	2.00		162.41	5	86.96
3	55.28	45.14	37.76	2.00	2.00		142.18	4	84.87
4	55.28	45.14	2.00	2.00	2.00		106.42	3	74.21
5	55.28	2.00	2.00	2.00	2.00		63.28	2	63.28
Maximo CDV									86.96
PCI = 100 - Maximo CDV									13.04
RANGO								= MUY MALO	

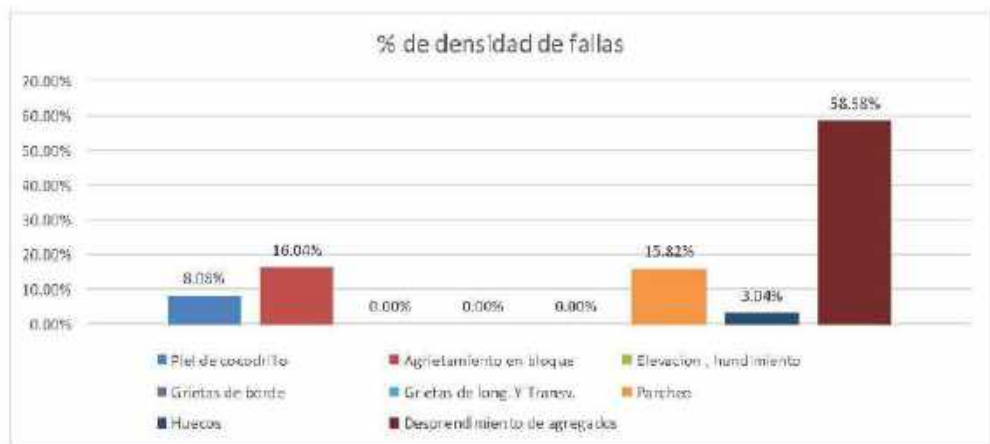


MUESTRA N° 08 (UM-40) carril derecho


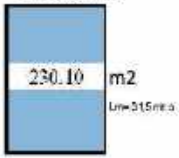
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO								
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020							
Unidad muestreada: UM - 40		Extensión: 0+1380.60 - 0+1416.00								
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizaro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.								
Tipos de fallas										
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parcheo	m²						
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²						
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²						
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastos	m²						
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²						
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²						
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²						
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²						
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²						
	10- Grietas long. y transv.	m								
FORMA DE LA MUESTRA										
DIMENSIONES										
B= 6.5 mt s										
										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
1			3			11				
B	M	A	B	M	A	B	M	A		
	18.6			32.10			36.40			
				4.80						
TOTAL POR FALLA		18.60		36.90			36.40			
13			19							
B	M	A	B	M	A	B	M	A		
	7			122.3						
				12.5						
TOTAL POR FALLA		7.00		134.80						
CÁLCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN						
1	M	18.60	8.08%	43.10						
3	M	36.90	16.04%	20.17						
11	M	36.40	15.82%	37.03						
13	M	7.00	3.04%	55.28						
19	M	134.80	58.58%	37.32						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	192.90						
CALCULO DEL PCI										
Numero de deducidos > 2 (q):				5						
Valor deducido mas alto (hdv):				55.28						
Numero admisibles de deducidos ni:				5.11						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 08 (UM-40) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	55.28	43.10	37.32	37.03	20.17		192.90	5	91.87
2	55.28	43.10	37.32	37.03	2.00		174.73	4	91.48
3	55.28	43.10	37.32	2.00	2.00		139.70	3	83.85
4	55.28	43.10	2.00	2.00	2.00		104.38	2	73.19
5	55.28	2.00	2.00	2.00	2.00		63.28	1	63.28
Maximo CDV									91.87
PCI= 100 - Maximo CDV									8.13
RANGO									= FALLADO

