



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) para
determinar el nivel de conservación de la carretera Interoceánica, Puno

2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Aquino Chuqui, George Luis (ORCID: 0000-0002-6175-758X)

Torres Mamani, Joel Vladimir (ORCID: 0000-0002-6088-5352)

ASESOR:

Mg. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico a Dios, a mi Madre quien fue el pilar de mi hogar y quien hoy desde el cielo guía mi andar diario en mi vida cotidiana y profesional. Y, a Melody quien es un pedacito de cielo.

En segundo lugar, dedico el presente trabajo a mis hermanas quienes me apoyaron en mi vida académica y en tercer lugar dedico el presente trabajo a mis maestros, quienes con su sabio conocimiento nos guiaron en nuestra vida académica.

George Luis Aquino Chuqui

Dedico esta tesis a mis padres quienes me apoyaron en los malos y buenos momentos.

A mis mejores amigos quienes me apoyo y alentó para seguir adelante en mis sueños de ser un buen profesional y en los momentos más críticos.

A mis docentes de la primaria, secundaria y superior que me inculcaron buenos valores, conocimientos y sabiduría para formarme un buen profesional.

Joel Vladimir Torres Mamani

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y mi madre quien hoy me guía desde el cielo por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por haber creído en mí, por ser el apoyo y fortaleza en los momentos más difíciles.

Gracias a mis hermanas: Soledad, Maritza y Susy, por ser quienes estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles, Agradezco a los directivos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, de manera especial, a nuestro asesor Mg. Ing. Clemente Condori Luis Jimmy, quien con su amplio conocimiento nos supo guiar en esta etapa de nuestra vida. Y, a mi otra familia, mis amigos que siempre están en las buenas y en las malas

George Luis Aquino Chuqui

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: Teófilo y Marina, a mis hermanos, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los directivos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, de manera especial, al maestro Mg. Ing. Luis Jimmy Clemente Condori asesor de este proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los amigos por su valiosa cooperación para esta investigación.

Joel Vladimir Torres Mamani

ÍNDICE GENERAL

Índice de contenidos	
Índice de tablas	
Índice de figuras	
I. INTRODUCCIÓN	
II. MARCO TEÓRICO	¡Error! Marcador no definido.
III. METODOLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
3.1. Tipo y diseño de la investigación	
3.2. Variables y operacionalización	
3.3. Población, muestra y muestreo	
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	
3.5. Procedimientos	¡Error! Marcador no definido.
3.6. Métodos de análisis de datos	
3.7. Aspectos éticos	
IV. RESULTADOS	
V. DISCUSIONES	
VI. CONCLUSIONES	
VII. RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Deterioros comunes en las carpetas asfálticas*

Tabla 2. *Causa y solución de daños*

Tabla 4. *Código y tipo de fallas método PCI4*

Tabla 5. *Niveles de deterioro método PCI*

Tabla 6. *Longitudes de unidades de muestreo asfálticas*

Tabla 7. *Formato para el máximo valor deducido.*

Tabla 8. *Operacionalización de variables*

Tabla 9. *Niveles de confiabilidad*

Tabla 10. *Longitud de la unidades de muestreo*

Tabla 11. *Formato para valores deducidos*

Tabla 12. *Características geométricas de la vía*

Tabla 14. *Principales daños observados en la carretera.*

Tabla 16. *Metrado de fallas y densidad de muestra 1*

Tabla 17. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 1.*

Tabla 18. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 1.*

Tabla 19. *Metrado de fallas y densidad de muestra 2*

Tabla 20. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 2.*

Tabla 21. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 2.*

Tabla 22. *Metrado de fallas y densidad de muestra 3*

Tabla 23. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 3.*

Tabla 24. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 3.*

Tabla 25. *Metrado de fallas y densidad de muestra 4*

Tabla 26. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 4*

Tabla 27. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 4.*

Tabla 28. *Metrado de fallas y densidad de muestra 5*

Tabla 29. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 5.*

Tabla 30. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 5.*

Tabla 31. *Metrado de fallas y densidad de muestra 6*

Tabla 32. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 6.*

Tabla 33. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 6.*

Tabla 34. *Metrado de fallas y densidad de muestra 7*

Tabla 35. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 7.*

Tabla 36. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 7*

Tabla 37. *Metrado de fallas y densidad de muestra 8*

Tabla 38. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 8.*

Tabla 39. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 8*

Tabla 40. *Metrado de fallas y densidad de muestra*

Tabla 41. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 9.*

Tabla 42. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 9*

Tabla 43. *Metrado de fallas y densidad de muestra*

Tabla 44. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 10.*

Tabla 45. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 10*

Tabla 46. *Metrado de fallas y densidad de muestra*

Tabla 47. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 11.*

Tabla 48. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 11*

Tabla 49. *Metrado de fallas y densidad de muestra 12*

Tabla 50. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 12.*

Tabla 51. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 12*

Tabla 52. *Metrado de fallas y densidad de muestra 13*

Tabla 53. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 13.*

Tabla 54. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 13*

Tabla 55. *Metrado de fallas y densidad de muestra 14*

Tabla 56. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 14.*

Tabla 57. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 14*

Tabla 58. *Metrado de fallas y densidad de muestra 15*

Tabla 59. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 15.*

Tabla 60. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 15*

Tabla 61. *Resumen general de áreas*

Tabla 62. *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 1*

- Tabla 63.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 2*
- Tabla 64.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 3*
- Tabla 65.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 4*
- Tabla 66.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 5*
- Tabla 67.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 6*
- Tabla 68.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 7*
- Tabla 69.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 8*
- Tabla 70.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 9*
- Tabla 71.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 10*
- Tabla 72.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 11*
- Tabla 73.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 12*
- Tabla 74.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 13*
- Tabla 75.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 14*
- Tabla 76.** *Valores deducidos corregidos y PCI muestra 15*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carretera interoceánica que cruza el sector de Laraqueri	14
Figura 2: Desprendimiento estructural de la carpeta	15
Figura 3: Áreas ligeramente deterioradas en la superficie de la carpeta	18
Figura 4: Hueco inicial de la carpeta	18
Figura 5: Efecto y cuenca de deflexión	22
Figura 6: Estructura de pavimento flexible	23
Figura 7: Fisuras longitudinales en el carril	30
Figura 8: Identificación de falla estructural km 42+157	30
Figura 9: Muestra seleccionada para el estudio	33
Figura 10: Sector de estudio de la carretera interoceánica	40
Figura 11: Ancho de la calzada de la vía	41
Figura 12: Vehículos pesados identificados con mayor carga	41
Figura 13: Daños observados en la carpeta asfáltica	43
Figura 14: Daños en la carpeta asfáltica por procesos constructivos	43
Figura 15: Daños generados por cargas aplicadas	44
Figura 16: Presencia de piel de cocodrilo y desprendimientos en la carpeta	44
Figura 17: Daños en la base producidos por factores climáticos.	45
Figura 18: Vehículos identificados que circulan por la vía	45
Figura 19: Inspección visual del estado de la carretera.	46
Figura 20: Medición de la sección de la carretera.	47
Figura 21: Valor deducido para piel de cocodrilo muestra 1.	52
Figura 22: Valor deducido para exudación severidad media muestra 1.	52
Figura 23: Valor deducido para exudación severidad baja muestra 1.	53
Figura 24: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad baja muestra 1. ...	53
Figura 25: Valor deducido para grietas longitudinales y transversales severidad alta muestra 1	54
Figura 26: Valor deducido para parcheo severidad alta muestra 1	54
Figura 27: Valor deducido para piel de cocodrilo muestra 1	56
Figura 28: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 3	57
Figura 29: Valor deducido para exudación severidad media muestra 3	58
Figura 30: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 4	59
Figura 31: Valor deducido para exudación severidad media muestra 5	61
Figura 32: Valor deducido para exudación severidad media muestra 6	62
Figura 33: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad alta muestra 6	63
Figura 34: Valor deducido para grieta de borde severidad alta muestra 6	63
Figura 35: Valor deducido para piel de cocodrilo severidad alta muestra 7	65
Figura 36: Valor deducido para exudación severidad media muestra 7	65
Figura 37: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad media muestra 7	66
Figura 38: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 8	67
Figura 39: Valor deducido para huecos severidad alta muestra 8	68
Figura 40: Valor deducido para ahuellamientos severidad alta muestra 8	68
Figura 41: Valor deducido para grietas de borde severidad media muestra 8	69
Figura 42: Valor deducido para piel de cocodrilo severidad alta muestra 9	70

Figura 43: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 9	71
Figura 44: Valor deducido para exudación severidad media muestra 9.....	71
Figura 45: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad media muestra 9	72
Figura 46: Valor deducido para exudación severidad media muestra 10	73
Figura 47: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad alta muestra 10..	74
Figura 48: Valor deducido para exudación severidad media muestra 11	75
Figura 49: Valor deducido para piel de cocodrilo severidad media muestra 12.....	77
Figura 50: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad media muestra 12	77
Figura 51: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 13.....	79
Figura 52: Valor deducido para exudación severidad media muestra 13	79
Figura 53: Valor deducido para exudación severidad media muestra 14	81

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- PCI : Índice de Condición de Pavimento (Pavement Condition Index)
- ESBVT : Evaluación de condición superficial de pavimento en carreteras de bajo volumen de tránsito.
- Is : Índice de deterioro superficial

RESUMEN

Las carreteras nacionales mayormente están compuestas por pavimentos flexibles en base a asfalto, la carpeta asfáltica frecuentemente sufre deterioros y defectos superficiales y estructurales producto del flujo vehicular, la carga aplicada, el tiempo de vida útil y otros factores que conllevan a su destrucción, esta es la razón de realizar el análisis de las condiciones de la carretera interoceánica del sur de Perú, para lo cual se ha estructurado los componentes básicos de esta investigación.

El objetivo fue, utilizar las herramientas tecnológicas para determinar en forma integral todas las patologías existentes tanto superficiales y estructurales para presentar las propuestas técnicas de rehabilitación oportuna e integral del tramo elegido.

La metodología aplicada para la conservación y mantenimiento de la superficie de rodadura fue por el método PCI, con la intención de acopiar información completa y posteriormente mejorar la calidad del estado del pavimento.

Los resultados alcanzados fueron satisfactorios, producto de la inspección de campo donde se pudo observar una serie de anomalías de la capa asfáltica, determinándose que el nivel de conservación para el método utilizado es de 45 aproximadamente, relacionados a la presencia de baches, ondulaciones, fisuras transversales y longitudinales, etc.

Palabras clave: superficie, estructura, carretera, rehabilitación.

ABSTRACT

National highways are mostly composed of flexible pavements based on asphalt, the asphalt layer frequently suffers deterioration and surface and structural defects as a result of vehicular flow, the load applied, the useful life time and other factors that lead to its destruction, this is the reason to perform the analysis of the conditions of the interoceanic highway of southern Peru, for which the basic components of this research have been structured.

The objective was to use technological tools to comprehensively determine all the existing pathologies, both superficial and structural, in order to present technical proposals for the timely and comprehensive rehabilitation of the chosen section.

The methodology applied for the preservation and maintenance of the road surface was the PCI method, with the intention of gathering complete information and subsequently improving the quality of the pavement condition.

The results achieved were satisfactory, as a result of the field inspection where it was possible to observe a series of anomalies of the asphalt layer, determining that the level of preservation for the method used is approximately 45, related to the presence of potholes, undulations, transversal and longitudinal cracks, etc.

Key words: surface, structure, road, rehabilitation.

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras más importantes de la región de Puno, muchos de ellos ya cumplieron su ciclo de vida útil, algunos requieren de intervención o rehabilitación urgente y oportuna para mejorar la calidad superficial y estructural, relacionados al nivel de servicio de la superficie asfáltica. Para lograr estos propósitos es necesario la planificación de actividades y estrategias de rehabilitación y mantenimiento de las carreteras que presentan defectos superficiales y estructurales, pero lo cual es necesario tener información técnica de estas imperfecciones y sirvan para la toma de decisiones para mejorar las condiciones funcionales y serviciabilidad de las vías que presenten daños, como es el caso del tramo K 42+000 hasta K 42+500 ubicado en el sector de Pichacani - Laraqueri de la provincia y región Puno, al sur de Perú.



Figura 1. Carretera interoceánica que cruza el sector de Laraqueri.

De acuerdo a la evaluación vial, se pudo observar una cantidad considerable de defectos en la calzada y superficie de rodadura. Aplicando el método PCI y sus respectivos procedimientos se determinó diferentes tipos de daños como lo mostrado en la figura 2, esto permitió alcanzar un diagnóstico integral del desempeño del pavimento y su estado actual de conservación.



Figura 2: Desprendimiento estructural de la carpeta

Hurtado (2016) menciona que las estructuras viales tienen un periodo de vida útil finito, periodo en el cual la estructura experimenta deterioro de la capa de rodadura, los que generan costos a los usuarios y de igual manera al mantenimiento obligatorio para mantener las condiciones de servicio adecuadas. Los factores que conducen a la presencia de fallas mayormente se deben a

- Conformación de la subrasante
- La calidad de los materiales de la base y sub base
- La calidad de la carpeta asfáltica y
- La forma de colocación de la carpeta.

Cuando no se realiza una intervención oportuna para inspeccionar la carretera, servicio permanente conduce al deterioro permanente y progresivo de la estructura, generando problemas e incomodidades en la circulación de los vehículos que hacen uso de la vía, ocasionando sobrecostos de operación y con posibles accidentes de tránsito, por el descontrol de la estabilidad de los vehículos.

Vecchio (2018) manifiesta que los baches generan muchas molestias a los conductores y usuarios de los vehículos, de igual manera ocasionan daños considerables a los amortiguadores y el sistema de suspensión del vehículo, y lo más perjudicial es que los conductores pierdan el control de los vehículos, cuando en una vía presenta congestión vehicular y tiene que avanzar para no generar la formación de colas.

Cuando se diseña pavimentos es preciso considerar el vehículo de diseño, principalmente las cargas que aplican sobre el pavimento. Este factor es el que deteriora y daña la superficie de rodadura y la estructura misma. Para este caso, los vehículos que frecuentemente circulan por la vía elegida y los que perjudicaron el pavimento son los vehículos pesados T2S2 y T3S3 cuyas cargas aplicadas por el vehículo es de 80 toneladas sin considerar la carga que transporta, incluyendo la carga transportada se duplica en muchos de los casos. En razón a la carga y el tránsito permanente de estos vehículos, los pavimentos se deterioran aceleradamente, ocasionando perjuicios en la superficie y costos permanentes de mantenimiento.

Formulación del problema

Para conducir adecuadamente la secuencia lógica y coherente al planteamiento de alternativas de solución al problema, debemos considerar todas las posibilidades u opciones para lograr una solución satisfactoria (Ackoff, 1967). En base a estos criterios describimos la formulación de los problemas general y específicos de la siguiente manera.

Problema general:

- ¿Cómo la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) determinaría el nivel de conservación de la carretera interoceánica, Puno 2021?

Problemas específicos:

- ¿Con los indicadores generados se caracterizaría el estado actual del pavimento utilizando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI)?

- ¿Con los tipos de daños observados se clasificaría la severidad de los daños del pavimento empleando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI)?
- ¿Con la calificación de los daños se definiría la condición del pavimento utilizando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI)?
- ¿Con la comparación de resultados se formularía las propuestas técnicas de intervención más apropiadas aplicando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI)?

Justificación de la investigación

La justificación es necesaria para tener claro los motivos de realizar esta investigación. En ese sentido, se debe describir en primer lugar la situación real de la vía y las condiciones actuales de la calzada.

De acuerdo a esta orientación, se describe que la mayoría de las carreteras de la provincia de Puno presentan condiciones de deterioro en diferentes niveles, por muchos factores descritos en la introducción, por lo tanto es necesario realizar las evaluaciones del bien público, considerado uno de los factores principales del movimiento económico y el desarrollo integral de esta parte del país.

Y de acuerdo a las inspecciones realizadas como se observa en la figura 3, es oportuno realizar estudios para determinar las características superficiales y estructurales de la calzada, en razón a los problemas que viene generando a los conductores, a los vehículos y a la población en general, afectando al proceso dinámico social. Estos son las razones de realizar las averiguaciones y generación de algunas alternativas de solución, para planificar posibles actividades de intervención para la mejora de las condiciones de tránsito en la vía.



Figura 3: Áreas ligeramente deterioradas en la superficie de la carpeta

Limitaciones de la investigación

Para conducir adecuadamente un proceso de investigación se debe contar con algunas condiciones mínimas que orienten a alcanzar los objetivos. Entre los factores prioritarios se tuvo en cuenta las limitaciones espaciales y de tiempo.

Limitación espacial

Respecto a la primera, la investigación se realizó en un tramo específico de medio kilómetro especificada anteriormente, como muestra la figura 4.



Figura 4: Huevo inicial de la carpeta

Limitación temporal

Respecto a las limitaciones de tiempo, la investigación se ejecutó durante el periodo de Marzo a Junio, dentro de ello se considera las labores de campo, como

la caracterización de los daños, medición y conteo de los mismos. Durante la inspección se tuvo en cuenta el uso de las técnicas y métodos de identificación de patologías y errores estructurales y superficiales, para determinar las condiciones actuales del nivel de servicio y condición de la calzada.

Objetivos

Objetivo general:

Determinar el nivel de conservación de la carretera interoceánica mediante la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI).

Objetivos específicos:

- Caracterizar el estado actual del pavimento utilizando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) mediante los indicadores generados.
- Clasificar la severidad de los daños del pavimento empleando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) por medio de los tipos de daños observados.
- Definir la condición del pavimento utilizando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) a través de la calificación de los daños.
- Formular las propuestas técnicas de intervención más apropiadas aplicando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) en base a la comparación de resultados.

Hipótesis

De acuerdo a Lucero (2017) los estudios descriptivos de carácter “exploratorio”, no necesariamente deben tener una hipótesis explícita. Es por ello que este aporte no se formuló las hipótesis, tanto para el general ni los específicos o secundarios.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Nacionales

Zevallos (2018) tesis titulado “Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca”, Universidad Cesar Vallejo – Barranca, menciona como objetivo principal el uso del método PCI orientado a la determinación del Índice de Condición de Pavimento de las principales vías de la ciudad de Barranca, para lo cual hace uso del método de muestreo e inspección de unidades para poder calcular la condición de las vías. Los resultados contrastan con las conclusiones, donde se identificó los tipos de fallas en la superficie, las cuales deberán ser sometidos a una conservación integral. Entre las falas se menciona a los baches, la patología piel de cocodrilo, los agrietamientos longitudinales y transversales, y los agrietamientos en bloque. Las vías con pésimas condiciones especifican índice de 47 hasta 49, esto corresponde a la avenida José Gálvez Barrenechea, cualitativamente se califica como “regular”, y deberá ser sometido a un control permanente para evitar el colapso total.

Apolinario (2012) tesis de pos grado titulado “Innovación del método VIZIR en estrategia de conservación y mantenimiento de carreteras de bajo volumen de transito”, Universidad Nacional de Ingeniería – Lima., formulo como objetivo evaluar la condición de los pavimentos de bajo volumen de tránsito, luego de realizar algunas modificaciones del método VIZIR, como el ESBVT que considera todos los tipos de deterioro las que serán utilizados para la toma de decisiones en las carreteras de bajo volumen de tránsito. El método utilizado es la evaluación visual para determinar el deterioro superficial en base a un factor de fragilidad del pavimento. Las conclusiones describen que el método considera los daños de primera categoría, asociados a realizar rehabilitaciones costosas. El tramo que presenta deterioros en la superficie es desde el kilómetro 209 al 212, donde se aprecia fisuras, deformaciones y reparaciones.

Ríos & Bullón (2018), tesis de pre grado titulado “Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima 2018”, Universidad Cesar Vallejo – Lima., el objetivo de esta investigación se menciona como la comparación de evaluación de las condiciones de pavimento de la avenida Santiago Antúnez de Mayolo desde la cuadra 8 al 15 en la zona de los Olivos. El método aplicado se constituye en una investigación aplicada, con orientación correlacional por la presencia de las variables de causa y efecto sin manipular ninguna variable por tratarse de un nivel descriptivo – correlacional. Las conclusiones mencionan que se logró calificaciones de 39.61 y 30.8, estos valores indican la pésima condición de la vía en estudio en base al primer método, respecto al otro se logró una calificación de 3.62 y 3.38, cuya condición se cataloga como regular, en resumen de acuerdo a los dos métodos se puede mencionar que la vía requiere de una intervención urgente y oportuna.

Internacionales

Marrugo (2014) tesis de pre grado titulado “Evaluación de las metodologías VIZIR como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles”, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá – Colombia., menciona como objetivo central el desarrollo de una matriz donde describe intervenciones de rehabilitación y mantenimiento de las estructura de la calzada, en base a los resultados obtenidos por el método VIZIR. El método de aplicación consistió en la calificación de las condiciones en que se encuentra el pavimento principalmente en los tipos de daño A y B, por medio de cámaras y visitas a la via. Los resultados logrados mencionan que de acuerdo a la evaluación a la calzada, esta requiere intervención en forma completa de acuerdo a la matriz B, de acuerdo al tipo de trafico la vida útil del diseño inicial; por otro lado, respecto a la matriz de rehabilitación por la metodología VIZIR y la matriz B las estrategias de intervención tendrán un grado de similitud de acuerdo al tráfico y vida útil.

Teorías relacionadas al tema

Pavimento flexible

Macro (2014) caracteriza a esta superficie como una estructura soportada sobre una base granular, sobre el cual se aplica una serie de cargas dinámicas y fuerzas cortantes originadas por las ruedas y el paso de vehículos de diferentes características, las cuales son absorbidos por el suelo de fundación. Durante la acción de estos fenómenos físicos, la estructura experimenta fuerzas de deformación y tracción en la superficie interior de la carpeta, esto genera fisuras y hundimientos cóncavos estructurales por la carga continua aplicada por el paso de los vehículos, según lo mostrado en la figura 5.

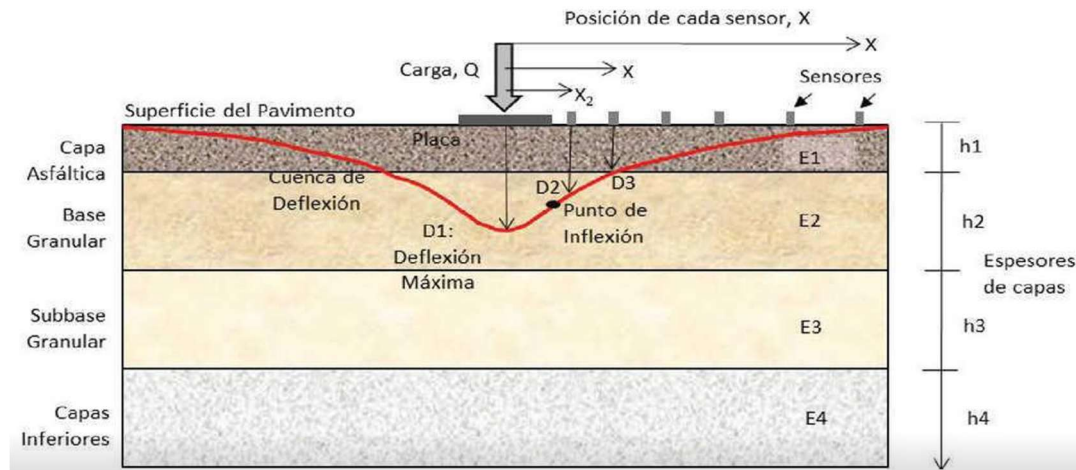


Figura 5: Efecto y cuenca de deflexión

Fuente: Beltrán y Romo (2011)

Tipos de daño en los pavimentos flexibles

De acuerdo a Marrugo (2014) Los daños funcionales de de estructura, frecuentemente son productos de los materiales constituyentes, el clima, el flujo vehicular sobre la carpeta, y los procedimientos de construcción aplicados, y como respuesta a estos se debe planificar algunas intervenciones para contrarrestar para alcanzar un buen servicio de la carpeta.

La guía metodológica utilizada para estos procedimientos, donde se debe incluir las clases, los tipos y las causas inherentes a la presencia de fallas y daños deben considerar los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Deterioros comunes en las carpetas asfálticas

Daños en carpeta asfáltica	Daños en la base	Por procesos constructivos	Por carga aplicada	Por factores climáticos
<ul style="list-style-type: none"> • Huecos • Exudación • Ahuellamientos • Desprendimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Desniveles • Grietas L y T • Depresiones • Grietas en borde • Hinchamientos • Corrugaciones • Abultamientos • Ahuellamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Exudación • Desprendimientos • Parches • Huecos 	<ul style="list-style-type: none"> • Piel de cocodrilo • Grietas L y T • Desprendimientos • Desplazamientos • Alisado de agregados • Grietas parabólicas • Huecos 	<ul style="list-style-type: none"> • Agrietamientos en bloque de reflexión

Fuente: Marrugo (2014)

Capas del pavimento

De acuerdo a Hurtado y Moya (2016) los pavimentos asfálticos están compuestos de varias capas constituidas por diferentes materiales, las cuales dependen de los criterios del profesional que realiza el diseño. Las características frecuentes de una carpeta asfáltica se muestran en la figura 6, normalmente compuesta por una sub base, una base y la capa de asfalto.

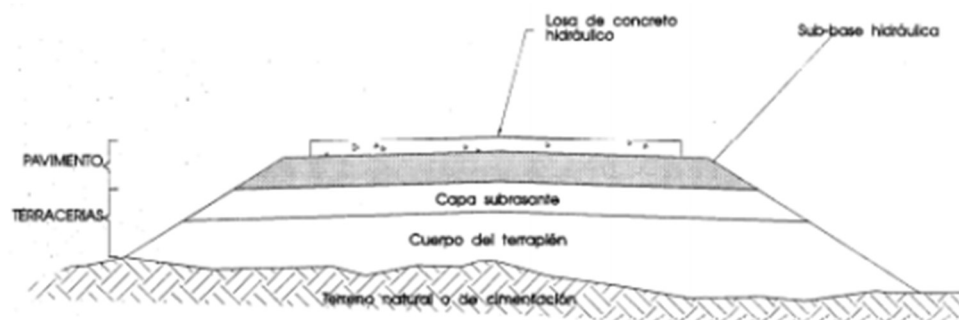


Figura 6: Estructura de pavimento flexible

Fuente: Zelada (2019)

Causas y alternativas de solución a los daños

Cuando se realiza inspecciones a las carpetas de las carreteras, se debe tener especial cuidado en la identificación de los daños y sus posibles alternativas de

intervención y solución a los mismos, entre las observaciones y procedimientos que se debe realizar se consideran definir las zonas que tengan similitud en los daños y los estados de estas patologías, de igual manera cuantificar y caracterizar integralmente la capa de rodadura, se debe determinar cuáles serán los procedimientos o labores de corrección de los mismos. Es cuestión de inducir que los daños están muy ligados a las causas que lo producen y cuáles podrían ser los mecanismos de corrección para transformar la realidad, considerando los procedimientos constructivos más adecuados que puedan incrementar los tiempos de vida, de igual manera considerar que estos procedimientos de corrección involucren menores costos económicos. Para lo cual, es preciso tener a disposición la información geotécnica del suelo de fundación, la base y subbase como parte conformante de la estructura, de igual modo los datos deflectométricos para identificar las causas de los daños observados, consideraciones de Sierra y Rivas (2016) detallados en la tabla 2.

Método de evaluación de pavimentos método PCI

Calderón Hairzon, et al. (2019) manifiestan que es un método para evaluar y calificar pragmáticamente la condición de la carpeta asfáltica o de los pavimentos en base a concreto hidráulico, en las labores de gestión de las carreteras. La aplicación e implementación del sistema es muy manejable haciéndose accesible por su simplicidad.

Los procedimientos de cálculo se dan en base a los resultados obtenidos por una inspección e inventario visual de la situación estructural en que se encuentra el pavimento, entre los cuales se consideran como parte del método, la clase y cantidad de los daños, de igual manera la severidad y nivel de afectación de los mismos.

Teniendo en cuenta estas características la formulación del índice se dará en base a esas tres consideraciones, con la finalidad de generar alternativas sobre la realidad del pavimento se involucran algunos valores deductivos para la

ponderación de las patologías, con la finalidad de mostrar el grado de afectación sobre el pavimento.

Tabla 2. Causa y solución de daños

CLASE DE DAÑO	CAUSAS PROBABLES	ALTERNATIVAS DE SOLUCION
Grietas transversales	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez de la mezcla asfáltica • Endurecimiento del asfalto • Deformaciones volumétricas de la base de soporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sellados de grietas • Cobertura con película asfalto-caucho • Escarificación térmica sobre capas delgadas.
Desprendimiento de partículas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del contenido de asfalto • Presencia de vacíos en la mezcla • Rigidez de la mezcla asfáltica • Sensibilidad al agua. • Agregados lisos y muy duros 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de sellados con buena calidad • Fresado y sellado en frío en capas delgadas. • Calentamiento superficial para compactar adicionando agregado.
Rugosidad	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia constructivas • Variaciones volumétricas en subrasante y terraplenes. • Presencia de patologías en la carpeta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de reciclaje en frío. • Escarificación en caliente para las corrugaciones. • Procedimientos de sobrecarpeta.
Ahuellamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia constructivas estructurales • Errores en el diseño de mezcla. • Carpeta asfáltica inestable • Deficiente compactación • Asfalto inadecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustituciones localizadas. • Escarificación en caliente para los ahuellamientos. • Fresado en frío para sobrecarpetas.
Piel de cocodrilo	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia constructivas estructurales • Presencia de vacíos en la mezcla. • Asfalto inadecuado. • Baja cohesión asfalto-partícula 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrucción con reciclajes • Sustitución de mezcla asfáltica. • Colocación de sobrecarpetas
Grietas longitudinales	<p>Por efecto de cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias durante la colocación • Baja cohesión asfalto-partícula • Asfalto inadecuado • Presencia de vacíos en la mezcla <p>Por efectos variados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones volumétricas en la subrasante. • Juntas deficientes • Segregación por compactación • Asentamientos de terraplenes por cargas. • Inestabilidad de taludes laterales 	<ul style="list-style-type: none"> • Escarificación en caliente para colocar sobrecarpeta delgada. • Sellado de grietas • Sustitución de mezcla asfáltica • Sellado con mezcla caucho-asfalto

Exudación	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla sensible al agua • Mezcla con sensibilidad térmica • Excesivo asfalto. • Ausencia de vacíos en la mezcla • Variación de densidad de mezcla 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de sobrecarpeta delgada. • Fresado y riego de sellos • Calentamiento superficial para compactar adicionando agregado.
-----------	---	--

Fuente: PINILLA J. Adaptado por Sierra y Rivas (2016)

De acuerdo al método se puede identificar 19 tipos de fallas, su respectiva magnitud o severidad y sus unidades de medida mostrados en la tabla 4, de acuerdo a estos tipos se realiza el levantamiento de información de campo.

Tabla 4. Código y tipo de fallas método PCI4

Item	Tipo de falla	Código	Unidad de medida
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	ABH	m ²
5	Corrugación	COR	m ²
6	Depresión	DEP	m
7	Grieta de borde	GB	m
8	Grieta de reflexión	GR	m
9	Desnivel carril berma	DN	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m ²
12	Pulimento de agregados	PU	m ²
13	Huecos	HUE	unid
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AHU	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HN	m ²
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m ²

Fuente: Leguía & Pacheco (2016)

Los índices cuantitativos varían desde cero (0) hasta cien (100), el primero para una condición en mal estado o con muchas fallas estructurales, y el segundo para una estructura de calidad o un estado excelente, los otros índices complementarios considerados dentro del rango se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Niveles de deterioro método PCI

Rango	Clasificación
0 -10	Fallado
11 - 25	Muy malo

26 - 40	Malo
41 - 55	Regular
56 - 70	Bueno
71 - 85	Muy Bueno
86 - 100	Excelente

Fuente: Tineo O. (2019)

Unidades de muestreo

Para realizar los estudios y evaluaciones de las vías, el procedimiento se realiza en base a las “unidades de muestreo”, las medidas dependerán del tipo de vía y la superficie de rodadura.

De acuerdo a Vásquez (2006), para el caso de carreteras asfálticas con anchos de calzada menores a 7.30 metros de sección, la unidad de la muestra puede estar en el rango de $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$, según se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: VASQUEZ L. (2002)

Para calcular las unidades de la muestra se realiza con la formula siguiente, para un promedio estimado del PCI ± 5 y un nivel de confianza del 95% y una significancia del 5%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Se debe asumir una desviación estándar de 10 (rango PCI de 25), si la muestra es menor a 5 unidades se avalúan todas.

Calculo de índice de condición de pavimento (PCI) de las muestras

Utilizando los criterios de Vásquez (2002), los procedimientos a aplicar deben orientar a buenos resultados, para lo cual se procede de la siguiente manera:

Procedimiento 1. Calculo de valores deducidos

a) Sumar cada tipo y nivel de severidad de daño, los cuales se registran en la columna “total” del formato inventario de daños mostrado en el **anexo 1**. El daño puede especificarse en área, longitud o número según su tipo.

b) Dividir la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la muestra y expresar el resultado en porcentaje (%). Este se constituye en la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

c) Determinar el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante la curva Corrected Deduct Value (Valor Deducido del Daño) que se adjunta en el **anexo 2**, para pavimento asfáltico inspeccionado.

Procedimiento 2. Calculo del número máximo de valores deducidos (m)

a) Si ninguno o solo uno de los valores deducidos es mayor a 2, usar el “valor deducido total” en reemplazo del mayor “Valor deducido corregido” (CDV: columna vertical del diagrama) obtenido en el procedimiento 4, caso contrario continuar con los procedimientos b) y c) mostrados a continuación.

b) Elaborar la lista de valores deducidos de mayor a menor.

c) Definir el “Número máximo admisible de valores deducidos” (m) para lo cual se puede utilizar la siguiente ecuación.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

$HDVi$: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

d) El número de valores individuales deducidos se puede reducir a m , incluso la parte en fracción. Si se observa una menor cantidad de valores deducidos que m se debe utilizar todos los que se tenga.

Procedimiento 3. Calculo del “Máximo Valor Deducido Corregido (CDV).

El máximo CDV se determina por medio del siguiente procedimiento consecutivo y de acuerdo a la tabla 7:

- a) Determinar el número de valores deducidos (q) mayores que 2.0
- b) Determinar el “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- c) Determinar el CDV con q y el “valor deducido total” en la curva de corrección (anexo 2) para pavimentos asfálticos.
- d) Reducir a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea menor que 2.0 y repetir los procedimientos a, b y c hasta que q sea igual a 1.
- e) El máximo CDV es el mayor de los CDV calculados en este procedimiento.

Tabla 7. Formato para el máximo valor deducido.

N°	Valores deducidos				Total	q	CDV
1							
2							
3							
4							

Fuente:

VASQUEZ L. (2002)

Procedimiento 4. Calculo del PCI de la muestra, restar de 100 el máximo CDV obtenido en el procedimiento 3.



Figura 7: Fisuras longitudinales en el carril



Figura 8: Identificación de falla estructural km 42+157

III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Se refiere al método utilizado para conocer un problema, y producto de esto se genera un nuevo conocimiento en el campo de la ingeniería u otras ciencias, quiere decir que se trata de la herramienta para utilizarlo en los procedimientos del método científico, el cual permitirá corroborar o rechazar la hipótesis formulada inicialmente respecto a la posible solución del problema de investigación (Significados.com)

De acuerdo a esta explicación, la característica de esta investigación se deduce que se trata de una investigación *aplicada*, debido a que se utiliza los conocimientos técnicos y prácticos para crear alternativa de solución al problema de los daños en la estructura de las vías mencionadas.

Nivel de investigación

Hernández (2012) manifiesta que el nivel es el grado de profundidad con que se aborda un problema o un evento que se está estudiando. De acuerdo a estas aseveraciones el nivel que corresponde a este aporte científico se identifica como *descriptivo- explicativo*.

Diseño de investigación

Sánchez y Reyes (2006) explican que el diseño se refiere al plan o esquema de los procedimientos a realizar durante la investigación. Por tanto, en este aporte científico el diseño corresponde al *diseño descriptivo simple* por evaluar una sola muestra, donde se busca toda la información del problema de las patologías, en el cual no se manipula ninguna variable, el diseño que corresponde es lo siguiente:



Donde:

M: Muestra en estudio

O: Es la observación de la muestra

Método de investigación

De acuerdo a Bueno (2003), el método constituye la manera de cómo organizar la secuencia de la investigación, realizar el control de los resultados, y presentar algunas alternativas de solución. En una percepción alterna, se constituye en la forma de abordar la realidad observada, vinculando al sujeto y objeto de estudio.

Relacionando estos conceptos al tema en estudio, afirmamos que el método utilizado en esta investigación es el denominado *lógico deductivo*, donde se abordará los problemas específicos a partir del problema general.

3.1. Variables y Operacionalización

Variables

Variable independiente: En este caso se constituye los defectos estructurales y superficiales identificados en la vía.

Variable dependiente. Por tratarse de una investigación de nivel descriptivo, solo se consideró la variable independiente, no tomando en cuenta los efectos que estos puedan ocasionar.

Operacionalización

Tabla 8. Operacionalización de variables

1.VARIABLE	2.TIPO DE VARIABLE	3. OPERACIONALIZACION	4. DIMENSIONES	5. DEFINICION
Nivel de conservación	Independiente	Forma de levantamiento de información de campo para mostrar la realidad de la vía deteriorada	Estado físico	Calidad del servicio que ofrece una vía a sus usuarios, o grado de satisfacción o contrariedad que experimentan al usar la vía. INVIAS (2020).
6. INDICADOR	7. NIVEL	8. UNIDAD DE MEDIDA	9. INDICE	10. VALOR
Situación real	Cuantitativo	Porcentaje	Deterioro	Se toma en cuenta la situación crítica del flujo.

3.2 Población, muestra y muestreo

Población

Gonzalez, Yll y Curiel (2003) manifiestan que por población se entiende el total de objetos y situaciones que se desea estudiar o evaluar en una investigación, sin embargo estos deben tener las mismas características para que puedan reportar buena información respecto a la respuesta esperada.

Por lo tanto en esta investigación, la población lo constituye todas las vías de comunicación que albergan flujos vehiculares considerables.

Muestra

Los autores antes mencionados en población, describen claramente que una muestra es un subconjunto de la población seleccionada el cual debe mostrar características similares de la población, para lo cual se realizara una inspección integral y minuciosa de las condiciones de servicio. Luego de una inspección previa de las condiciones estructurales que presenta actualmente se decidió realizar el estudio a la carretera interoceánica, en un tramo de medio kilómetro, mostrado en la figura 9 que presentan serias irregularidades que afectan el servicio a los conductores.

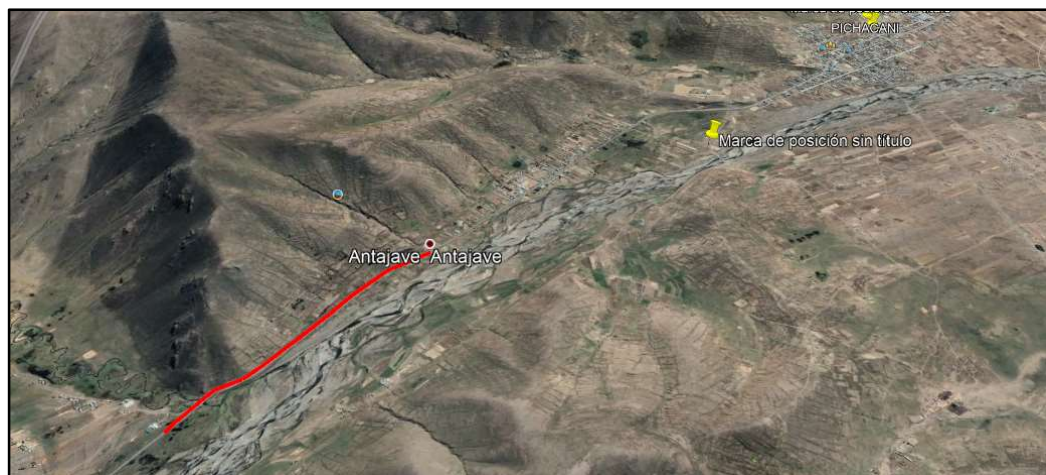


Figura 9: Muestra seleccionada para el estudio

Muestreo

Para este tipo de investigación, no es muy funcional los tipos de muestreo utilizados en otras áreas o ciencias, debido a la extensión de la muestra y al tiempo que involucra estudiarlo. Para ello es preciso utilizar el criterio de muestreo no probabilístico, del tipo intencional, donde se prevé que el investigador selecciona el elemento más representativo previo al análisis de la población.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

De acuerdo a González et al (2013) la recolección de datos es la tarea más complicada y más importante en una labor de investigación, para ello es necesario la utilización de algunas técnicas que ayuden a acopiar datos más confiables para los requerimientos establecidos. En este caso se usaran las siguientes técnicas:

- Técnica instrumental: Para determinar la variable que será medida con algunos instrumentos de medición como Wincha, estación total, GPS y otros dispositivos, en forma manual, óptica, digital y analógico.
- Técnica observacional: Para identificar y medir todas las fallas, deterioros, y patologías existentes en la carpeta.