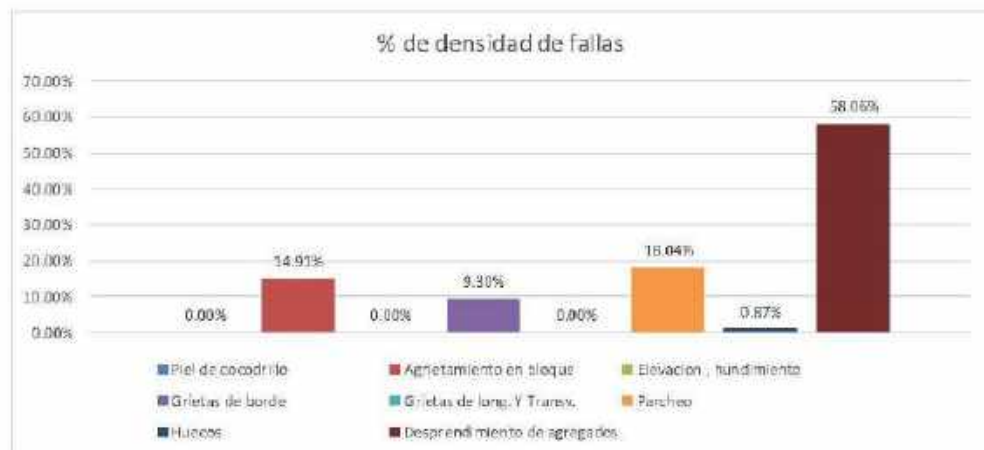


MUESTRA N° 09 (UM-45) carril derecho


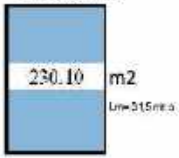
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 45		Extensión: 0+1557.60 - 0+1593.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizaro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 9, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parqueo	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados pulidos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- cruce de via terros	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B= 6.5 mt s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7			11			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	31.5			18.50			41.50		
	2.8			2.90					
TOTAL POR FALLA				21.40			41.50		
13			19						
19	M	A	B	M	A	B	M	A	
	2			120.1					
				13.5					
TOTAL POR FALLA				133.60					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	34.30	14.91%	19.39					
7	M	21.40	9.30%	13.38					
11	M	41.50	18.04%	39.13					
13	M	2.00	0.87%	29.34					
19	M	133.60	58.06%	37.21					
VALOR TOTAL DE DEDUCCION:			VDT =	138.45					
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):			7						
Valor deducido mas alto (hdv):			39.1						
Numero admisibles de deducidos mi:			6.6						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 09 (UM-45) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	39.13	37.21	29.34	19.39	13.38		138.45	5	71.26
2	39.13	37.21	29.34	19.39	2.00		127.07	4	71.53
3	39.13	37.21	29.34	2.00	2.00		109.68	3	67.84
4	39.13	37.21	2.00	2.00	2.00		82.34	2	59.40
5	39.13	2.00	2.00	2.00	2.00		47.13	1	47.13
Maximo CDV									71.53
PCI= 100 - Maximo CDV									28.47
RANGO									= MALO

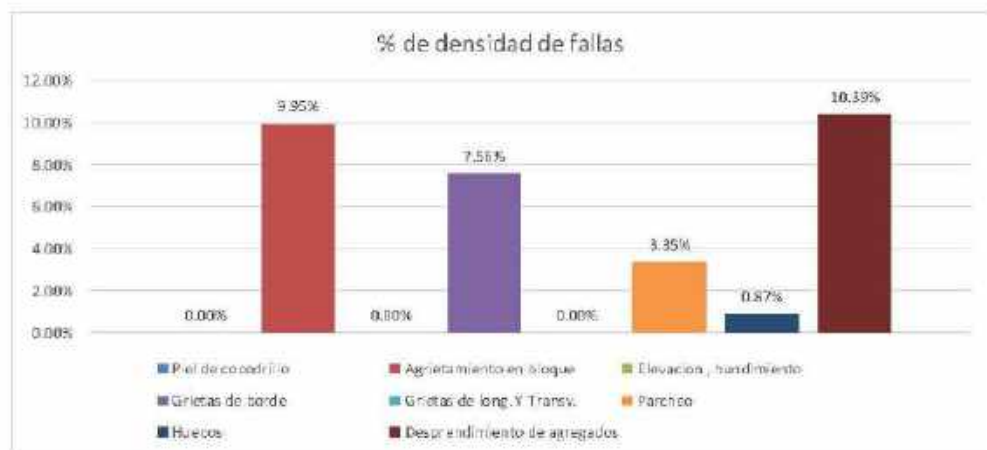


MUESTRA N° 10 (UM-50) carril derecho


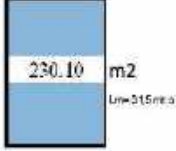
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Via: Av. Santa		Distrito: El Porvenir	Fecha: 20 de Dic. del 2020						
Unidad muestreada: UM - 50		Extensión: 0+1734.60 - 0+1770.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizarro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parcheo	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastos	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Ahueamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt. s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7			11			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	16.7			17.40			4.20		
	6.2						3.50		
TOTAL POR FALLA		22.90		17.40			7.70		
13			19						
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	2			10.7					
				13.2					
TOTAL POR FALLA		2.00		23.90					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	22.90	9.95%	15.94					
7	M	17.40	7.56%	12.29					
11	M	7.70	3.35%	18.34					
13	M	2.00	0.87%	29.34					
19	M	23.90	10.39%	19.24					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	95.15					
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):			7						
Valor deducido mas alto (hdv):			29.34						
Numero admisibles de deducidos ni:			7.49						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 10 (UM-50) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	29.34	19.24	18.34	15.94	12.29		95.15	5	49.09
2	29.34	19.24	18.34	15.94	2.00		84.86	4	47.91
3	29.34	19.24	18.34	2.00	2.00		70.92	3	45.05
4	29.34	19.24	2.00	2.00	2.00		54.58	2	40.21
5	29.34	2.00	2.00	2.00	2.00		37.34	1	37.34
Maximo CDV									49.09
PCI = 100 - Maximo CDV									50.91
RANGO									= REGULAR