Instrumentos

Grinnell, Williams y Unrau (2009) describe que se trata de los recursos que se utiliza en una investigación para recopilar toda la información disponible respecto a las variables elegidas para el estudio. Para este caso se utilizó los formatos para la identificación, medición y caracterización de las fallas y defectos del pavimento de la carretera, mostradas en el [anexo 5](#).

3.4 Validez y confiabilidad del instrumento

Validez

Hernández, Fernández y Baptista (2010), mencionan que se refiere a la opinión de algunos expertos que deben otorgar la valoración a los procedimientos y

mediciones que realizara el instrumento, estas deben ser representativas al universo respecto a las variables de interés por medio de algunas puntuaciones o calificaciones generadas por el instrumento.

Para este procedimiento se realizó el análisis por medio de la validez del constructo, donde se toma mayor interés a los que mide el instrumento relacionados a la teoría y el empirismo sobre la variable de interés, constituido mayormente por los atributos de las fallas y defectos del pavimento.

Confiabilidad

Herrera (1998) citado por Marroquín, se refiere al grado en que el instrumento produce resultados favorables y coherentes, quiere decir si se aplica el mismo instrumento a varios objetos produce resultados iguales, y los niveles de aceptación o desconfianza se observan en la tabla 9.

Tabla 9. Niveles de confiabilidad

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente. <https://bit.ly/3cQoEPS>

De acuerdo a estos criterios la confiabilidad se basó en el cálculo del alfa de Crombach, mediante procedimientos estadísticos mostrados en el **anexo 6**.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Unidades de muestreo

De acuerdo a los criterios del PCI adaptado por Vásquez (2002) las unidades de muestreo varían de acuerdo al ancho de la calzada, para el caso de una carretera asfaltada el ancho máximo es lo que se especifica en la tabla 10, el área debe

estar en un rango de $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. Para el cálculo del PCI se utilizó la información de la cantidad de daños y el nivel de severidad mostrada por la superficie, basado en los “Valores deducidos”.

Tabla 10. Longitud de la unidades de muestreo

Ancho calzada (m)	Longitud de la muestra (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Sierra y Rivas (2016)

3.5.2 Calculo del PCI para vías con superficie asfaltico

El procedimiento constituye cuatro etapas para lograr informaciones precisas sobre la realidad del pavimento.

a) Determinación de los valores deducidos

- Se debe definir el total (en área, longitud o la cantidad según el tipo) y el nivel de los daños observados, estos se registran en la columna denominado TOTAL.
- Dividir el TOTAL de cada clase de daño entre el ÁREA TOTAL de la muestra, expresándolo en porcentaje. Esto se constituye en la DENSIDAD del daño observado respecto al nivel de severidad.
- Definir el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad utilizando el diagrama adjunto en el [anexo 2](#).

b) Calculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

- Si uno o ninguno de los “valores deducidos” supera el valor de 2, se utilizara el “valor deducido total” en reemplazo del “corregido” calculado en el procedimiento 4, sino cumplen se continua con los siguientes procedimientos.

- Definir el “número máximo admisible de valores deducidos” (M_i) por medio del mayor valor deducido individual de la muestra i (HDV_i):
- $M_{i=1+9/98}(100 - HDV_i)$
- El número de valores individuales deducidos queda reducido a m , incluyendo la fracción, Cuando hay pocos valores respecto a m se utilizan todos los que hay.

c) Determinación del “Máximo valor deducido corregido” (CDV)

Para calcular este factor realizar iteraciones con el siguiente procedimiento:

- Calcular la cantidad de valores reducidos (q) mayores a 2.0
- Sumar todos los valores individuales para calcular el “valor total deducido”
- De acuerdo al tipo de pavimento calcular el “Máximo Valor Deducido Corregido” con “ q ” relacionado con el “Valor Deducido Total”
- Si se observa un “Valor Deducido” individual mayor a 2.0 lo reducimos luego repetimos los tres primeros procedimientos de esta parte, hasta que el factor q sea igual a 1.0.

d) Cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI)

El cálculo se realiza de la unidad analizada restando de 100 el máximo valor deducido corregido que resulto en la etapa c). Para lo cual utilizamos el formato de la tabla 11.

Tabla 11. Formato para valores deducidos

Paso	Valor Deducido				Total	q	CDV
A							
B							
C							
D							

Fuente: Vásquez (2006)

Calculo del PCI para el tramo o sector analizado

Para un correcto análisis o determinación se debe elegir varias unidades de muestreo del cual se debe aproximar una media. Si se tiene unidades de muestreo adicionales se calculara su promedio mediante la ecuación:

$$PCI = \frac{(N - A) * PCIr + (A * PC Ia)}{N}$$

Donde:

PCI : Índice de condición de la parte analizada

PCIr : Índice de condición promedio de muestras aleatorias representativas

PC Ia : Índice de condición de muestras adicionales

N : Numero de muestras de la parte analizada

A : Numero de muestras adicionales

3.6 Método de análisis de datos

Para realizar un análisis correcto, se trató de acopiar la mayor cantidad de datos, producto de las inspecciones de campo, considerando información retrolectiva como antecedentes de las observaciones en campo, de igual manera datos actuales del estado del pavimento, esto permitió generar algunos patrones de evaluación y comportamiento, orientados a una toma de decisiones efectivas y adecuadas.

Entre los que se consideraron para el análisis de los datos orientados en función de los objetivos elaborados, como:

- Descriptivo
- Exploratorio
- Predictivo
- Casual
- Mecanicista

Estos procedimientos se realizaron bajo el marco de los criterios estadísticos aplicados, para contribuir a controlar, optimizar, examinar, investigar, planificar, predecir o tomar decisiones de aspectos relacionados al tema investigado.

3.7 Aspectos éticos

La ética en la investigación implica que las investigaciones deben tener contenidos confiables, producto de la búsqueda de información con un rigor científico adecuado. Bajo estos considerandos, y de acuerdo a la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV y en base al artículo 7° referido al rigor científico, la presente se adecua a la utilización de un método pragmático, de criterios ampliamente plausibles para una orientación científica que genere beneficios a la sociedad en forma integral.

Respecto al artículo 14° relacionado con la publicación de las investigaciones, los resultados alcanzados se le otorga todas las condiciones para ser publicados, para lo cual se le da un total consentimiento para su difusión en los medios de comunicación.

IV. RESULTADOS

La zona de estudio de la carretera interoceánica del sector Pichacani – Laraqueri está ubicado a una altitud de 3977 msnm aproximadamente, cuyas coordenadas son 15°51'32.73" S y 69°59'44.43" O, en la región Puno del territorio Peruano, como se muestra en la figura 10.



Figura 10: Sector de estudio de la carretera interoceánica

Fuente. Google Earth 2020

Las características geométricas de la carretera, de acuerdo a las visitas de campo se pueden observar en la tabla 12:

Tabla 12. Características geométricas de la vía

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO DE CALZADA EN ESTUDIO	m	9
LARGO DE CALZADA EN ESTUDIO	m	500
AREA DE CALZADA EN ESTUDIO	m ²	4500
ANCHO DE CARRIL EN ESTUDIO	m	6
LARGO DE CARRIL EN ESTUDIO	m	500
AREA DE CARRIL EN ESTUDIO	m ²	3000
ESPESOR DE PAVIMENTO	m	0.05
VOLUMEN DE CALZADA EN ESTUDIO	m ³	225
VOLUMEN DE CARRIL EN ESTUDIO	m ³	150

Número de carriles 2 (doble sentido)

Tipo de pavimento Flexible

Nivel de transito Medio alto

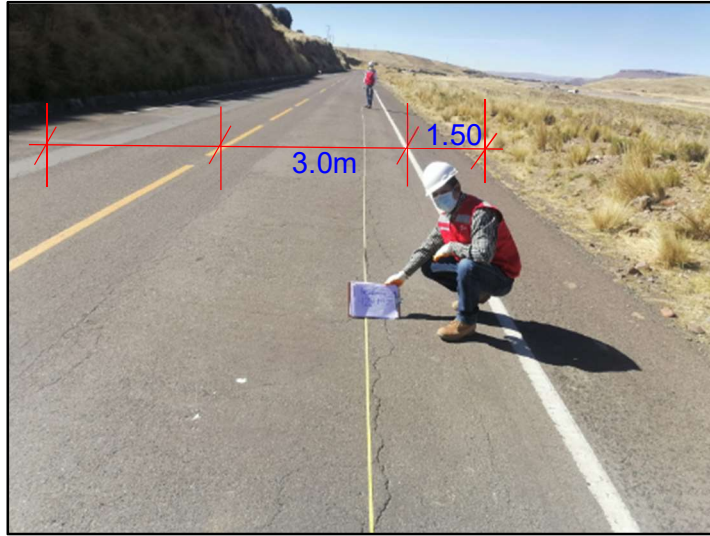


Figura 11: Ancho de la calzada de la vía

4.1 Conteo de tráfico vehicular

El conteo de tráfico vehicular se realizó con la intención de verificar las características físicas y mecánicas de todos los vehículos que transitan por la carretera, principalmente identificar a los vehículos más pesados, catalogados como los más perjudiciales a la carpeta asfáltica, las que originan los daños más severos a la calzada, como los mostrados en la figura 12. De acuerdo a la inspección de campo los resultados obtenidos nos brindaron los tipos de vehículos en los diferentes horarios, de acuerdo a la distribución de la tabla 13.

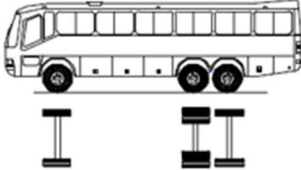
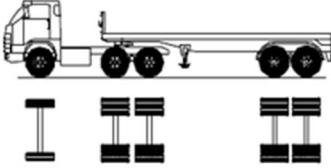
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43

Figura 12: Vehículos pesados identificados con mayor carga

Fuente. Clasificación Vehicular (MTC)

Tabla 13. Tipos de vehículos que transitan por la carretera.

CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR																					
TRAMO DE LA CARRETERA : CARRETERA INTEROCEANICA PUNO-MOQUEGUA												ESTACION : OTOÑO									
SENTIDO : DOBLE SENTIDO												DIA : LUNES									
UBICACIÓN : KM 42+000 - LARAQUERI												FECHA : 10-05-2021									
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				BUS		CAMION				SEMI TRAYLER		TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		3T3
0-1			1	1																	2
1-2		1				1															2
2-3		2		2		1			7	1											13
3-4	1	7		3					13	1	2	1									28
4-5	5	12	2	7	1	2	3	1	9	4	1	2	1			1					51
5-6	2	17		15		8	5	4	3	3	4	1	2	1							67
6-7	3	10		12		5		2		8	2	1	1		2			1			47
7-8	1	12	1	9		2			3	3	2								1		34
8-9	2	9		5	1	1			1	1	1			2				2			24
9-10	3	3		3		3		1	2							2					17
10-11	2	5		2		1			1	1											12
11-12	7	6		4		2				3			1		2					1	26
12-13	11	4		7	1	4				2					1			1			31
13-14	6	13	3	11		1		1	2	2	1			3		1					44
14-15		9		6		3				2	3	3									26
15-16	2	12		4		3				1	5	1	1		1		1				31
16-17	3	8		16		6	1	2			1										37
17-18	5	11	2	11		4	5	3			4				1	2		1			49
18-19	3	7		7		5		1		2	3	2									30
19-20	1	9	1	5	1	3		1	6	1	2	1	2	2		1			2		38
20-21	1	4		6		4			8	4	4	1	1		3						38
21-22	1	2		2		2				10	1										18
22-23		1		1		1				8											9
23-24		1		1		1															3
TOTALES	59	164	10	140	4	62	14	16	72	42	34	11	9	8	10	8	3	7	4	0	677

El porcentaje de área corresponde a los daños parciales expresados en porcentaje respecto al área total observado igual a 103.56 dentro de los 500.0 metros lineales, donde se evaluó por carril y por calzada. Analizando los valores de todos los daños parciales, el más crítico es el de exudación en la carpeta asfáltica correspondiente al 32.77%, ocasionado por el alto flujo vehicular principalmente por los autos (164), camionetas Pick Up (140) y los buses de tres ejes (72), estos son los que deterioraron el pavimento por la repetición de cargas de tránsito y también por los vehículos pesados que trasladan cargas pesadas.

Otro de los daños más frecuentes son las exudaciones generados por problemas en los procesos constructivos (30.77%), el piel de cocodrilo por las cargas aplicadas (8.10%), los desprendimientos por procesos constructivos (4.79%) por las cargas aplicadas (4.74%) y los daños en la carpeta asfáltica (4.69%), los demás son en menor magnitud pero muy significativos en la vida útil del pavimento, que posteriormente se irán incrementando.

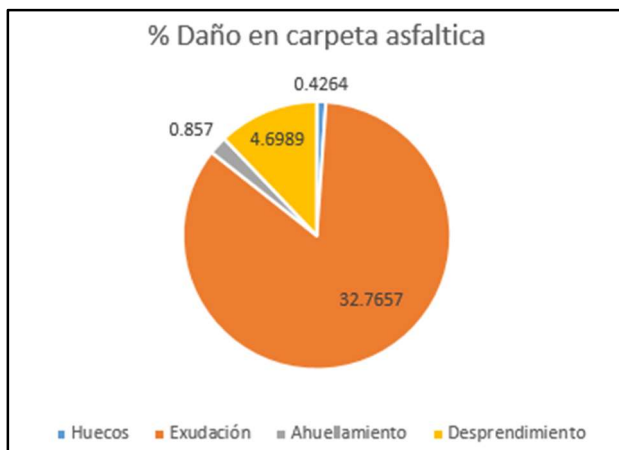


Figura 13: Daños observados en la carpeta asfáltica

La figura 14 muestra que la exudación es el más frecuente, seguido por los desprendimientos, estas fallas son generados por el comportamiento de su vida útil.

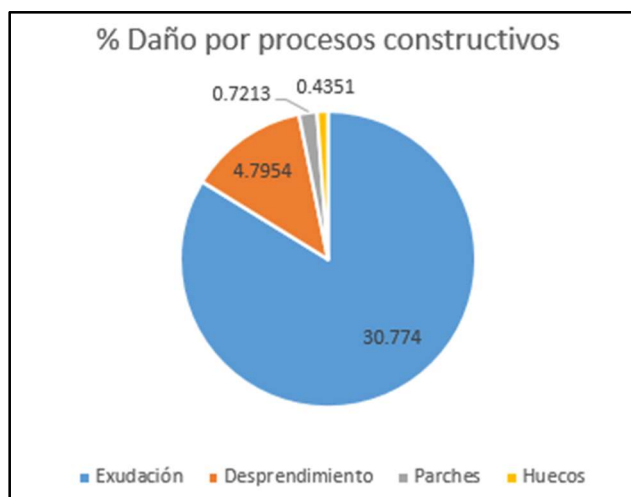


Figura 14: Daños en la carpeta asfáltica por procesos constructivos

La figura 15, describe que la exudación y los desprendimientos observados en la carpeta asfáltica son los más frecuentes, originados principalmente por errores en los procesos constructivos, al analizar podrían haberse generado por la falta de control de calidad del diseño de la mezcla asfáltica y de la técnica de extendido y compactación del mismo.

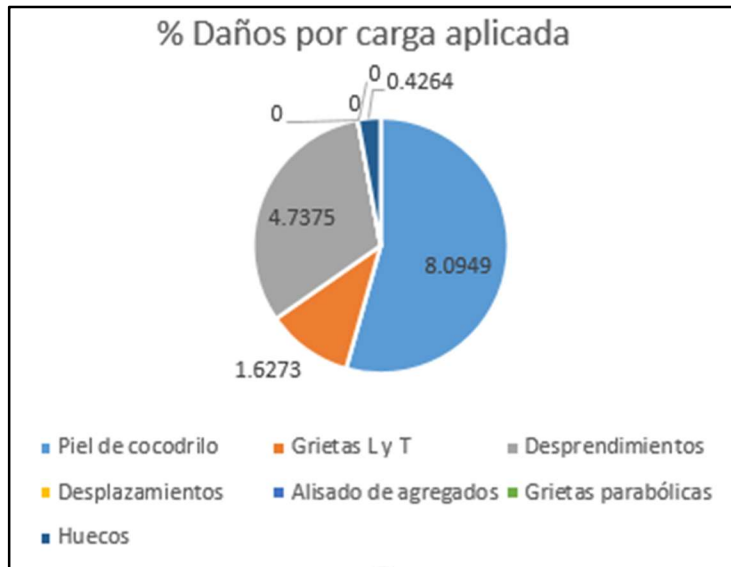


Figura 15: Daños generados por cargas aplicadas

Para el caso de daños ocasionados por las cargas aplicadas de los diferentes vehículos que transitan por la carretera interoceánica, se puede mencionar que el piel de cocodrilo y los desprendimientos son los más frecuentes, durante la inspección se pudo observar estas anomalías estructurales en el Km 42+157 como se muestra en la figura 16.



Figura 16: Presencia de piel de cocodrilo y desprendimientos en la carpeta.

Para el caso de fallas por daños en la base y por factores climáticos, los que se pudo observar son las grietas de borde para ambos casos, son de menor intensidad, como se puede observar en la figura 17.



Figura 17: Daños en la base producidos por factores climáticos.

4.2 Evaluación del nivel de conservación

El conteo de tráfico permitió identificar los tipos de vehículos que transitan por la carretera interoceánica y la zona de estudio, de acuerdo a la distribución observada y como se muestra en la figura 13.



Figura 18: Vehículos identificados que circulan por la vía.

Una de las principales labores para determinar el estado de conservación de la carretera fue la inspección en campo de la situación real del tramo estudiado, como se muestra en la figura 19.



Figura 19: Inspección visual del estado de la carretera.

Donde se pudo identificar los diferentes tipos de daño, en una longitud de 0.50 km, respecto a la zona con mayor presencia de fallas estructurales y superficiales. Para el inicio de la inspección se tomó muestras de 20 y 30 longitudinales, de acuerdo a la presencia de fisuras y fallas y respecto al ancho total o sección transversal de la calzada de 9 metros. Se hizo una inspección progresiva y continua, iniciando en el punto de partida Km 42+000 hasta 42+500, cuyo reporte de las observaciones en la carpeta asfáltica respecto a los daños se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Principales daños observados en la carretera.

Tipo de daño	Unidad	Área	% del Carril	% del Área	% del Daño
Daños en la carpeta asfáltica					
Huecos	unid.	0.4416	0.01	0.01	0.4264
Exudación	m ²	31.931	1.13	0.75	32.7657
Ahuellamiento	m ²	0.8875	0.03	0.02	0.8570
Desprendimiento	m ²	4.8660	0.16	0.11	4.6989
Daños en la base					
Desniveles	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Grietas L y T	m	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Depresiones	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Grietas de borde	m	4.9260	0.16	0.11	4.7568
Hinchamientos	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Corrugaciones	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Abultamientos	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Ahuellamientos	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Daños por procesos constructivos					
Exudación	m ²	31.869	1.06	0.71	30.7740
Desprendimiento	m ²	4.9660	0.17	0.11	4.7954
Parches	m ²	0.7470	0.02	0.02	0.7213
Huecos	m ²	0.4416	0.01	0.01	0.4351
Daños por carga aplicada					
Piel de cocodrilo	m ²	8.3828	0.28	0.19	8.0949
Grietas L y T	m	1.6852	0.06	0.04	1.6273
Desprendimientos	m ²	4.9060	0.16	0.11	4.7375
Desplazamientos	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Alisado de agregados	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Grietas parabólicas	m ²	0.0000	0.00	0.00	0.0000
Huecos	m ²	0.4416	0.01	0.01	0.4264
Daños por factores climáticos					
Agrietamientos de borde	m	5.0660	0.17	0.11	4.8920
Agrietamientos en deflexión	m	0.0000	0.00	0.00	0.0000
TOTAL		103.56	3.45	2.30	100.00



Figura 20: Medición de la sección de la carretera.

4.2 Evaluación de condición de la carpeta asfáltica por método PCI

a) Determinación de las unidades de muestra

La evaluación se realizó en los puntos o sectores donde se observó la presencia de fallas o defectos estructurales, cuya unidad de muestreo fue de 30 metros aproximadamente, para un ancho de calzada de 6.0 metros, se registraron unos 15 sectores para el análisis correspondiente, los valores recogidos se muestran en las tablas 22 y con mayor detalle en los anexos

De acuerdo a la Norma ASTM D6433 la unidad de muestra es de $225 \pm 90 \text{ m}^2$. Con un máximo de 350 m^2 y mínimo 135 m^2 , el tramo estudiado es de 0.5 kms. o sea una longitud de 500 ml.

- Ancho de calzada : 6.0 m.
- Longitud de la muestra : 34 m
- Área de la muestra : $(34*6) = 204 \text{ m}^2$ OK!
- Número total de muestras (N): $500/34 = 15$
- Desviación estándar (s) : 10 (para pavimento asfáltico)
- Error aceptable (e) : 5%

Reemplazando en la fórmula de muestreo se tiene:

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

$$n = \frac{15 * 10^2}{\frac{0.05^2}{4} * (15 - 1) + 10^2}$$

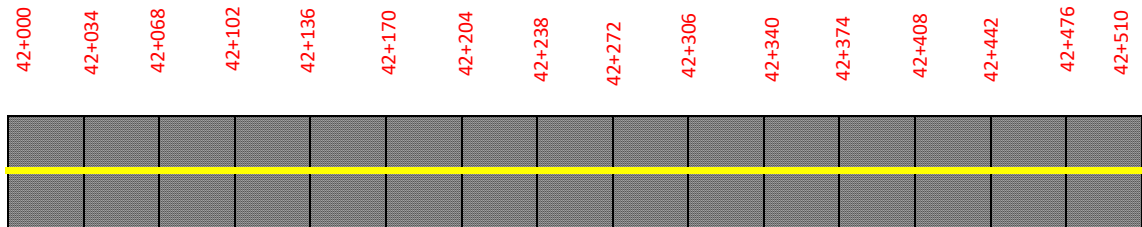
$$n = 15 \text{ Unidades de muestra}$$

b) Selección de las unidades de muestreo

Se calculó el intervalo de muestreo, mediante la fórmula: $i = \frac{N}{n} = \frac{15}{15} = 1$

Quiere decir que las evaluaciones serán consecutivas en todo el trayecto, una muestra después de la otra.

c) Esquema para realizar el muestreo



d) Resultados del trabajo de campo

En los formatos mostrados a continuación se puede distinguir los principales tipos de fallas, especificados en la metodología PCI de la tabla 1, y los códigos de las condiciones mostrados en la tabla 15.

Tabla 15. Niveles de severidad

CLASIFICACION DE SEVERIDAD		
Baja	Low	L
Media	Medium	M
Alta	High	H

Fuente. Vásquez (2002)

4.3 Evaluación superficial del pavimento

La identificación de las magnitudes de las fallas observadas, se contrastaron con las especificaciones de la matriz del anexo 1, de los cuales se presenta los metrados correspondientes de acuerdo a las 19 tipos de fallas especificados por la norma ASTM y la tabla 3 para cada muestra de 34 metros de longitud, para los 500 metros estudiados.

4.3.1 VALORES DE LA MUESTRA 1.

Progresiva inicial (Km) : 42+000

Progresiva final (Km) : 42+034

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Cálculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 1

Tabla 16. Metrado de fallas y densidad de muestra 1

MUESTRA 1:		Km 4+034						Longitud de muestra (m2):		204	
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	PC	H	m2	0.75	6.50	1.30	0.69		0.8970	1.5126	0.741
B	PC	H	m2	1.30	13.80	1.62	0.38		0.6156		
C	EX	M	m2	1.50	7.20	0.93	0.44		0.4092	1.2088	0.593
D	EX	M	m2	2.80	11.35	0.86	0.32		0.2752		
E	EX	M	m2	5.50	31.50	1.14	0.46		0.5244		
F	EX	L	m2	5.20	21.40	0.87	0.32		0.2784	0.2784	0.136
G	DAG	L	m2	0.75	11.45	0.65	0.34		0.2210	0.5900	0.289
H	DAG	L	m2	1.22	18.75	1.23	0.30		0.3690		
I	GLT	H	m	0.46	33.75	0.94	0.24		0.2256	0.2256	0.111
J	PA	H	m2	5.75	25.23	0.48	0.75		0.3600	0.3600	0.176

Los resultados muestran las densidades de cada falla mencionado como total, el más predominante es la exudación y la piel de cocodrilo con 2.0196 con severidad alta y 2.7692 severidad media respectivamente. En contraste con la condición del estado del pavimento y su condición especificado en la tabla 3, y en base al área de cada muestra (204 m²) determinamos como ejemplo de cálculo la densidad para este tipo de falla, así:

$$Densidad\ de\ falla = \frac{Total}{Area\ muestra}$$

$$Densidad\ piel\ de\ cocodrilo = \frac{2.0196}{204} = 0.99 = 1.36\%$$

Haciendo uso de la densidad por cada tipo de falla, calculamos el valor deducido, que se constituye en el grado de importancia, que el daño genera en la muestra o sección evaluada (204 m²). Para calcular el VALOR DEDUCIDO determinamos el

daño y nivel de severidad por medio de curvas y tablas de valor deducido del daño, representados en forma de ábacos por cada tipo de daño, de Leguía & Pacheco (2016), especificados en el **anexo 4**.

Para la interpolación de datos, los cálculos se realizaron por medio de los datos de las tablas para cada tipo de falla, tomando en consideración la densidad calculada, los valores de las densidades extremas o límites y los valores deducidos límites. Por medio de estos datos se calcularon los valores deducidos finales para esta primera muestra como describe la tabla 17.

Tabla 17. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 1.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
PC	0.741	H	2.00	0.741	3.00	40.05	12.31	45.50
EX	0.593	M	1.00	0.593	2.00	3.30	2.39	5.00
EX	0.136	L	0.20	0.136	0.30	NS	NS	NS
DAG	0.289	L	0.20	0.289	0.30	0.40	0.04	0.80
GLT	0.111	H	0.20	0.111	0.30	NS	NS	NS
PA	0.176	H	0.30	0.176	0.40	11.2	3.80	12.9

Tabla 18. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 1.

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	H	m2	0.8970	0.6156					1.5126	0.741	33.19
EX	M	m2	0.4092	0.2752	0.5244				1.2088	0.593	2.61
EX	L	m2	0.2784						0.2784	0.136	NS
DAG	L	m2	0.2210	0.3690					0.5900	0.289	0.76
GLT	H	m	0.2256						0.2256	0.111	NS
PA	H	m2	0.3600						0.3600	0.176	9.10

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 1

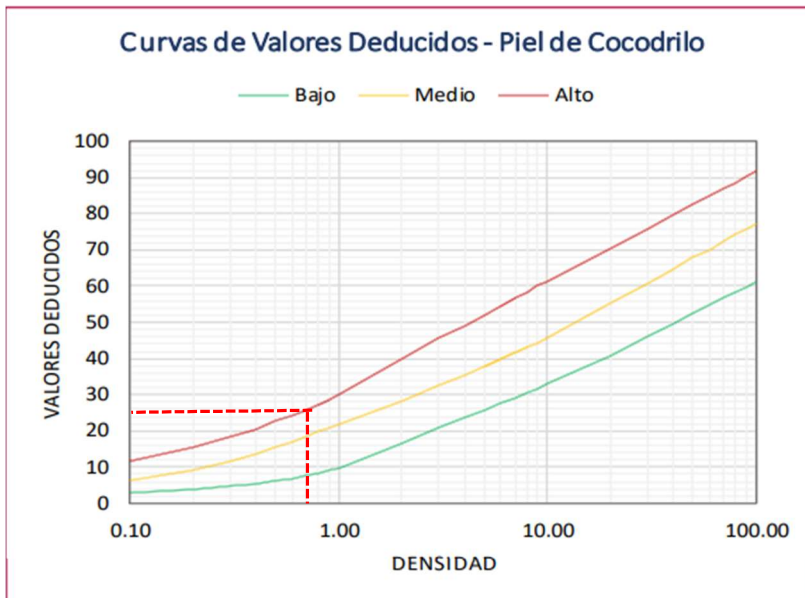


Figura 21: Valor deducido para piel de cocodrilo muestra 1.

Densidad : 0.741

Nivel de severidad : Alto (H)

Valor deducido por interpolación: 26.48

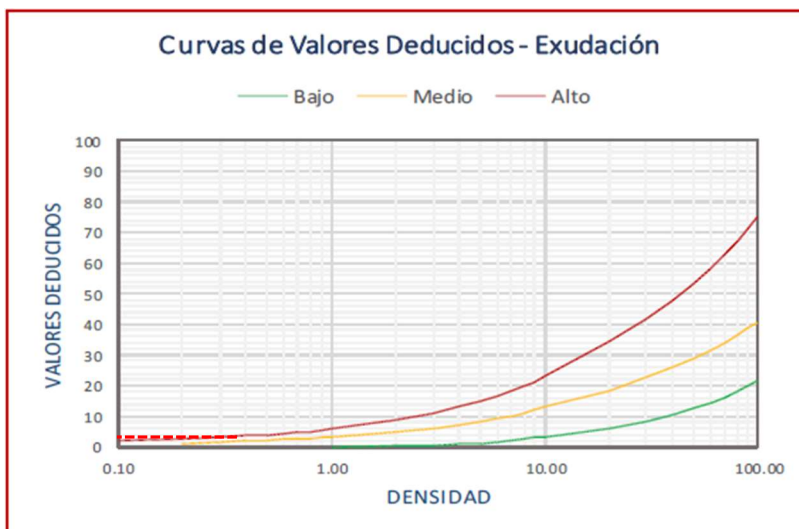


Figura 22: Valor deducido para exudación severidad media muestra 1.

Densidad : 0.593

Nivel de severidad : Alto (M)

Valor deducido por interpolación: 2.38

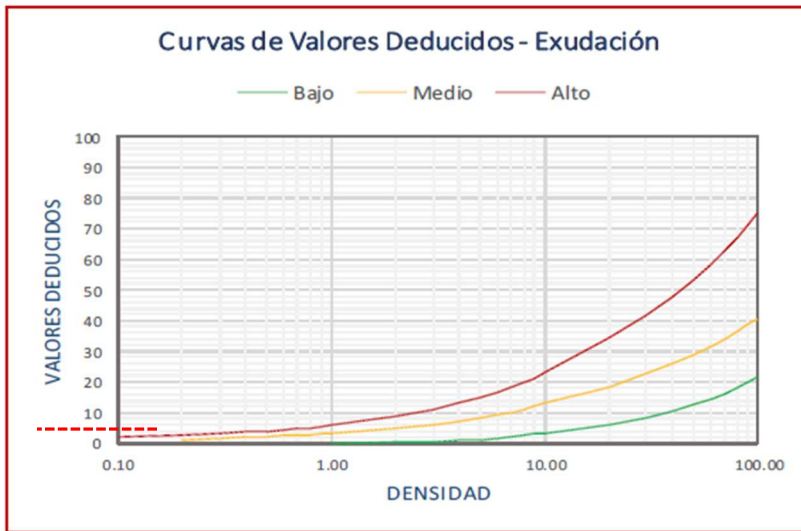
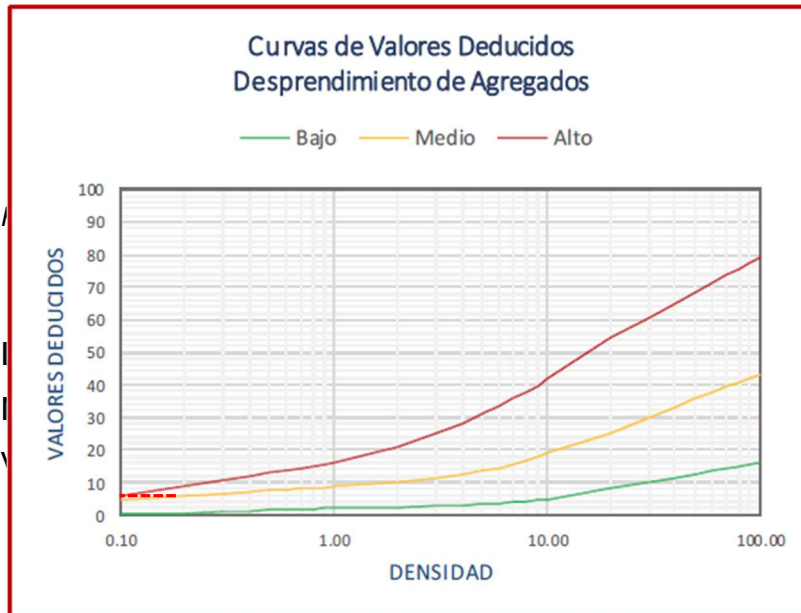


Figura 23: Valor deducido para exudación severidad baja muestra 1.

Densidad : No significativa

Nivel de severidad : Bajo (L)

Valor deducido por interpolación: No significativa



idad baja muestra 1.

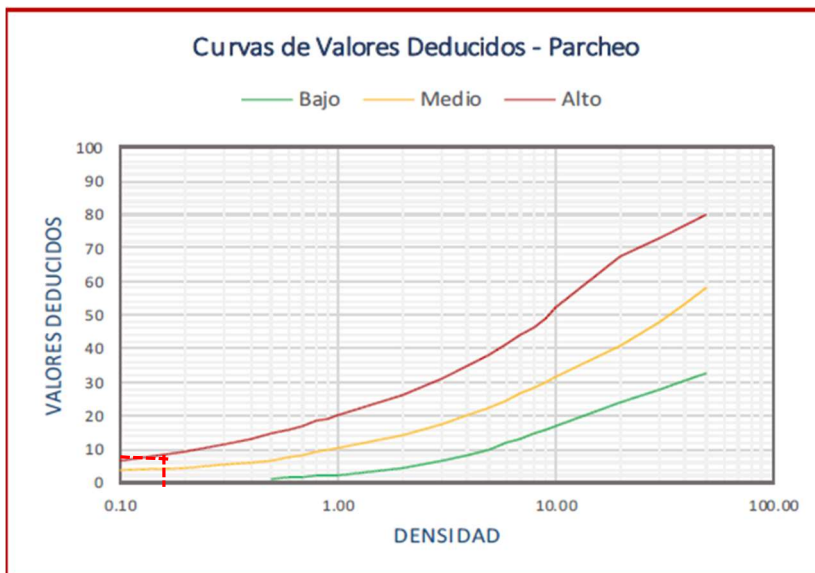


Figura 25: Valor deducido para grietas longitudinales y transversales severidad alta muestra 1

Densidad : 0.111

Nivel de severidad : Alto (H)

Valor deducido por interpolación: N.S (El valor no es significativo)



Densidad : 0.176

Nivel de severidad : Alto (H)

Valor deducido por interpolación: 8.56

4.3.2 VALORES DE LA MUESTRA 2.

Progresiva inicial (Km) : 42+034

Progresiva final (Km) : 42+068

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 2

Tabla 19. Metrado de fallas y densidad de muestra 2

MUESTRA 2:		Km 4+068							Area de muestra (m2):		204
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	HUE	M	unid	0.86	1.50	0.23	0.023		0.0053	0.0053	0.003
B	PC	L	m2	0.55	8.80	1.62	0.98		1.5876	1.5876	0.778
C	GB	M	m	0.15	9.20	0.65	0.22		0.1430	0.1430	0.070
D	AHU	M	m2	0.80	12.65	0.49	0.31		0.1519	0.1519	0.074
E	GLT	H	m	0.46	21.70	1.94	0.4		0.7760	0.7760	0.380
F	PA	L	m2	1.20	26.40	0.45	0.52		0.2340	0.2340	0.115

Tabla 20. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 2.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA						
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA			
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX	
HUE	0.003	M	NS	0.003	NS	NS	NS	NS	NS
PC	0.778	L	0.70	0.778	0.80	7.60	0.17	8.40	
GB	0.070	M	NS	0.070	NS	NS	NS	NS	NS
AHU	0.074	M	NS	0.074	NS	NS	NS	NS	NS
GLT	0.380	H	NS	0.380	NS	NS	NS	NS	NS
PA	0.115	L	NS	0.115	NS	NS	NS	NS	NS

Tabla 21. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 2.

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
HUE	M	unid	0.0053						0.0053	0.003	NS
PC	L	m2	1.5876						1.5876	0.778	8.23
GB	M	m	0.1430						0.1430	0.070	NS
AHU	M	m2	0.1519						0.1519	0.074	NS
GLT	H	m	0.7760						0.7760	0.380	NS
PA	L	m2	0.2340						0.2340	0.115	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 2

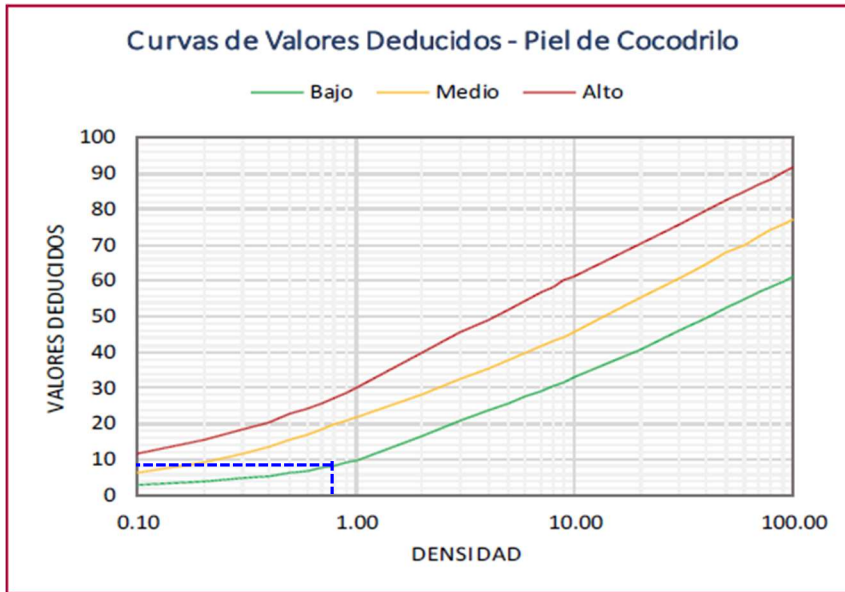


Figura 27: Valor deducido para piel de cocodrilo muestra 1

Densidad : 0.778

Nivel de severidad : Baja (L)

Valor deducido por interpolación: 8.23

4.3.3 VALORES DE LA MUESTRA 3.

Progresiva inicial (Km) : 42+068

Progresiva final (Km) : 42+102

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 2

Tabla 22. Metrado de fallas y densidad de muestra 3

MUESTRA 3:			Km 4+102			Longitud de muestra (m2):			204		
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	EX	H	Unid	3.86	11.50	0.42	0.52		0.2184	0.2184	0.107
B	EX	M	m2	1.85	18.60	1.10	0.98		1.0780	1.0780	0.528
C	DAG	M	m2	0.32	29.42	0.39	0.34		0.1326	0.1326	0.065
D	HUE	M	m	5.80	30.50	0.38	0.4		0.1520	0.1520	0.075

Tabla 23. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 3.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.107	H	0.10	0.107	0.20	2.20	0.46	2.70
EX	0.528	M	0.50	0.528	0.60	2.10	0.21	2.40
DAG	0.065	M	NS	0.065	NS	NS	NS	NS
HUE	0.075	M	NS	0.075	NS	NS	NS	NS

Tabla 24. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 3.