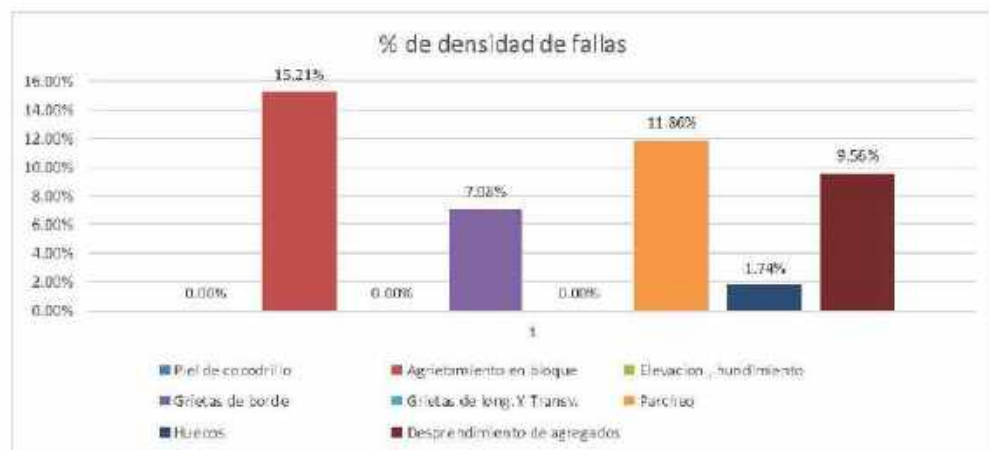


MUESTRA Nº 11 (UM-55) carril derecho


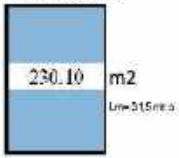
		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir		Fecha: 20 de Dic. del 2020					
Unidad muestreada: UM - 55		Extensión: 0+1911.60 - 0+1947.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizaro Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m ²	11- Parcho	m ²					
	2- Exudación	m ²	12- Agregados sueltos	m ²					
	3- Agrietamiento en bloque	m ²	13- Huecos	m ²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Orucos de via terca	m ²					
	5- Corrugaciones	m ²	15- Ahueamiento	m ²					
	6- Depresiones	m ²	16- Desdoblamiento	m ²					
	7- Grietas de terca	m	17- Grietas parabólicas	m ²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m ²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m ²					
	10- Grietas long. y tranv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7			11			
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	32.5			12.50			24.80		
	2.5			3.80			2.50		
TOTAL POR FALLA				16.30			27.30		
13			19						
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	4			16.2					
				5.8					
TOTAL POR FALLA				22.00					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	35.00	15.21%	19.59					
7	M	16.30	7.08%	11.95					
11	M	27.30	11.86%	33.27					
13	M	4.00	1.74%	42.36					
19	M	22.00	9.56%	18.51					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:				VDT =	125.68				
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):			6						
Valor deducido mas alto (hdv):			42.36						
Numero admisibles de deducidos ni:			6.29						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 11 (UM-55) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	42.36	33.27	19.59	18.51	11.95	125.68	5	64.84
2	42.36	33.27	19.59	18.51	2.00	115.73	4	65.44
3	42.36	33.27	19.59	2.00	2.00	99.22	3	62.53
4	42.36	33.27	2.00	2.00	2.00	81.63	2	58.97
5	42.36	2.00	2.00	2.00	2.00	50.36	1	50.36
Maximo CDV								65.44
PCI = 100 - Maximo CDV								34.56
RANGO								= MALO

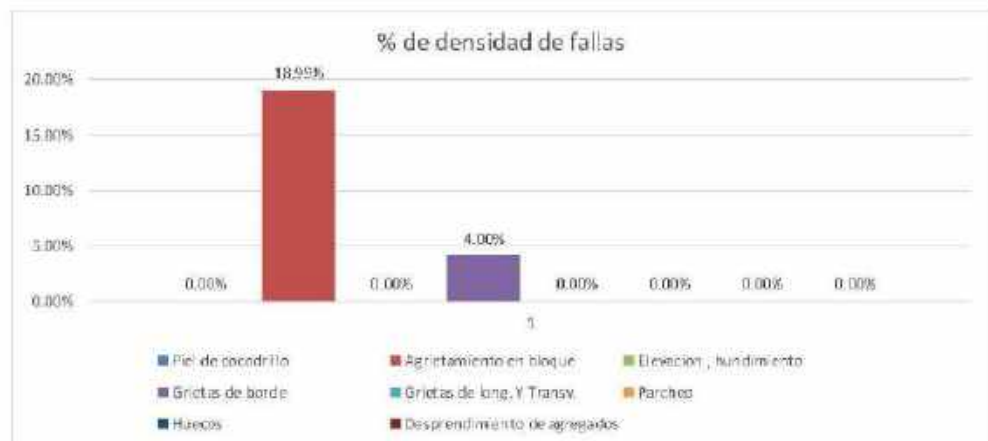


MUESTRA Nº 12 (UM-60) carril derecho

		FORMATO DE INSPECCION DEL INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
Nombre de la Vía: Av. Santa		Distrito: El Porvenir		Fecha: 20 de Dic. del 2020					
Unidad muestreada: UM - 60		Extensión: 0+2088.60 - 0+2114.00							
Área de la muestra (m²): 230,10		Ejecutor: García Ramos Rolando, Pizarra Campos César J. y Ramírez Torres Nestor R.							
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES 1- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4- SI HAY FALLA 10 NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 5- FALLAS 1 Y 6 SIMULTANAMENTE SE MIDEN SEPARADAS.	1- Pel de coco bito	m²	11- Parcheo	m²					
	2- Exudación	m²	12- Agregados sueltos	m²					
	3- Agrietamiento en bloque	m²	13- Huecos	m²					
	4- Elevaciones, hundimientos	m	14- Ortoplastos	m²					
	5- Corrugaciones	m²	15- Anillamiento	m²					
	6- Depresiones	m²	16- Desdoblamiento	m²					
	7- Grietas de fondo	m	17- Grietas parabólicas	m²					
	8- Reflexión de juntas	m	18- Hinchamiento	m²					
	9- Desnivel de calzada	m	19- Desprendimiento de agregados	m²					
	10- Grietas long. y transv.	m							
FORMA DE LA MUESTRA									
DIMENSIONES									
B = 6.5 mt. s									
									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
3			7						
B	M	A	B	M	A	B	M	A	
	43.7			6.80					
				2.40					
TOTAL POR FALLA		43.70		9.20					
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN					
3	M	43.70	18.99%	1.72					
7	M	9.20	4.00%	9.54					
11	M	16.80	7.30%	27.11					
19	B	28.50	12.39%	20.50					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:			VDT =	58.87					
CALCULO DEL PCI									
Numero de deducidos > 2 (q):			8						
Valor deducido mas alto (hdv):			27.11						
Numero admisibles de deducidos ni:			7.69						

CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 12 (UM-60) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	27.11	20.50	9.54	1.72		58.87	4	59.19
2	27.11	20.50	9.54	2.00		59.15	3	37.21
3	27.11	20.50	2.00	2.00		51.61	2	38.12
4	27.11	2.00	2.00	2.00		33.11	1	33.11
Maximo CDV								59.19
PCI = 100 - Maximo CDV								40.81
RANGO								= REGULAR



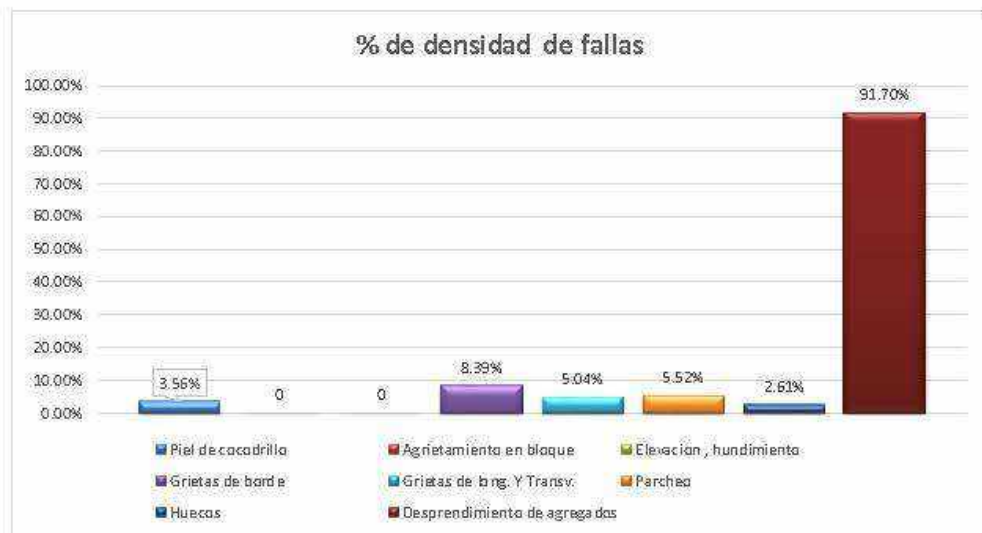
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 13 (UM-65) carril derecho

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	55.64	16.87	7.04				79.55	3	50.23
2	55.64	16.87	2.00				74.51	2	47.21
3	55.64	2.00	2.00				59.64	1	59.64
Maximo CDV									59.64
PCI = 100 - Maximo CDV									40.36
RANGO									= REGULAR