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	H	unid	0.2184						0.2184	0.107	2.24
EX	M	m2	1.0780						1.0780	0.528	2.19
DAG	M	m	0.1326						0.1326	0.065	NS
HUE	M	m2	0.1520						0.1520	0.075	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 3

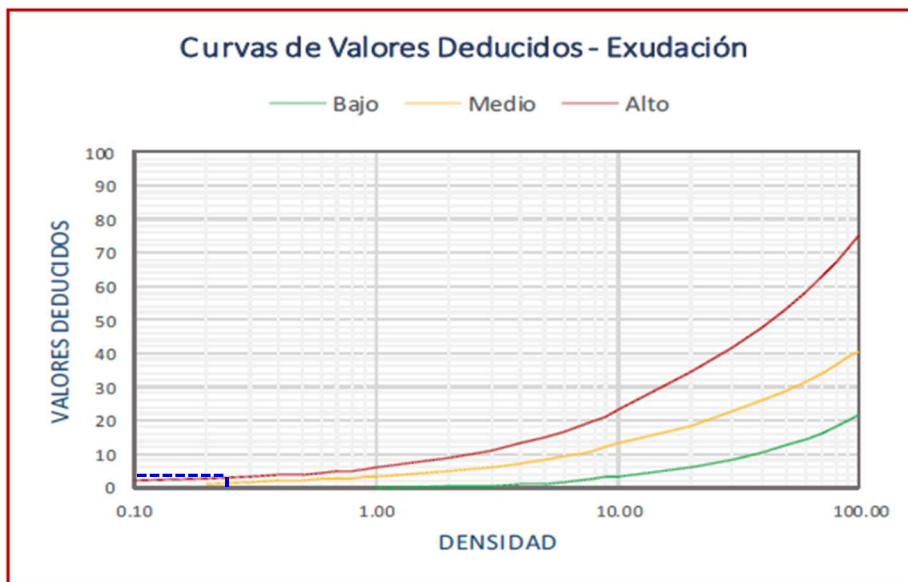


Figura 28: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 3

Densidad : 0.107

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 2.24

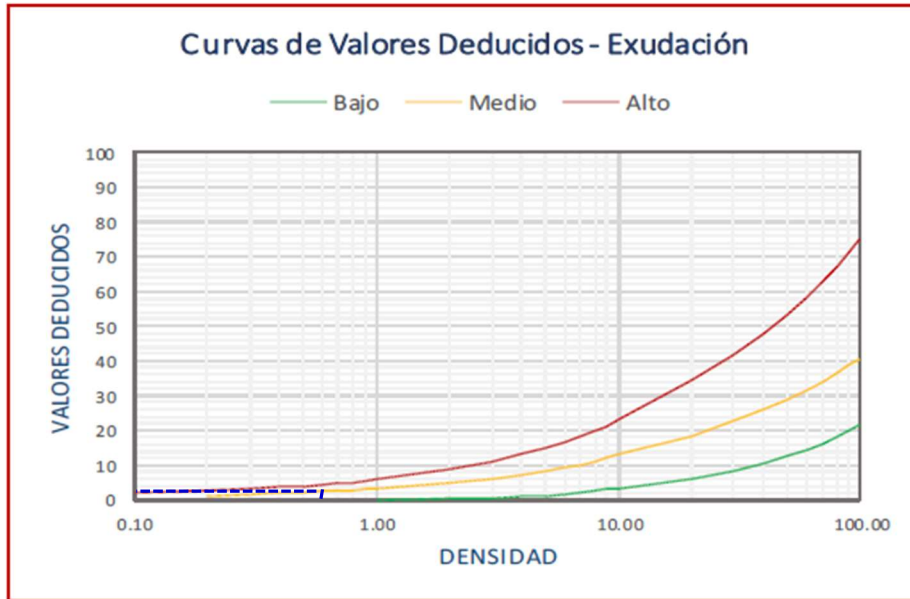


Figura 29: Valor deducido para exudación severidad media muestra 3

Densidad : 0.528

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 2.19

4.3.4 VALORES DE LA MUESTRA 4.

Progresiva inicial (Km) : 42+102

Progresiva final (Km) : 42+136

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 4

Tabla 25. Metrado de fallas y densidad de muestra 4

MUESTRA 4:			Km 4+136				Longitud de muestra (m2):			204
FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
			X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	EX	H	3.86	11.50	0.42	0.52		0.2184	1.2964	0.635
B	EX	H	1.85	18.60	1.10	0.98		1.0780		
C	EX	M	0.32	29.42	0.39	0.34		0.1326	0.1326	0.065
D	GB	M	5.80	30.50	0.38	0.4		0.1520	0.1520	0.075

Tabla 26. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 4.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.635	H	0.60	0.635	0.70	4.30	0.26	4.70
EX	0.065	M	NS	0.065	NS	NS	NS	NS
GB	0.075	M	NS	0.075	NS	NS	NS	NS

Tabla 27. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 4.

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	H	m2	0.2184	1.0780					1.2964	0.635	4.44
EX	M	m2	0.1326						0.1326	0.065	NS
GB	M	m	0.1520						0.1520	0.075	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 4

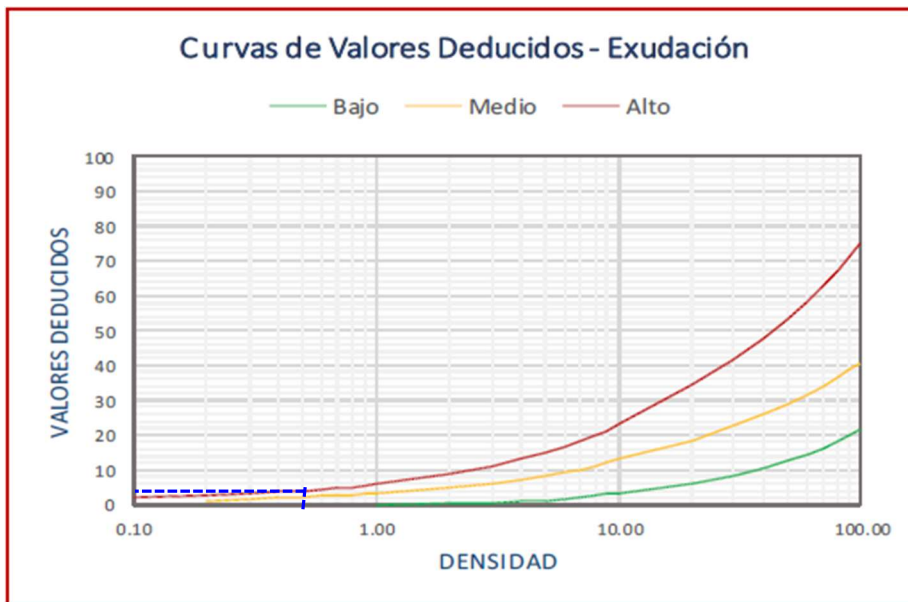


Figura 30: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 4

Densidad : 0.635

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 4.44

4.3.5 VALORES DE LA MUESTRA 5.

Progresiva inicial (Km) : 42+136

Progresiva final (Km) : 42+170

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 5

Tabla 28. *Metrado de fallas y densidad de muestra 5*

MUESTRA 5:		Km 4+170				Area de muestra (m2):			204		
FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)	
			X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid				
A	EX	M	m2	1.45	8.05	0.58	0.52		0.3016	1.4366	0.704
B	EX	M	m2	2.35	13.56	0.95	0.98		0.9310		
C	EX	M	m2	4.65	22.46	0.60	0.34		0.2040		
D	PC	M	m	5.80	25.51	0.32	0.40		0.1280	0.1280	0.063

Tabla 29. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 5.*

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.704	M	0.70	0.704	0.80	2.60	0.19	2.80
PC	0.063	M	NS	0.063	NS	NS	NS	NS

Tabla 30. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 5.*

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
EX	M	m2	0.3016	0.9310	0.2040					1.4366	0.704	2.61
PC	M	m	0.1280							0.1280	0.063	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 5

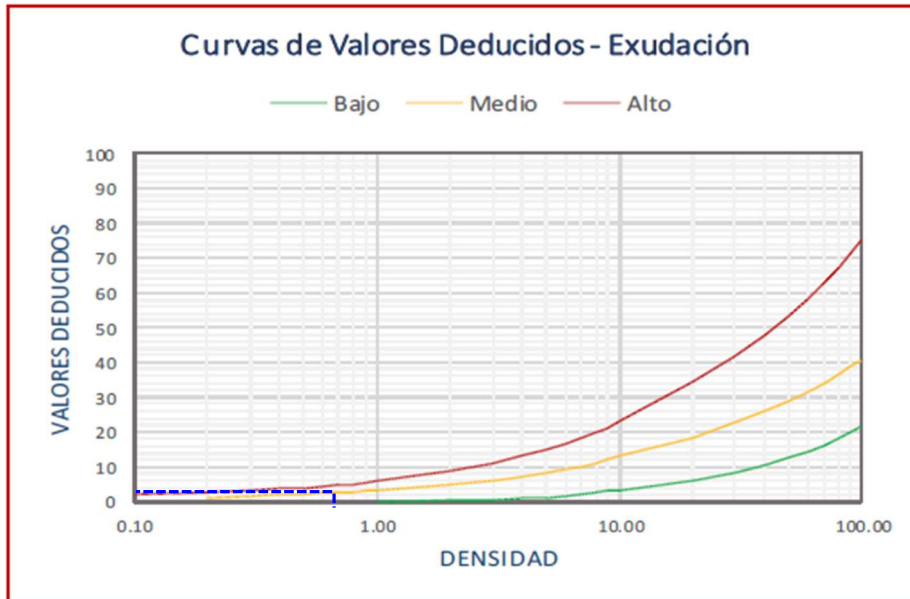


Figura 31: Valor deducido para exudación severidad media muestra 5

Densidad : 0.704

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 2.61

4.3.6 VALORES DE LA MUESTRA 6.

Progresiva inicial (Km) : 42+170

Progresiva final (Km) : 42+204

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 6

Tabla 31. Metrado de fallas y densidad de muestra 6

MUESTRA 6:				Km 4+204				Area de muestra (m2):		204	
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	EX	M	m2	1.52	21.35	0.78	1.32		1.0296	2.3838	1.169
B	EX	M	m2	1.45	22.60	1.22	1.11		1.3542		
C	DAG	H	m2	0.70	27.40	0.35	0.67		0.2345	0.2345	0.115
D	GB	H	m	5.65	32.20	1.38	0.94		1.2972	1.2972	0.636

Tabla 32. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 6.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	1.169	M	1.00	1.169	2.00	3.30	1.41	5.00
DAG	0.115	H	0.10	0.115	0.20	5.70	2.64	8.80
GB	0.636	H	0.60	0.636	0.70	8.40	0.13	8.60

Tabla 33. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 6.

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	M	m2	1.0296	1.3542					2.3838	1.169	3.59
DAG	H	m2	0.2345						0.2345	0.115	6.16
GB	H	m	1.2972						1.2972	0.636	8.47

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 6

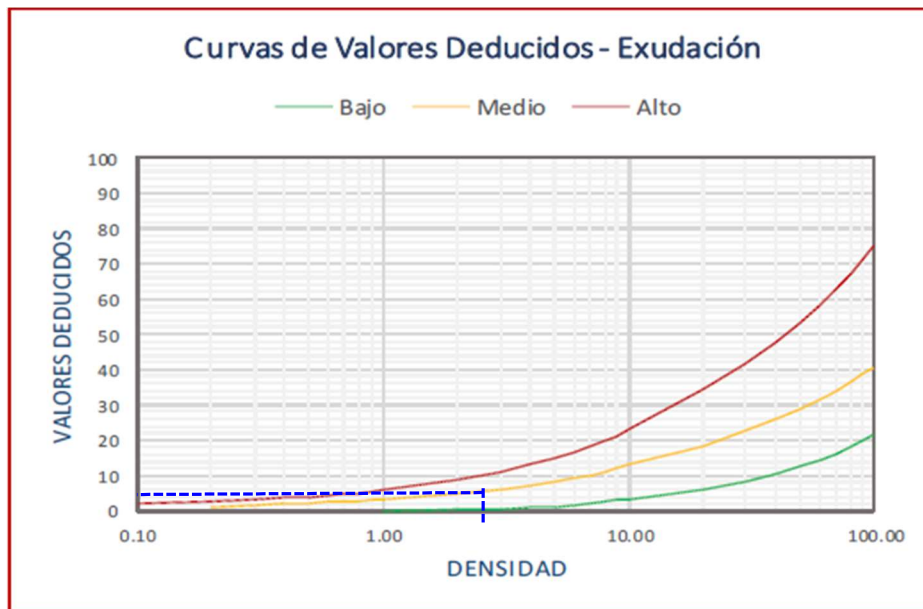


Figura 32: Valor deducido para exudación severidad media muestra 6

Densidad : 1.169

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 3.59

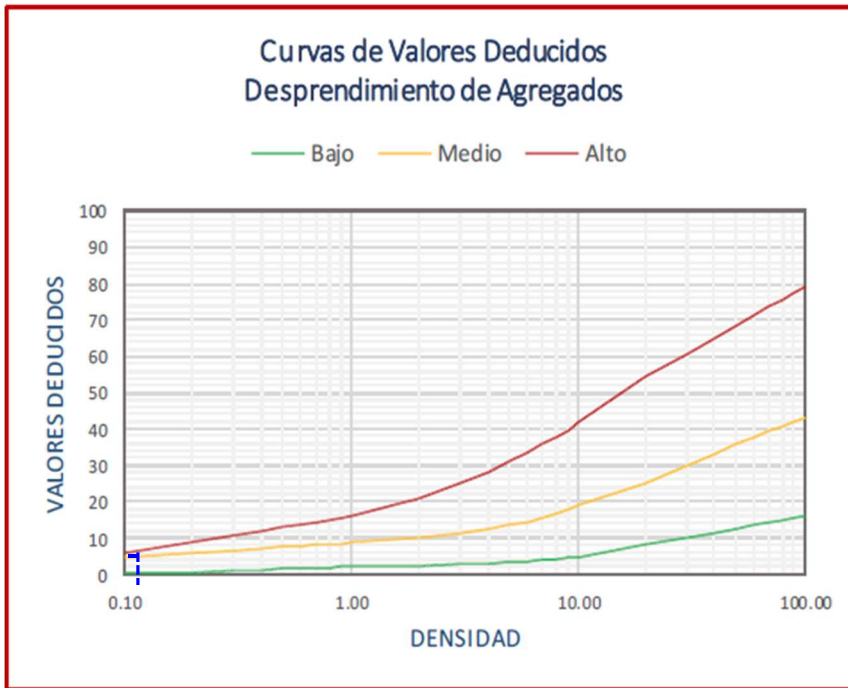


Figura 33: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad alta muestra 6

Densidad : 0.115

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 6.16

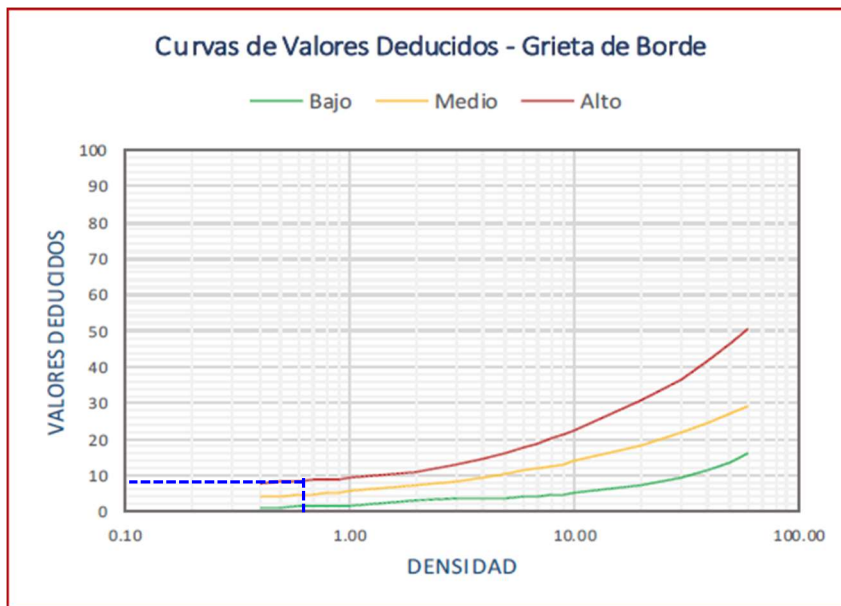


Figura 34: Valor deducido para grieta de borde severidad alta muestra 6

Densidad : 0.636

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 8.47

4.3.7 VALORES DE LA MUESTRA 7.

Progresiva inicial (Km) : 42+204

Progresiva final (Km) : 42+238

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 7

Tabla 34. *Metrado de fallas y densidad de muestra 7*

MUESTRA 7:			Km 4+238			Area de muestra (m2):			204		
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	PC	H	m2	0.62	3.94	1.46	1.32		1.9272	1.9272	0.945
B	EX	M	m2	1.22	18.40	1.22	2.32		2.8304	6.0598	2.970
C	EX	M	m2	0.70	23.92	1.34	2.41		3.2294		
D	DAG	M	m2	0.69	26.31	1.50	1.82		2.7300	2.7300	1.338

Tabla 35. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 7.*

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
PC	0.945	H	0.90	0.945	1.00	28.60	0.72	29.90
EX	2.970	M	2.00	2.970	3.00	5.00	0.03	6.00
DAG	1.338	M	1.00	1.338	2.00	8.90	0.73	10.00

Tabla 36. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 7.*

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	H	m2	1.9272						1.9272	0.945	29.18
EX	M	m2	2.8304	3.2294					6.0598	2.970	5.97
DAG	M	m2	2.7300						2.7300	1.338	9.27

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 7

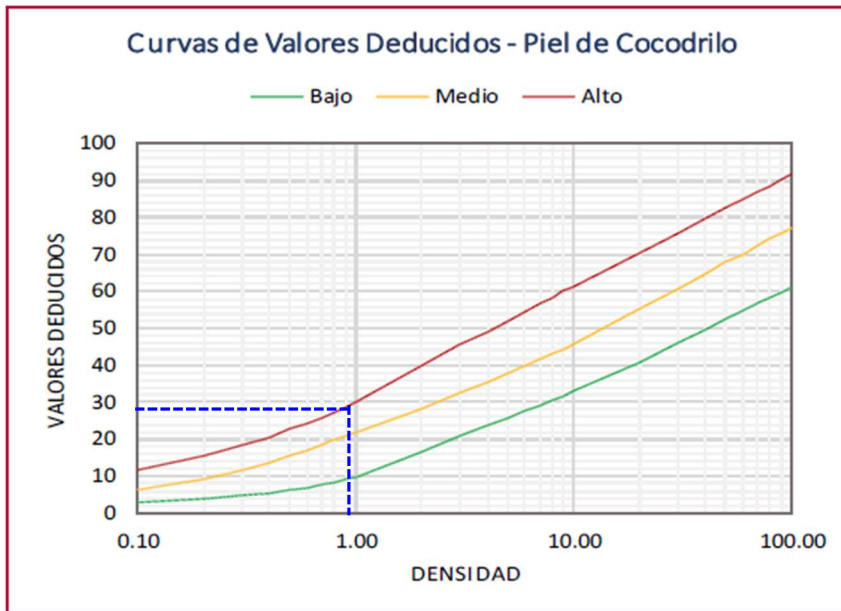


Figura 35: Valor deducido para piel de cocodrilo severidad alta muestra 7

Densidad : 0.945

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 29.18

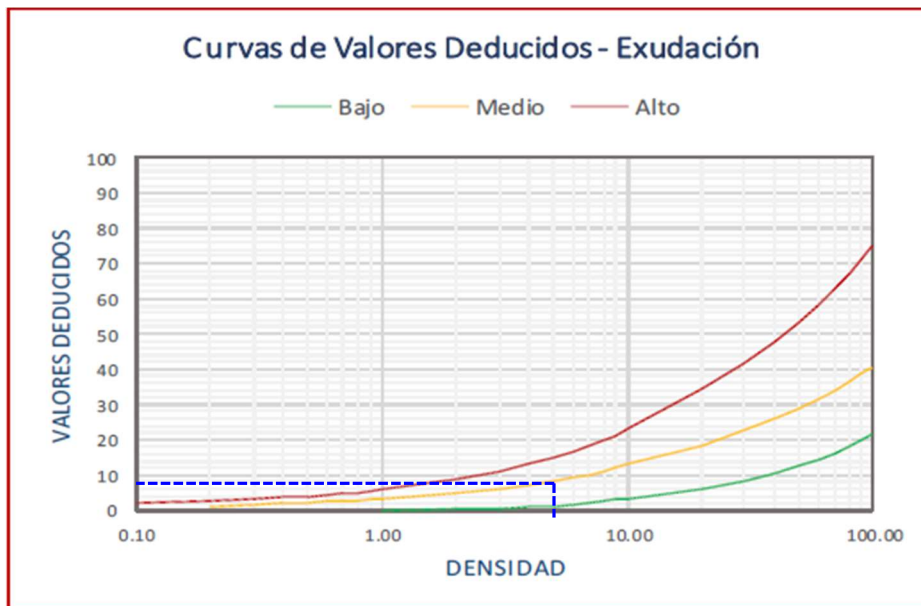


Figura 36: Valor deducido para exudación severidad media muestra 7

Densidad : 2.97
 Nivel de severidad : Media (M)
 Valor deducido por interpolación: 5.97