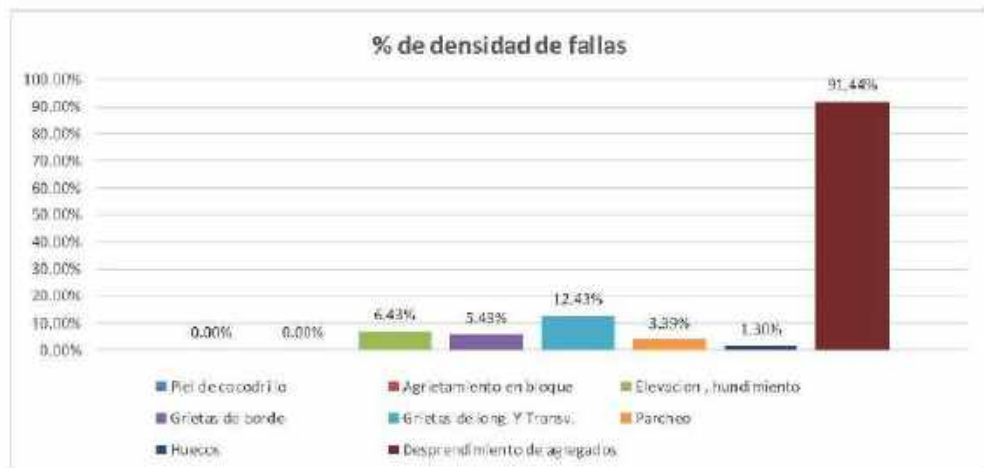
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 1 (UM-76) camil izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	51.49	42.30	34.23	23.49	12.83		164.34	5	82.74
2	51.49	42.30	34.23	23.49	2.00		153.51	4	83.4
3	51.49	42.30	34.23	2.00	2.00		132.02	3	79.71
4	51.49	42.30	2.00	2.00	2.00		99.79	2	70.85
5	51.49	2.00	2.00	2.00	2.00		59.49	1	59.49
Maximo CDV									83.40
PCI= 100 -Maximo CDV									16.60
RANGO								=MUY MALO	



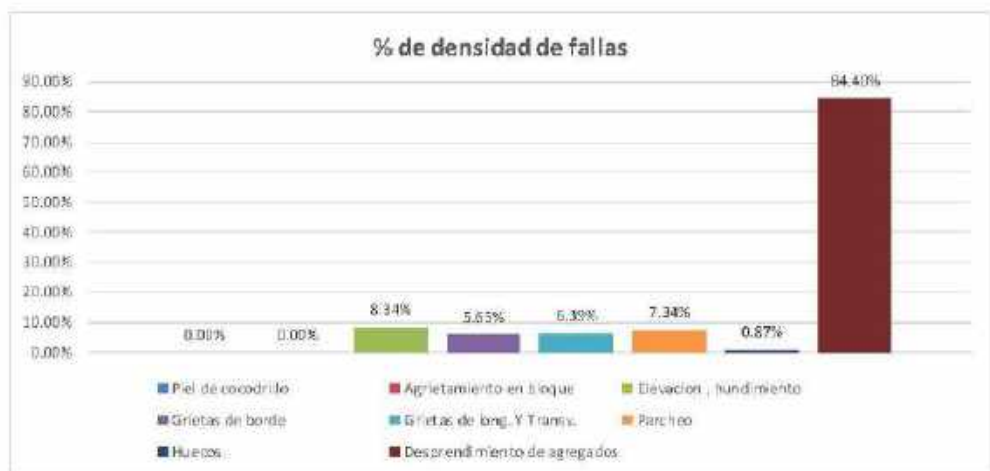
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 2 (UM-81) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	42.27	36.20	32.86	20.19	18.45	10.74	160.71	6	76.37
2	42.27	36.20	32.86	20.19	18.45	2.00	151.97	5	76.98
3	42.27	36.20	32.86	20.19	2.00	2.00	135.52	4	75.76
4	42.27	36.20	32.86	2.00	2.00	2.00	117.33	3	71.66
5	42.27	36.20	2.00	2.00	2.00	2.00	86.47	2	61.88
6	42.27	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.27	1	52.27
Maximo CDV									76.98
PCI = 100 - Maximo CDV									23.02
RANGO									= MALO



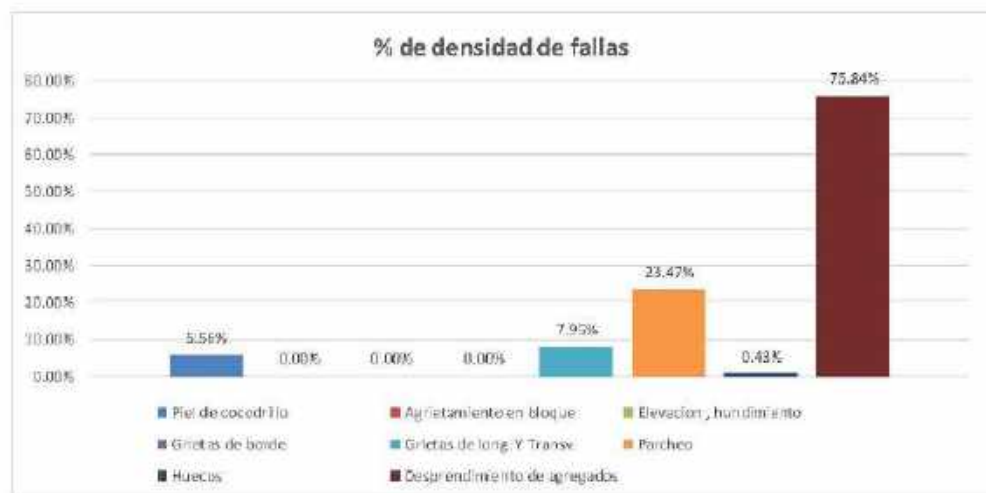
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 3 (UM-86) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	41.37	37.72	29.34	27.11	13.51	10.92	159.97	6	75.99
2	41.37	37.72	29.34	27.11	13.51	2.00	151.05	5	76.52
3	41.37	37.72	29.34	27.11	2.00	2.00	139.54	4	77.77
4	41.37	37.72	29.34	2.00	2.00	2.00	114.43	3	70.21
5	41.37	37.72	2.00	2.00	2.00	2.00	87.09	2	62.25
6	41.37	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	51.37	1	51.37
Maximo CDV									77.77
PCI = 100 - Maximo CDV									22.23
RANGO									= MALO



CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 4 (UM-91) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	43.39	40.18	39.04	18.19	15.72		156.52	5	79.26
2	43.39	40.18	39.04	18.19	2.00		142.80	4	84.6
3	43.39	40.18	39.04	2.00	2.00		126.61	3	76.64
4	43.39	40.18	2.00	2.00	2.00		89.57	2	63.74
5	43.39	2.00	2.00	2.00	2.00		51.39	1	51.3
Maximo CDV									84.60
PCI= 100 - Maximo CDV									15.40
RANGO									= MUY MALO



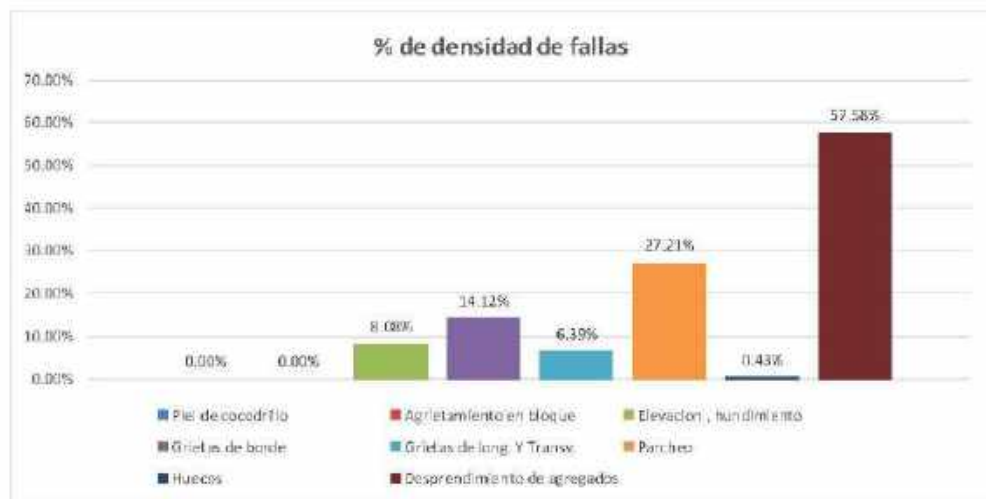
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 05 (UM-96) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	51.49	42.25	39.76	34.60	17.26	185.36	5	89.61
2	51.49	42.25	39.76	34.60	2.00	170.10	4	90.03
3	51.49	42.25	39.76	2.00	2.00	137.50	3	82.75
4	51.49	42.25	2.00	2.00	2.00	99.74	2	70.82
5	51.49	2.00	2.00	2.00	2.00	59.49	1	59.49
Maximo CDV								90.03
PCI = 100 - Maximo CDV								9.97
RANGO								= FALLADO



CALCULO DEL PCI MUESTRA N°06 (UM-101) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	45.97	45.97	37.12	37.09	15.69		181.84	5	88.31
2	45.97	45.97	37.12	37.09	2.00		168.15	4	89.26
3	45.97	45.97	37.12	2.00	2.00		133.06	3	80.33
4	45.97	45.97	2.00	2.00	2.00		97.94	2	69.56
5	45.97	2.00	2.00	2.00	2.00		53.97	1	53.97
Maximo CDV									89.26
PCI = 100 - Maximo CDV									10.74
RANGO									= MUY MALO