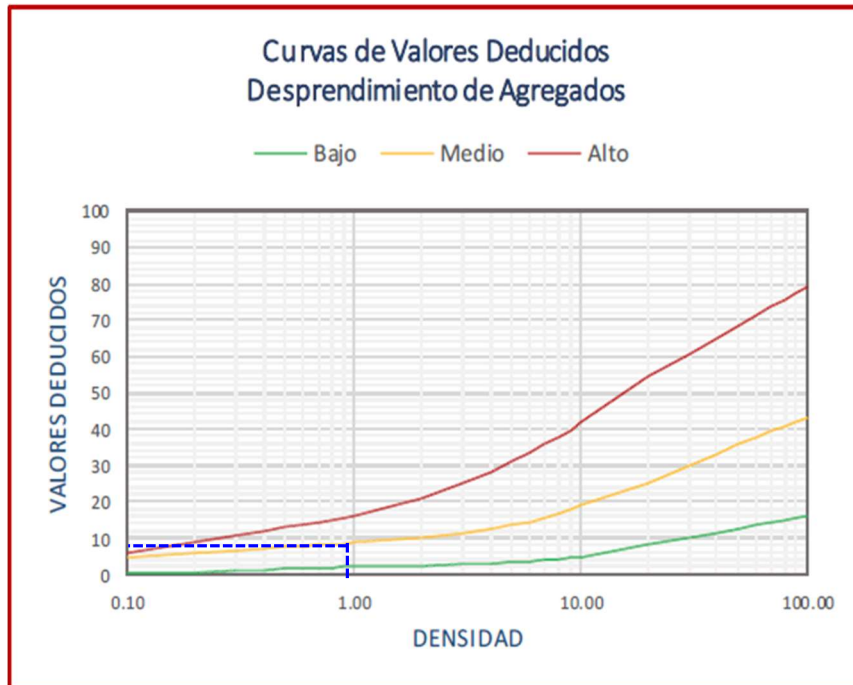


Figura 37: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad media muestra 7

Densidad : 0.945
 Nivel de severidad : Media (M)
 Valor deducido por interpolación: 9.27

4.3.8 VALORES DE LA MUESTRA 8.

Progresiva inicial (Km) : 42+238
 Progresiva final (Km) : 42+272
 Ancho de la vía (m) : 6.00
 Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 8

Tabla 37. Metrado de fallas y densidad de muestra 8

MUESTRA 8:			Km 4+272				Area de muestra (m ²):		204		
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	EX	H	m2	1.34	8.32	0.89	1.55		1.3795	1.3795	0.676
B	HUE	H	unid	5.36	10.23	0.51	0.48		0.2448	0.2448	0.120
C	AHU	H	m2	2.34	30.92	0.67	0.80		0.5360	0.5360	0.263
D	GB	M	m	5.64	32.48	1.32	2.35		3.1020	3.1020	1.521

Tabla 38. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 8.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.676	H	0.60	0.676	0.70	4.30	0.10	4.70
HUE	0.120	H	0.10	0.120	0.20	19.90	5.44	26.70
AHU	0.263	H	0.20	0.263	0.30	12.40	1.38	16.10
GB	1.521	M	1.00	1.521	2.00	5.50	0.77	7.10

Tabla 39. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 8

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	H	m2	1.3795						1.3795	0.676	4.60
HUE	H	unid	0.2448						0.2448	0.120	21.26
AHU	H	m2	0.5360						0.5360	0.263	14.72
GB	M	m	3.1020						3.1020	1.521	6.33

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 8

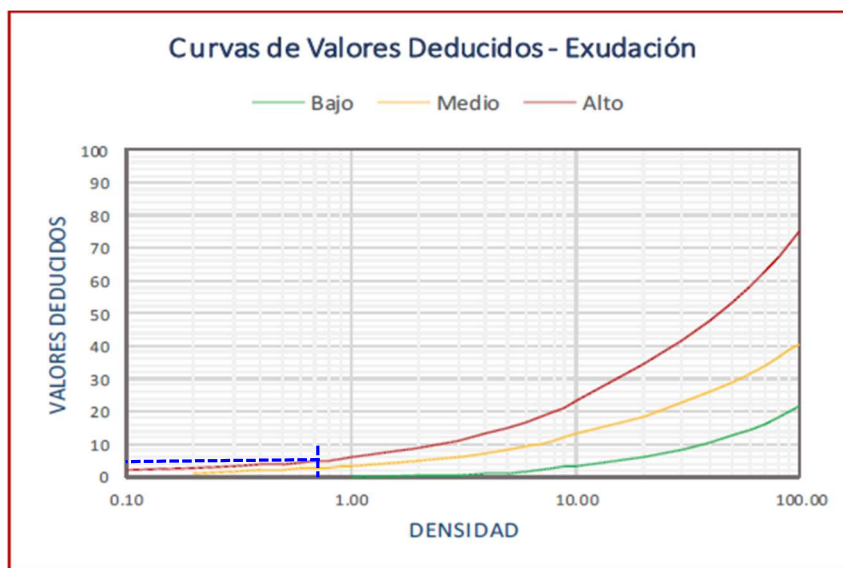


Figura 38: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 8

Densidad : 0.676

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 4.60



Figura 39: Valor deducido para huecos severidad alta muestra 8

Densidad : 0.120

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 21.26

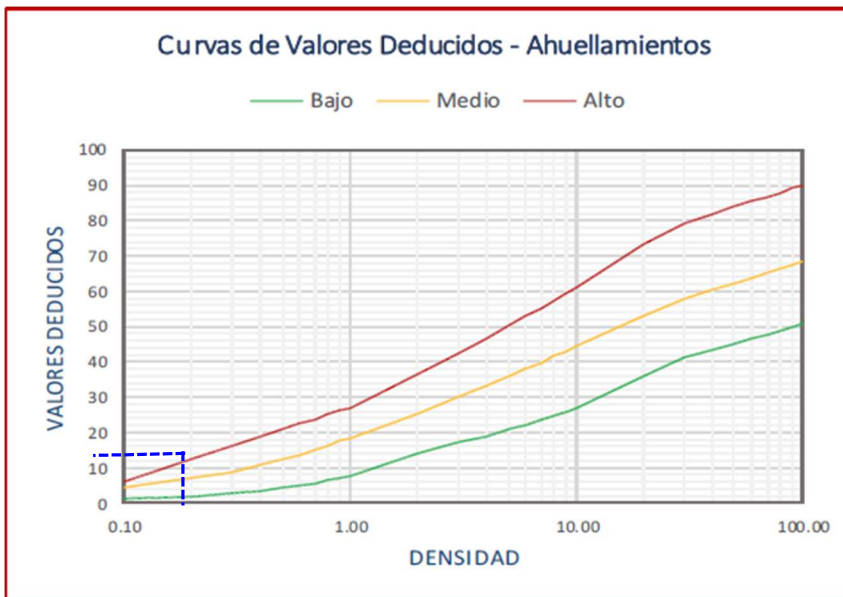


Figura 40: Valor deducido para ahuellamientos severidad alta muestra 8

Densidad : 0.263

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 14.72

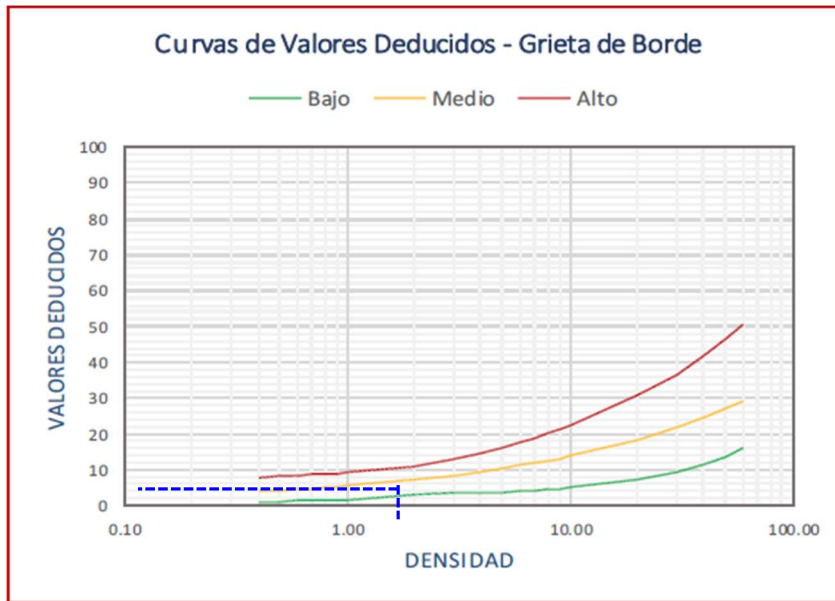


Figura 41: Valor deducido para grietas de borde severidad media muestra 8

Densidad : 1.521

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 6.33

4.3.9 VALORES DE LA MUESTRA 9.

Progresiva inicial (Km) : 42+272

Progresiva final (Km) : 42+306

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Cálculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 9

Tabla 40. Metrado de fallas y densidad de muestra

MUESTRA 9:		Km 4+306				Area de muestra (m2):			204		
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	PC	H	m2	0.56	3.50	1.15	0.88		1.0120	1.0120	0.496
B	EX	H	m2	3.36	7.36	1.62	0.35		0.5670	0.5670	0.278
C	EX	M	m2	5.46	10.62	0.9	0.44		0.3960	1.4240	0.698
D	EX	M	m2	2.32	15.35	0.88	0.65		0.5720		
E	EX	M	m2	5.61	22.50	1.2	0.38		0.4560		
F	EX	L	m2	5.48	24.40	0.65	0.61		0.3965	0.3965	0.194
G	GLT	M	m	0.6	32.45	1.09	0.34		0.3706	0.3706	0.182
H	DAG	M	m2	1.69	33.98	0.74	0.42		0.3108	0.3108	0.152

Tabla 41. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 9.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
PC	0.496	H	0.40	0.496	0.50	20.60	0.08	22.60
EX	0.278	H	0.20	0.278	0.30	2.70	0.09	3.10
EX	0.698	M	0.60	0.698	0.70	2.40	0.00	2.60
EX	0.194	L	NS	0.194	NS	NS	NS	NS
GLT	0.182	M	NS	0.182	NS	NS	NS	NS
DAG	0.152	M	0.10	0.152	0.20	4.40	0.62	5.70

Tabla 42. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 9

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	H	m2	1.0120						1.0120	0.496	22.52
EX	H	m2	0.5670						0.5670	0.278	3.01
EX	M	m2	0.3960	0.5720	0.4560				1.4240	0.698	2.60
EX	L	m2	0.3965						0.3965	0.194	NS
GLT	M	m	0.3706						0.3706	0.182	NS
DAG	M	m2	0.3108						0.3108	0.152	5.08

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 9

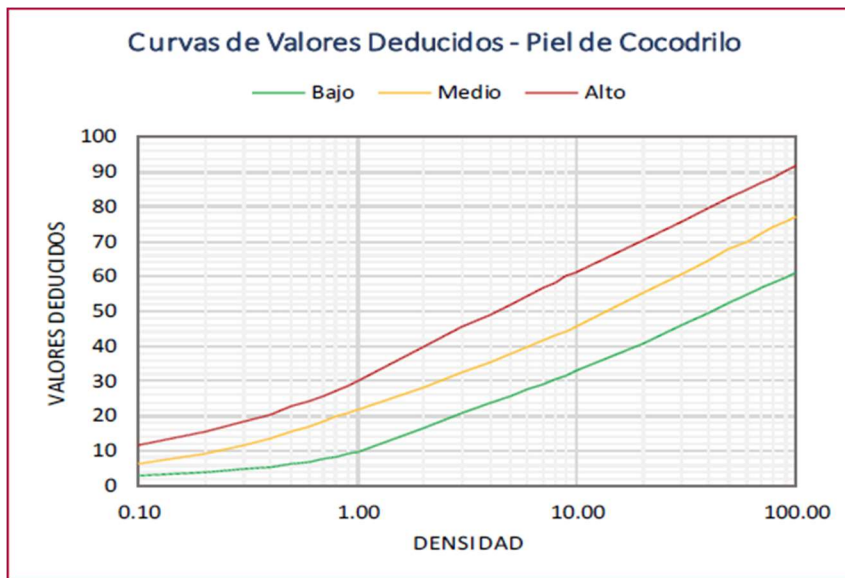


Figura 42: Valor deducido para piel de cocodrilo severidad alta muestra 9

Densidad : 0.496

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 22.52

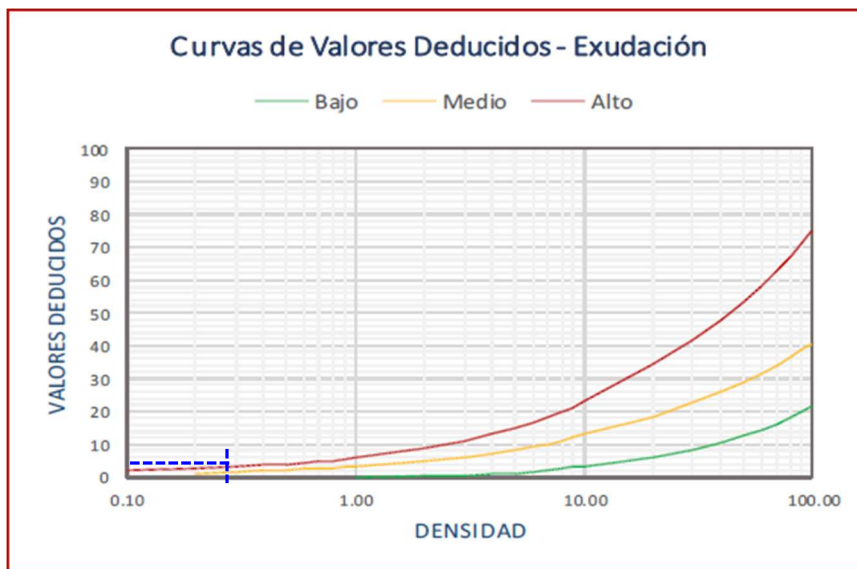


Figura 43: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 9

Densidad : 0.278

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 3.01

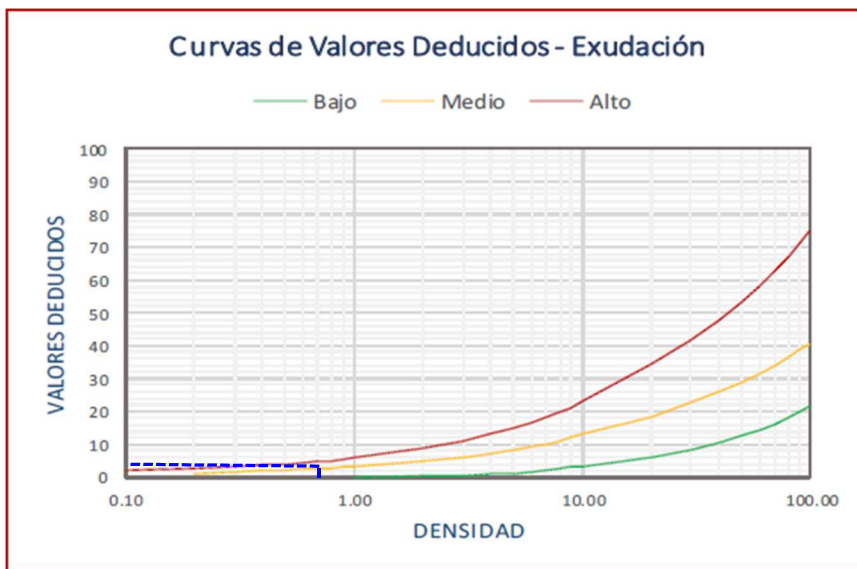


Figura 44: Valor deducido para exudación severidad media muestra 9

Densidad : 0.698

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 2.60

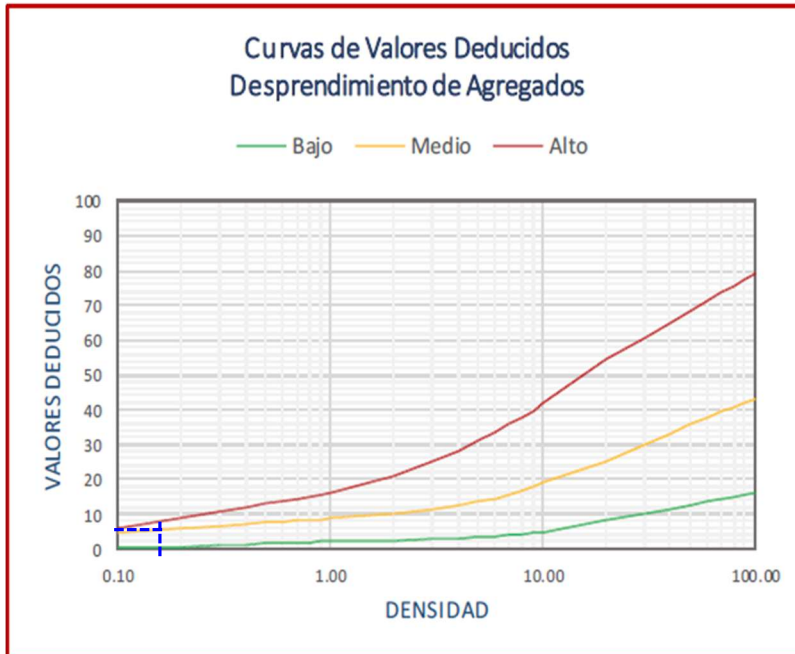


Figura 45: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad media muestra 9

Densidad : 0.152

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 5.08

4.3.10 VALORES DE LA MUESTRA 10.

Progresiva inicial (Km) : 42+306

Progresiva final (Km) : 42+340

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 10

Tabla 43. *Metrado de fallas y densidad de muestra*

MUESTRA 10:			Km 4+340				Area de muestra (m ²):		204		
FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)	
			X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid				
A	EX	M	m2	1.12	8.65	1.10	1.65		1.8150	3.1260	1.532
B	EX	M	m2	1.15	12.95	0.95	1.38		1.3110		
C	GB	H	m	0.45	15.64	0.68	0.46		0.3128	0.3128	0.153
D	DAG	H	m2	1.32	26.57	0.47	0.88		0.4136	0.4136	0.203

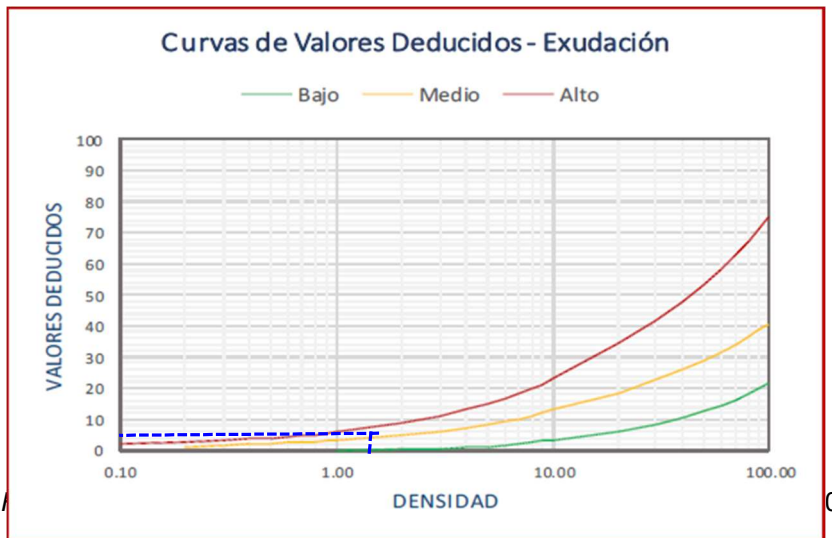
Tabla 44. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 10.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	1.532	M	1.00	1.532	2.00	3.30	0.80	5.00
GB	0.153	H	NS	0.153	NS	NS	NS	NS
DAG	0.203	H	0.20	0.203	0.30	5.70	0.78	6.50

Tabla 45. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 10

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	M	m2	1.8150	1.3110					3.1260	1.532	4.21
GB	H	m	0.3128						0.3128	0.153	NS
DAG	H	m2	0.4136						0.4136	0.203	5.72

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 10



Densidad : 1.532

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 4.21

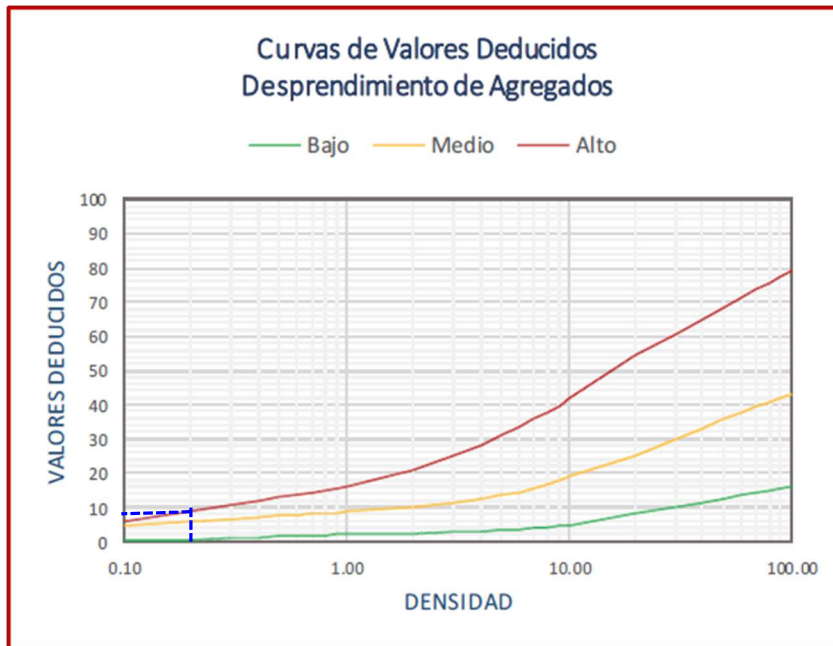


Figura 47: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad alta muestra 10