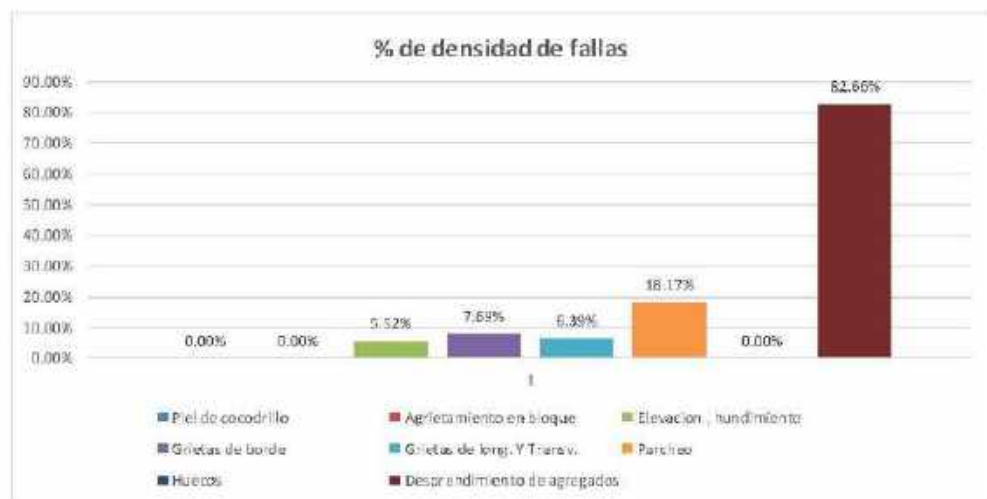
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 07 (UM-106) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	58.41	45.71	39.58	37.93	14.94		196.57	5	92.97
2	58.41	45.71	39.58	37.93	2.00		183.63	4	94.08
3	58.41	45.71	39.58	2.00	2.00		147.70	3	87.08
4	58.41	45.71	2.00	2.00	2.00		110.12	2	76.06
5	58.41	2.00	2.00	2.00	2.00		66.41	1	66.41
Maximo CDV									94.08
PCI = 100 - Maximo CDV									5.92
RANGO								= EXCELENTE	



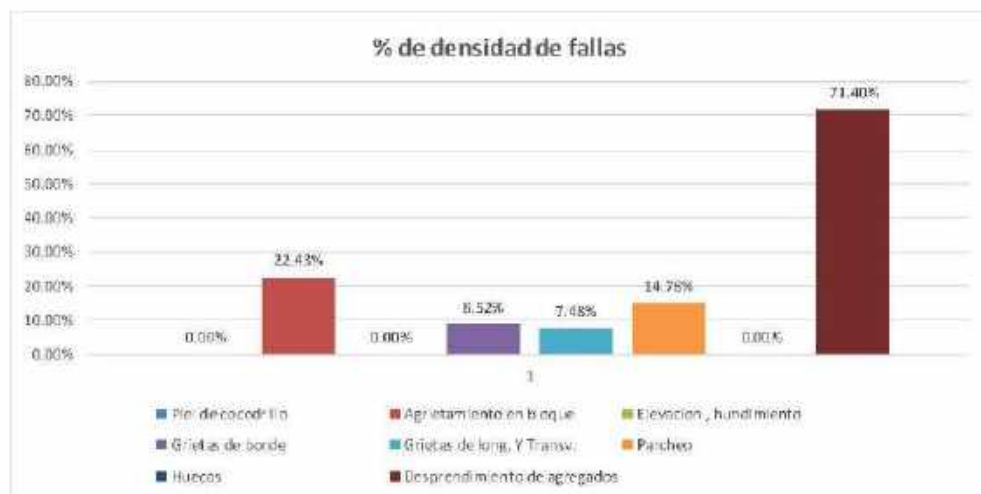
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 08 (UM-111) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	41.15	39.26	30.26	13.51	12.38		136.56	5	70.28
2	41.15	39.26	30.26	13.51	2.00		126.18	4	71.09
3	41.15	39.26	30.26	2.00	2.00		114.67	3	70.33
4	41.15	39.26	2.00	2.00	2.00		86.41	2	61.84
5	41.15	2.00	2.00	2.00	2.00		49.15	1	49.15
Maximo CDV									71.09
PCI = 100 - Maximo CDV									28.91
RANGO									= MALO