Densidad : 0.203

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 5.72

4.3.11 VALORES DE LA MUESTRA 11.

Progresiva inicial (Km) : 42+340

Progresiva final (Km) : 42+374

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 11

Tabla 46. Medrado de fallas y densidad de muestra

MUESTRA 11:		Km 4+374				Area de muestra (m2):			204		
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	EX	M	m2	1.25	20.32	1.69	2.03		3.4307	4.0709	1.996
B	EX	M	m2	0.94	25.23	0.97	0.66		0.6402		
C	PA	H	m2	1.64	27.15	0.35	0.45		0.1575	0.1575	0.077
D	AHU	M	m2	1.32	32.64	0.68	0.28		0.1904	0.1904	0.093

Tabla 47. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 11.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	1.996	M	1.00	1.996	2.00	3.30	0.01	5.00
PA	0.077	H	NS	0.077	NS	NS	NS	NS
AHU	0.093	M	NS	0.093	NS	NS	NS	NS

Tabla 48. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 11

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	M	m2	3.4307	0.6402					4.0709	1.996	4.99
PA	H	m	0.1575						0.1575	0.077	NS
AHU	M	m2	0.1904						0.1904	0.093	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 11

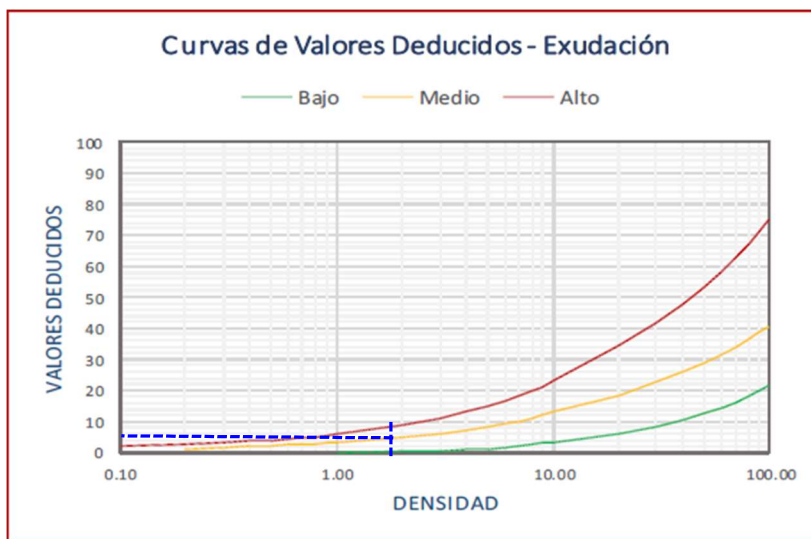


Figura 48: Valor deducido para exudación severidad media muestra 11

Densidad : 1.996

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 4.99

4.3.12 VALORES DE LA MUESTRA 12.

Progresiva inicial (Km) : 42+374

Progresiva final (Km) : 42+408

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 12

Tabla 49. *Metrado de fallas y densidad de muestra 12*

MUESTRA 12:		Km 4+408				Area de muestra (m2):				204	
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	PC	M	m2	1.35	15.32	1.11	1.86		2.0646	2.0646	1.012
B	DAG	M	m2	5.62	16.78	0.55	0.76		0.4180	0.4180	0.205
C	GLT	H	m	4.85	22.68	1.15	0.28		0.3220	0.3220	0.158

Tabla 50. *Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 12.*

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
PC	1.012	M	1.00	1.012	2.00	22.00	6.13	28.20
DAG	0.205	M	0.20	0.205	0.30	5.70	0.76	6.50
GLT	0.158	H	NS	0.158	NS	NS	NS	NS

Tabla 51. *Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 12*

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PC	M	m2	2.0646						2.0646	1.012	22.07
DAG	M	m2	0.4180						0.4180	0.205	5.74
GLT	H	m	0.3220						0.3220	0.158	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 12

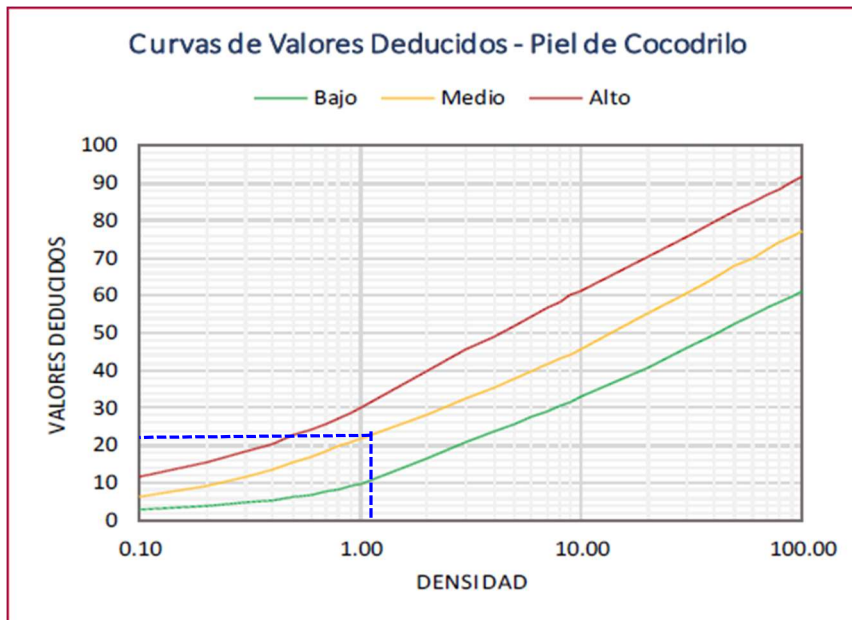


Figura 49: Valor deducido para piel de cocodrilo severidad media muestra 12

Densidad : 1.012

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 22.07

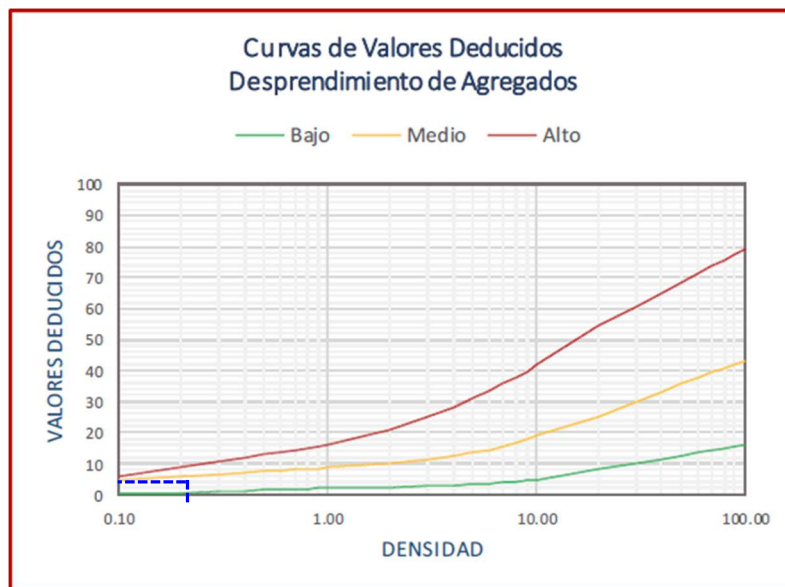


Figura 50: Valor deducido para desprendimiento de agregados severidad media muestra 12

Densidad : 0.205

Nivel de severidad : Media (M)

Valor deducido por interpolación: 5.74

4.3.13 VALORES DE LA MUESTRA 13.

Progresiva inicial (Km) : 42+408

Progresiva final (Km) : 42+442

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 13

Tabla 52. Metrado de fallas y densidad de muestra 13

MUESTRA13:			Km 4+442						Area de muestra (m2):		204	
FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)		
			X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid					
A	EX	H	m2	0.56	3.50	1.15	0.88		1.0120	1.5790	0.774	
B	EX	H	m2	3.36	7.36	1.62	0.35		0.5670			
C	EX	M	m2	5.46	10.62	0.9	0.44		0.3960	1.4240	0.698	
D	EX	M	m2	2.32	15.35	0.88	0.65		0.5720			
E	EX	M	m2	5.61	22.50	1.2	0.38		0.4560			
F	HUE	L	m2	5.48	24.40	0.13	0.34		0.0442	0.0442	0.022	
G	GB	M	m	0.6	32.45	0.3	0.20		0.0600	0.0600	0.029	

Tabla 53. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 13.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.774	H	0.70	0.774	0.80	4.70	0.10	5.10
EX	0.698	M	0.60	0.698	0.70	2.40	0.00	2.60
HUE	0.022	L	NS	0.022	NS	NS	NS	NS
GB	0.029	M	NS	0.029	NS	NS	NS	NS

Tabla 54. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 13

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	H	m2	1.0120	0.5670					1.5790	0.774	5.00
EX	M	m2	0.3960	0.5720	0.4560				1.4240	0.698	2.60
HUE	L	m2	0.0442						0.0442	0.022	NS
GB	M	m2	0.0600						0.0600	0.029	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 13

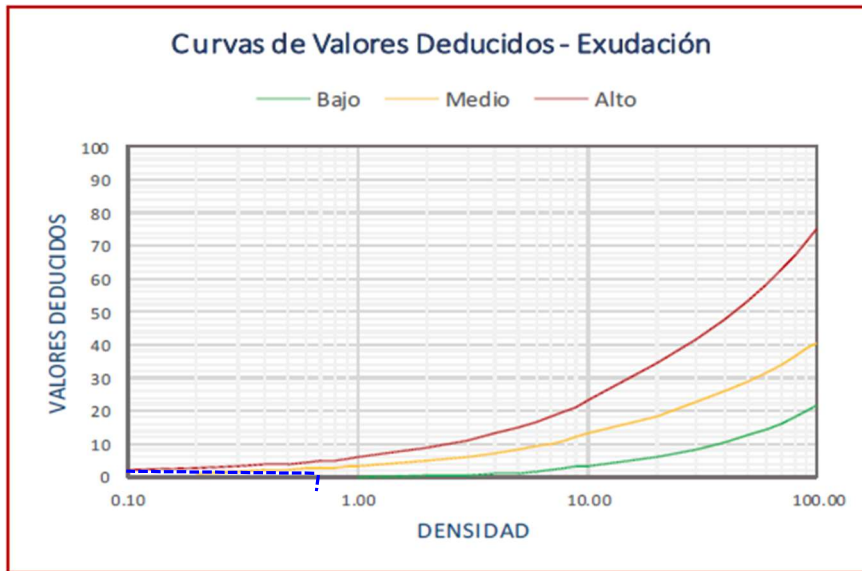
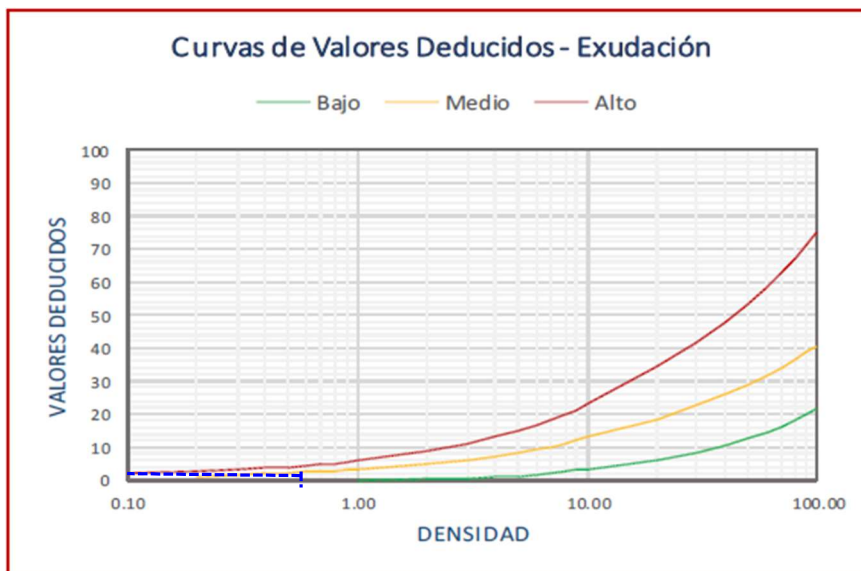


Figura 51: Valor deducido para exudación severidad alta muestra 13

Densidad : 0.774

Nivel de severidad : Alta (H)

Valor deducido por interpolación: 5.00



Densidad : 0.698

Nivel de severidad : Media (L)

Valor deducido por interpolación: 2.60

4.3.14 VALORES DE LA MUESTRA 14.

Progresiva inicial (Km) : 42+442

Progresiva final (Km) : 42+476

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 204 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 14

Tabla 55. Metrado de fallas y densidad de muestra 14

MUESTRA 14:			Km 4+476						Area de muestra (m2):		204
FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)	
			X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid				
A	EX	M	m2	4.65	15.32	0.65	0.83		0.5395	0.5395	0.264
B	DAG	H	m2	0.70	30.78	0.15	0.25		0.0375	0.0375	0.018

Tabla 56. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 14.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.264	M	0.20	0.264	0.30	0.80	0.21	1.40
DAG	0.018	M	NS	0.018	NS	NS	NS	NS

Tabla 57. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 14

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	M	m2	0.5395						0.5395	0.264	1.19
DAG	M	m2	0.0375						0.0375	0.018	NS

b) Valores deducidos por nomograma PCI para muestra 14

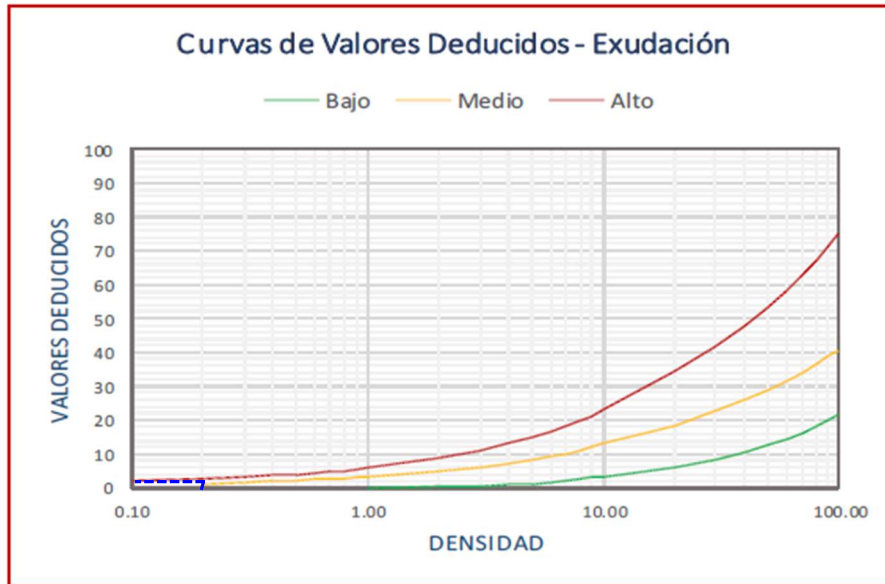


Figura 53: Valor deducido para exudación severidad media muestra 14

Densidad : 0.264

Nivel de severidad : Media (L)

Valor deducido por interpolación: 1.19

4.3.15 VALORES DE LA MUESTRA 15.

Progresiva inicial (Km) : 42+476

Progresiva final (Km) : 42+510

Ancho de la vía (m) : 6.00

Área de la muestra : 264 m²

a) Calculo analítico de Valores deducidos PCI para muestra 15

Tabla 58. Metrado de fallas y densidad de muestra 15

MUESTRA 14:		Km 4+476				Area de muestra (m2):				204	
	FALLA	SEVERIDAD	UNID	UBICACIÓN		LONGITUD/AREA/UNIDAD			PARCIAL	TOTAL	Densidad (%)
				X(m)	Y(m)	L (m)	A (m)	Unid			
A	EX	M	m2	4.65	15.32	0.65	0.83		0.5395	0.5395	0.264
B	DAG	H	m2	0.70	30.78	0.15	0.25		0.0375	0.0375	0.018

Tabla 59. Valores de PCI interpolados para las fallas muestra 15.

FALLA	DENSIDAD CALCULADO	NIVEL SEVER	POR TABLA					
			DENSIDAD POR TABLA			VALOR DEDUCIDO EN TABLA		
			MIN	MEDIO	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX
EX	0.264	M	0.20	0.264	0.30	0.80	0.21	1.40
DAG	0.018	M	NS	0.018	NS	NS	NS	NS

Tabla 60. Valores deducidos de PCI para las fallas muestra 15

FALLA	SEVERIDAD	UNID	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
EX	M	m2	0.5395							0.5395	0.264	1.19
DAG	M	m2	0.0375							0.0375	0.018	NS

Tabla 61. Resumen general de áreas

MUESTRA	SEVERIDAD	PROGRESIVA															SUB TOTAL	TOTAL
		4000	4034	4068	4102	4136	4170	4204	4238	4272	4306	4340	4374	4408	4442	4476		
PC	H		1.513						1.927	1.0120						0.1568	4.6086	8.3888
	M						0.128								2.065		2.1926	
	L			1.588													1.5876	
EX	H				0.218	4.440				1.38	0.5670				1.5790	0.270	8.4539	31.8802
	M		1.209		1.0780		1.437	2.384	6.06	1.4240	3.1260	4.071		1.4240	0.54	22.751		
	L		0.278							0.397							0.6749	
DAG	H							0.235			0.414				0.038		0.6856	4.867
	M				0.133				2.7300	0.311			0.418				3.5914	
	L		0.5900														0.59	
GLT	H		0.2256	0.7780										0.322			1.3256	1.6962
	M									0.371							0.3706	
	L																0	
PA	H		0.3600										0.1575				0.5175	0.7515
	M																0	
	L			0.2340													0.234	
HUE	H								0.2448								0.2448	0.4463
	M			0.005	0.1520												0.1573	
	L												0.044				0.0442	
AHU	H								0.5360								0.536	0.8783
	M			0.152								0.19					0.3423	
	L																0	
GB	H						1.297				0.3128						1.61	4.915
	M			0.1430					3.102					0.0600			3.305	
	L																0	

4.4 Determinación de Valores deducidos corregidos (VDC)

Para el cálculo del número máximo de valores deducidos se utilizó la siguiente formulación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Los números menores a 2 se descartan por su insignificancia

4.4.1 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 1

Progresiva: 4+000 – 4+034

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 3

Valores deducido más alto (HVDi) : 26.48

Número máximo de valores deducidos (mi) : 3

Tabla 62. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 1

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	26.48	8.56	2.38			37.421	3	22.19
2	26.48	8.56	2			37.041	2	27.63
3	26.48	2	2			30.481	1	30.48
INTERPOLACION DE VALORES						C. MAX=	100	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
30.00	37.421	40.00	17.00	1.81	24.00	22.19	77.81	Muy bueno
30.00	37.041	40.00	22.00	2.37	30.00	27.63	72.37	Muy bueno
30.00	30.481	40.00	30.00	9.52	40.00	30.48	69.52	Bueno

4.4.2 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 2

Progresiva: 4+034 – 4+068

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 1

Valores deducido más alto (HVDi) : 8.23

Número máximo de valores deducidos (mi) : 1

Tabla 63. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 2

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	8.23					8.230	1	8.23
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	8.230	10.00	0.00	1.77	10.00	8.23	91.77	Excelente

4.4.3 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 3

Progresiva: 4+068 – 4+102

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 2

Valores deducido más alto (HVDi) : 2.24

Número máximo de valores deducidos (mi) : 2

Tabla 64. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 3

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	2.24	2.19				4.430	2	4.43
2	2.24	2				4.240	1	4.24
3								
INTERPOLACION DE VALORES						C. MAX=	100	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	4.430	10.00	0.00	5.57	10.00	4.43	95.57	Excelente
0.00	4.240	10.00	0.00	5.76	10.00	4.24	95.76	Excelente