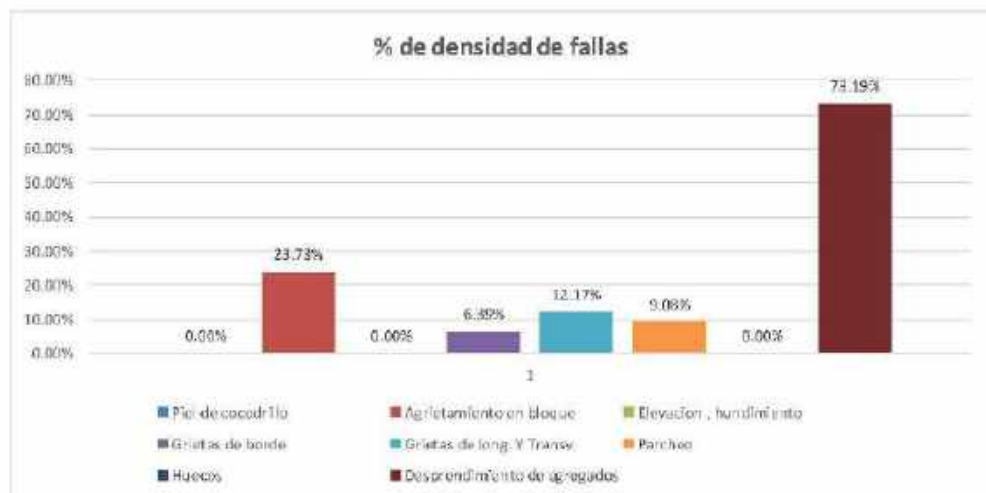
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 09 (UM-116) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	39.51	36.04	24.14	15.02	12.91		127.62	5	65.81
2	39.51	36.04	24.14	15.02	2.00		116.71	4	66.03
3	39.51	36.04	24.14	2.00	2.00		103.69	3	64.84
4	39.51	36.04	2.00	2.00	2.00		81.55	2	58.93
5	39.51	2.00	2.00	2.00	2.00		47.51	1	47.51
Maximo CDV									66.03
PCI= 100 - Maximo CDV									33.97
RANGO									= MALO



CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 10 (UM-121) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	39.78	30.12	24.80	19.99	11.47	126.16	5	65.08
2	39.78	30.12	24.80	19.99	2.00	116.69	4	66.03
3	39.78	30.12	24.80	2.00	2.00	98.70	3	62.22
4	39.78	30.12	2.00	2.00	2.00	75.90	2	55.13
5	39.78	2.00	2.00	2.00	2.00	47.78	1	47.78
Maximo CDV								66.03
PCI= 100 - Maximo CDV								33.97
RANGO								= MALO



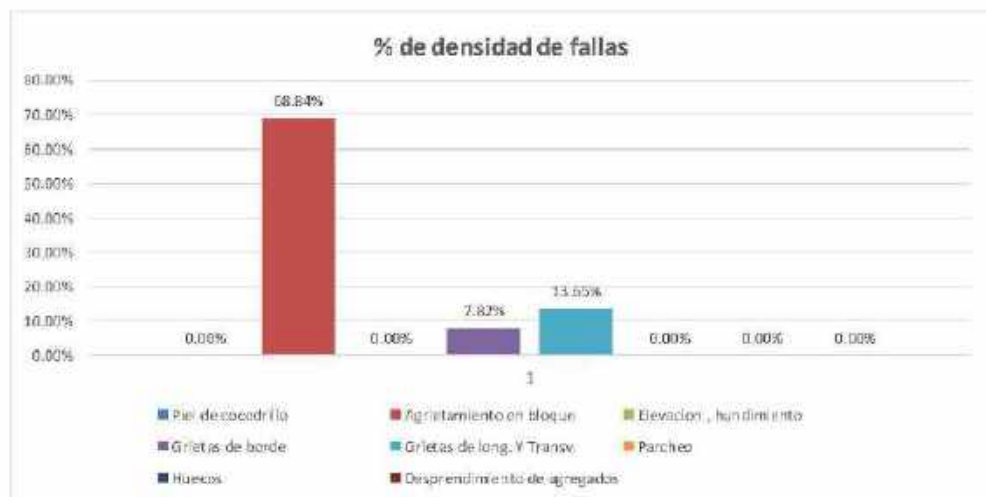
CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 11 (UM-126) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	38.77	27.04	16.80	16.24	12.96		111.81	5	57.90
2	38.77	27.04	16.80	16.24	2.00		100.85	4	57.42
3	38.77	27.04	16.80	2.00	2.00		86.61	3	54.79
4	38.77	27.04	2.00	2.00	2.00		71.81	2	52.27
5	38.77	2.00	2.00	2.00	2.00		46.77	1	46.77
Maximo CDV									57.90
PCI = 100 - Maximo CDV									42.10
RANGO									= EXCELENTE



CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 12(UM-131) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	37.49	21.14	12.47				71.10	3	45.16
2	37.49	21.14	2.00				60.63	2	44.44
3	37.49	2.00	2.00				41.49	1	41.49
Maximo CDV									45.16
PCI= 100 - Maximo CDV									54.84
RANGO								= REGULAR	



CALCULO DEL PCI MUESTRA N° 13 (UM-136) carril izquierdo

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	42.36	40.95	31.67	15.75	14.50		145.23	5	74.09
2	42.36	40.95	31.67	15.75	2.00		132.73	4	74.36
3	42.36	40.95	31.67	2.00	2.00		118.98	3	72.49
4	42.36	40.95	2.00	2.00	2.00		89.31	2	63.58
5	42.36	2.00	2.00	2.00	2.00		50.36	1	50.36
6									
Maximo CDV									74.36
PCI= 100 - Maximo CDV									25.64
RANGO									= MALO