4.4.4 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 4

Progresiva: 4+102 – 4+136

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 2

Valores deducido más alto (HVDi) : 4.44

Número máximo de valores deducidos (mi) : 2

Tabla 65. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 4

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	4.44	2.19				6.630	2	6.63
2	4.44	2				6.440	1	6.44
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	6.630	10.00	0.00	3.37	10.00	6.63	93.37	Excelente
0.00	6.440	10.00	0.00	3.56	10.00	6.44	93.56	Excelente

4.4.5 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 5

Progresiva: 4+136 – 4+170

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 2

Valores deducido más alto (HVDi) : 2.61

Número máximo de valores deducidos (mi) : 2

Tabla 66. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 5

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	2.61	2.19				4.800	2	4.80
2	2.61	2				4.610	1	4.61
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	4.800	10.00	0.00	5.20	10.00	4.80	95.20	Excelente
0.00	4.610	10.00	0.00	5.39	10.00	4.61	95.39	Excelente

4.4.6 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 6

Progresiva: 4+170 – 4+204

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 3

Valores deducido más alto (HVDi) : 8.47

Número máximo de valores deducidos (mi) : 3

Tabla 67. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 6

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	8.47	6.16	3.59			18.220	3	8.22
2	8.47	6.16	2			16.630	2	11.47
3	8.47	2	2			12.470	1	12.47
INTERPOLACION DE VALORES						C. MAX=	100	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
18.00	18.220	20.00	8.00	1.78	10.00	8.22	91.78	Excelente
12.00	16.630	18.00	8.00	1.03	12.50	11.47	88.53	Excelente
12.00	12.470	18.00	12.00	5.53	18.00	12.47	87.53	Excelente

4.4.7 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 7

Progresiva: 4+204 – 4+238

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 3

Valores deducido más alto (HVDi) : 29.18

Número máximo de valores deducidos (mi) : 3

Tabla 68. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 7

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	29.18	9.37	5.97			44.520	3	27.16
2	29.18	6.16	2			37.340	2	27.87
3	29.18	2	2			33.180	1	33.18
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
42.00	44.520	50.00	25.40	3.84	31.00	27.16	72.84	Muy bueno
30.00	37.340	40.00	22.00	2.13	30.00	27.87	72.13	Muy bueno
30.00	33.180	40.00	30.00	6.82	40.00	33.18	66.82	Bueno

4.4.8 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 8

Progresiva: 4+238 – 4+272

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 3

Valores deducido más alto (HVDi) : 21.26

Número máximo de valores deducidos (mi) : 3

Tabla 69. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 8

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	21.26	14.72	6.33	4.6		46.910	4	23.84
2	21.26	14.72	6.33	2		44.310	3	27.02
3	21.26	14.72	2	2		39.980	2	29.98
4	21.26	2	2	2		27.260	1	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
42.00	46.910	50.00	20.40	2.16	26.00	23.84	76.16	Bueno
42.00	44.310	50.00	25.40	3.98	31.00	27.02	72.98	Bueno
30.00	39.980	40.00	22.00	0.02	30.00	29.98	70.02	Regular
25.00	27.260	28.00	25.00	0.74	28.00	27.26	72.74	Bueno

4.4.9 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 9

Progresiva: 4+272 – 4+306

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 4

Valores deducido más alto (HVDi) : 22.52

Número máximo de valores deducidos (mi) : 4

Tabla 70. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 9

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	22.52	5.08	3.01	2.60		33.210	4	14.25
2	22.52	5.08	3.01	2		32.610	3	18.83
3	22.52	5.08	2	2		31.600	2	23.28
4	21.26	2	2	2		27.260	1	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
30.00	33.210	40.00	12.00	4.75	19.00	14.25	85.75	Bueno
30.00	32.610	40.00	17.00	5.17	24.00	18.83	81.17	Bueno
30.00	31.600	40.00	22.00	6.72	30.00	23.28	76.72	Bueno
25.00	27.260	28.00	25.00	0.74	28.00	27.26	72.74	Bueno

4.4.10 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 10

Progresiva: 4+306 – 4+340

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 2

Valores deducido más alto (HVDi) : 5.72

Número máximo de valores deducidos (mi) : 2

Tabla 71. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 10

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	5.72	4.21	0	0.00		9.930	2	NS
2	5.72	2				7.720	1	7.72
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	9.930	10.00	NS	NS	NS	NS	NS	NS
0.00	7.720	10.00	0.00	2.28	10.00	7.72	92.28	Excelente

4.4.11 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 11

Progresiva: 4+340 – 4+374

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 1

Valores deducido más alto (HVDi) : 4.99

Número máximo de valores deducidos (mi) : 1

Tabla 72. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 11

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	4.99	0.00	0.00	0.00		4.990	1	4.99
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	4.990	10.00	0.00	5.01	10.00	4.99	95.01	Excelente

4.4.12 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 12

Progresiva: 4+374 – 4+408

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 2

Valores deducido más alto (HVDi) : 22.07

Número máximo de valores deducidos (mi) : 2

Tabla 73. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 12

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	22.07	5.74				27.810	2	20.25
2	22.07	2				24.070	1	24.07
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
25.00	27.810	28.00	18.00	0.15	20.40	20.25	79.75	Muy bueno
20.00	24.070	25.00	20.00	0.93	25.00	24.07	75.93	Muy bueno

4.4.13 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 13

Progresiva: 4+408 – 4+442

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 2

Valores deducido más alto (HVDi) : 5

Número máximo de valores deducidos (mi) : 2

Tabla 74. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 13

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	5.00	2.60				7.600	2	NS
2	5.00	2				7.000	1	NS
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
NS	7.600	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NS	7.000	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

4.4.14 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 14

Progresiva: 4+442 – 4+476

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 1

Valores deducido más alto (HVDi) : 1.19

Número máximo de valores deducidos (mi) : 1

Tabla 75. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 14

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	1.19	0				1.190	1	1.19
INTERPOLACION DE VALORES						C. MAX=	100	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	1.190	10.00	0.00	8.81	10.00	1.19	98.81	Excelente

4.3.1 Valores corregidos y condición de pavimento muestra 15

Progresiva: 4+476 – 4+510

Numero de valores deducidos > 2 (q) : 1

Valores deducido más alto (HVDi) : 2.36

Número máximo de valores deducidos (mi) : 1

Tabla 76. Valores deducidos corregidos y PCI muestra 15

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	2.36	0				2.360	2	2.36
INTERPOLACION DE VALORES						C. MAX=	100	
POR TABLA						NUEVO VCD (X)	PCI	CONDIC ESTADO PAVIM
VALOR DEDUCIDO TOTAL			VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (q)					
MIN	VDT	MAX	MIN	MEDIO (Y)	MAX			
0.00	2.360	10.00	0.00	7.64	10.00	2.36	97.64	Excelente

CONCLUSIONES

1. Dando respuesta al objetivo general se define que el estado de conservación de la carretera interoceánica es aceptable debido a que los resultados de evaluación por el método aplicado determinaron que solo algunos tramos o sectores están con un estado de conservación regular y bueno, esto se debe a las intervenciones oportunas de las autoridades y técnicos encargados del mantenimiento de la estructura de circulación. Es de suponer que el diseño de la mezcla asfáltica y los materiales utilizados fueron producto de experiencias en la ejecución de obras similares.
2. El objetivo específico uno fue caracterizar el estado actual del pavimento, de acuerdo a los resultados generados por el método indica que la mayoría de las muestra especificadas tienen estados o niveles aceptables. Es preciso mencionar que el método y sus procedimientos tienen buen grado de confiabilidad, principalmente por la caracterización de las 19 fallas observados experimentalmente en la mayoría de las carreteras asfálticas.
3. Respecto al objetivo específico número dos, relacionado a la clasificación de los daños en el pavimento, el uso de este procedimiento en la definición de las patologías estructurales, permite identificar a los daños en varios niveles, desde el más bajo hasta los casos extremos que requieren intervención. De igual manera determinar el estado de conservación de los tramos evaluados.
4. El objetivo específico tres menciona determinar la condición del pavimento, respecto a ello, luego de las evaluaciones analíticas utilizando el método PCI se menciona que el está actual de la carretera aceptable tendrá una vigencia de por lo menos algunos años más, luego del cual requerirá realizar mantenimiento, principalmente a la presencia de huecos y desprendimiento

de agregados tal como se observó en los resultados y en la inspección visual en campo.

5. En respuesta al objetivo específico final, respecto a la formulación de propuestas técnicas es preciso mencionar que, las autoridades locales y regionales deban implementar equipos especializados de intervención oportuna, considerando tomar en cuenta las propuestas como, utilización de materiales selectos de alta performance y durabilidad por tratarse de una vía de carácter internacional, por otro lado hacer uso de maquinaria y tecnología de vanguardia respecto a la conservación de la estructura vial, finalmente tratar de implementar tecnologías adecuadas para el volumen creciente de flujo vehicular, como un pavimento más silencioso, ecológico, sostenible y ampliamente señalizado para elevar la categoría actual a niveles y características de una vía de primera calidad.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a las características observadas en la carretera, y a su ubicación en una zona de gran altura donde los niveles térmicos son extremos sería muy conveniente realizar proyectos de vegetación en los márgenes de la carretera con el objetivo de reducir o minimizar las temperaturas frías que deterioran el ligante de los agregados, causales del envejecimiento y pérdida de capacidad aglutinante del asfalto, esto conduce a reducir la vida útil de la estructura.
- Muchos sectores o tramos no cuentan con sistemas de alcantarillado o desfogue del agua en periodos de lluvia, esto origina la filtración hacia la base y sub base, consecuentemente la erosión de estas estructuras, que posteriormente generan desprendimiento de material en los bordes de la calzada.
- La inspección in situ permitió determinar la falta del control del flujo vehicular y el transporte de carga pesada, estos son factores muy influyentes de la destrucción progresiva de la estructura vial, se recomienda que las autoridades locales y del ministerios de transportes sean los más interesados en la conservación de esta obra que beneficia a las poblaciones vinculadas a su explotación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Libros

1. ACKOFF, Roberto. The design of social research. Chicago: University of Chicago, 1967.
2. VASQUEZ, Luis. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto carreteras. INGEPAV Ingeniería de pavimentos. Manizales - Colombia. 2002.
3. BUENO, Eramis. La investigación científica, Teoría y metodología. Universidad Autónoma de Zacatecas, México 2003. 110 pp.
4. GONZALEZ, Roberto, YLL, Mario, CURIEL, Lilian. Metodología de la investigación científica para las ciencias técnicas. Universidad Camilo Cien Fuegos – Matanzas, Cuba, 2013. 57 pp.
5. Williams, M., Grinnell, R. M., & Unrau, Y. A. (2005). Case levels design. En R. M. Grinnell & Y. A. Unrau (Eds.), Social work: Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches (7.a ed., pp. 171-184). New York: Oxford University Press.

Trabajos de titulación:

1. HURTADO, William. “Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento de la avenida Abdón calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha”. Tesis de pregrado. Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2016. 3p.
2. BULLON, Kenneth. Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 93p.
3. APOLINARIO, Edwin. Innovación del método VIZIR en estrategia de conservación y mantenimiento de carreteras de bajo volumen de tránsito. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 145p.

4. DEL CASTILLO, Rafael. Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 102p.
5. LEGUIA Paola, & PACHECO Hanz. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres, 2016. 174p.
6. MARRUGO, Camilo. Evaluación de las metodologías VIZIR como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Tesis de pregrado. Bogotá, Colombia: Universidad Militar de Nueva Granada, 2014. 30p.
7. ZELADA, Luis. Diseño de 1 km de pavimento flexible, carretera Juliaca Puno. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019. 90p.
8. SIERRA, Cristian. & RIVAS, Andrés. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (DG 78 BIS SUR – Calle 84 Sur) en la UPZ Yomasa. Tesis de pregrado. Bogotá, Colombia: Universidad Católica del Colombia, 2016. 106p.
9. TINEO, Ivellise. Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento – Av. Canto Grande. Tesis de pregrado; Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2019. 106p.
10. ZEVALLOS, Rafael. Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca”. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 102p.
11. RIOS, Orlando & BULLON Kenneth., Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 150p.
- 12.

Electrónicos:

6. INVIAS (2020), Manual de Capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles., Recuperado de <https://bit.ly/3AaXUDX>. (Fecha de consulta: 30 de junio de 2021).
7. Vecchio, Worby (2018), Los baches aumentan el riesgo de accidentes automovilísticos., Recuperado de <https://bit.ly/2PVYt2d>. (Fecha de consulta: 06 de abril de 2021).
8. Beltrán & Romo (2011), Estimación de .módulos elásticos en pavimentos usando redes neuronales artificiales Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087 (Fecha de consulta: 23 de octubre del 2020)
9. Significados.com (2021), Tipos de investigación. Disponible en: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/> (Fecha de consulta: 02 de mayo del 2021)

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) para determinar el nivel de conservación de la carretera Interoceánica, Puno 2021”

Autores: AQUINO CHUQUI George Luis, TORRES MAMANI Joel Vladimir.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) determinaría el nivel de conservación de la carretera interoceánica, Puno 2021?	OBJETIVO PRINCIPAL Determinar el nivel de conservación de la carretera interoceánica mediante la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI)	HIPÓTESIS NO APLICA	VI: • Evaluación superficial.	• Características físicas	• Daños y defectos	METODO DE INVESTIGACION: Científico Inductivo
PROBLEMA SECUNDARIO N° 1 ¿Con los indicadores generados se caracterizaría el estado actual del pavimento utilizando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) ?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 1 Caracterizar el estado actual del pavimento utilizando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) mediante indicadores especificados.		VD: • Nivel de conservación.	• Cualitativa	• Atributo	DISEÑO DE INVESTIGACION: Descriptivo simple M O
PROBLEMA SECUNDARIO N° 2 ¿Con los tipos de daños observados se clasificaría la severidad de los daños del pavimento empleando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) ?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 2 Clasificar la severidad de los daños del pavimento empleando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) por medio de los tipos de daños		VI: • Indicadores	• Medidas	• unidades	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada
PROBLEMA SECUNDARIO N° 3 ¿Con la calificación de los daños se definiría la condición del pavimento utilizando la evaluación por métodos divergentes a través de la calificación de los daños.	OBJETIVO SECUNDARIO N° 3 Definir la condición del pavimento utilizando la evaluación por métodos divergentes a través de la calificación de los daños.		VD: • Estado actual	• Condición	• Atributo	NIVEL DE INVESTIGACIÓN Descriptivo-explicativo
PROBLEMA SECUNDARIO N° 4 ¿Con la comparación de resultados se formularia las propuestas técnicas de intervención más apropiadas aplicando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) ?.	OBJETIVO SECUNDARIO N° 4 Formular las propuestas técnicas de intervención más apropiadas aplicando la evaluación por el método Pavement Condition Index (PCI) en base a los resultados.		VI: • Tipos de daños	• Característica	• Atributo	POBLACIÓN Carretera interoceánica
			VD: • Severidad de daños	• Nivel	• Atributo	MUESTRA Tramo seleccionado carretera Interoceánica
			VI: • Calificación de daños	• Categoría	• Atributo	TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS: Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.
			VD: • Condición de pavimento	• Estado	• Atributo	TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: Evaluación por método PCI
			VI: • Resultados	• Variable	• Unidades	
			VD: • Propuestas técnicas	• Acciones	• Labores	

ANEXO 1

Matriz de evaluación de fallas en pavimentos flexibles

N°	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					I	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	m ²	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación	EX	m ²	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m ²	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
5	Corrugación	COR	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
6	Depresión	DEP	m ²	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm
7	Grieta de Borde	GB	m	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido
				Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Agrietamiento	bajo	medio	severo
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Grieta con relleno			
9	Desnivel Carril Berma	DN	m	Elevación entre el borde del pavimento y la berma	25mm < h < 51mm	51mm < h < 102mm	h > 102mm
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s < 10mm	10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas aleatorias	s > 76mm rodeado por grietas aleatorias de severidad M o H
11	Parcheo	PA	m ²	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	baja	media	alta
12	Pulimento de Agregados	PU	m ²	Grado de pulimento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)
13	Huecos	HUE	unidad	Huecos con diámetro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm < d < 203mm h < 25.4mm	102mm < d < 203mm h > 50.8mm	203mm < d < 457mm h > 50.8mm
					102mm < d < 203mm 25.4mm < h < 50.8mm	203mm < d < 457mm 25.4mm < h < 50.8mm	457mm < d < 762mm 25.4mm < h < 50.8mm
					203mm < d < 457mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h < 25.4mm	457mm < d < 762mm h > 50.8mm
				Huecos con diámetro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A/0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
15	Ahuellamientos	AHU	m ²	Profundidad media del ahuellamiento (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm
16	Desplazamientos	DES	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
17	Grieta Parabólica	GP	m ²	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm
				Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
18	Hinchamiento	HN	m ²	Severidad del tránsito	baja	media	alta
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m ²	Desprendimientos	bajo	regular	considerable
				Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y ahuecada	Muy rugosa y severamente ahuecada
					No puede penetrarse con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

ANEXO 2

Identificación de daños en la carpeta asfáltica y en la base

FALLAS Y DAÑOS EN LA CARPETA ASFALTICA																					
TRAMO DE LA CARRETERA : CARRETERA INTEROCEANICA PUNO-MOQUEGUA												ESTACION : otoño									
SENTIDO : DOBLE SENTIDO												DIA : LUNES									
UBICACIÓN : KM 42+000 - 42+500 - LARAQUERI												FECHA : 17-05-2021									
DAÑOS EN CARPETA ASFALTICA																					
	PROM	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11							
				6.85	Largo	0.45	0.35	0.4	1.2	0.8	0.5	0.75	0.4	0.6	0.9	0.5					
HUECOS	0.442	7.4	Ancho	0.6	0.55	0.7	0.8	0.75	0.6	0.5	0.55	0.65	1.05	0.65							
		4.858	Area	0.27	0.193	0.28	0.96	0.6	0.3	0.375	0.22	0.39	0.945	0.325							
	PROM	Total	Nume	1	2	3	4														
				69.5	Largo	21.5	21.5	17	9.5												
				8.05	Ancho	1.2	1.3	2.8	2.75												
EXUDACION	31.87	127.5	Area	25.8	27.95	47.6	26.125														
	PROM	Total	Nume	1	2	3	4														
				9.6	Largo	1.6	3.5	2.6	1.9												
				1.45	Ancho	0.3	0.4	0.35	0.4												
AHUELLAMIENTO	0.888	3.55	Area	0.48	1.4	0.91	0.76														
	PROM	Total	Nume	1	2	3	4	5													
				63.3	Largo	20.8	14.5	6	17	5											
				1.9	Ancho	0.1	0.5	0.1	0.7	0.5											
DESPRENDIMIENTO	4.866	24.33	Area	2.08	7.25	0.6	11.9	2.5													
DAÑOS EN LA BASE																					
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
DESNIVELES	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
GRIETAS L y T	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
DEPRESIONES	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5													
				63	Largo	20.8	14.5	6	17	5											
				1.9	Ancho	0.1	0.5	0.1	0.7	0.5											
GRIETAS EN BORDE	4.9	24	Area	2.1	7.3	0.6	11.9	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
HINCHAMIENTOS	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
CORRUGACIONES	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
ABULTAMIENTO	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	PRO	Total	Nume	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
				0	Largo																
				0	Ancho																
AHUELLAMIENTO	0	0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

POR PROCESOS CONSTRUCTIVOS																		
EXUDACION	PROF	Total	Numero	1	2	3	4											
		70	Largo	21.5	21.5	17	9.5											
	32	8.1	Ancho	1.2	1.3	2.8	2.75											
		127	Area	26	28	47.6	26.13											
DESPRENDIMIENTO	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5										
		63	Largo	20.8	14.5	6	17	5										
	4.9	1.9	Ancho	0.1	0.5	0.1	0.7	0.5										
		24	Area	2.1	7.3	0.6	11.9	2.5										
PARCHES	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		84	Largo	0.7	0.35	0.8	0.65	0.7	1.5	0.8	1.2	1.2	0.8	0.9	0.25	0.75	1.4	0.5
	0.7	76	Ancho	0.85	0.6	0.75	0.5	0.45	0.6	0.7	0.5	0.6	1.05	0.6	0.35	0.7	2.6	0.6
		72	Area	0.6	0.2	0.6	0.325	0.3	0.9	0.6	0.6	0.7	0.8	0.5	0.1	0.53	3.64	0.3
HUECOS	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
		6.9	Largo	0.45	0.35	0.4	1.2	0.8	0.5	0.75	0.4	0.6	0.9	0.5				
	0.4	7.4	Ancho	0.6	0.55	0.7	0.8	0.75	0.6	0.5	0.55	0.65	1.05	0.65				
		4.9	Area	0.3	0.2	0.28	0.96	0.6	0.3	0.4	0.2	0.4	0.9	0.3				

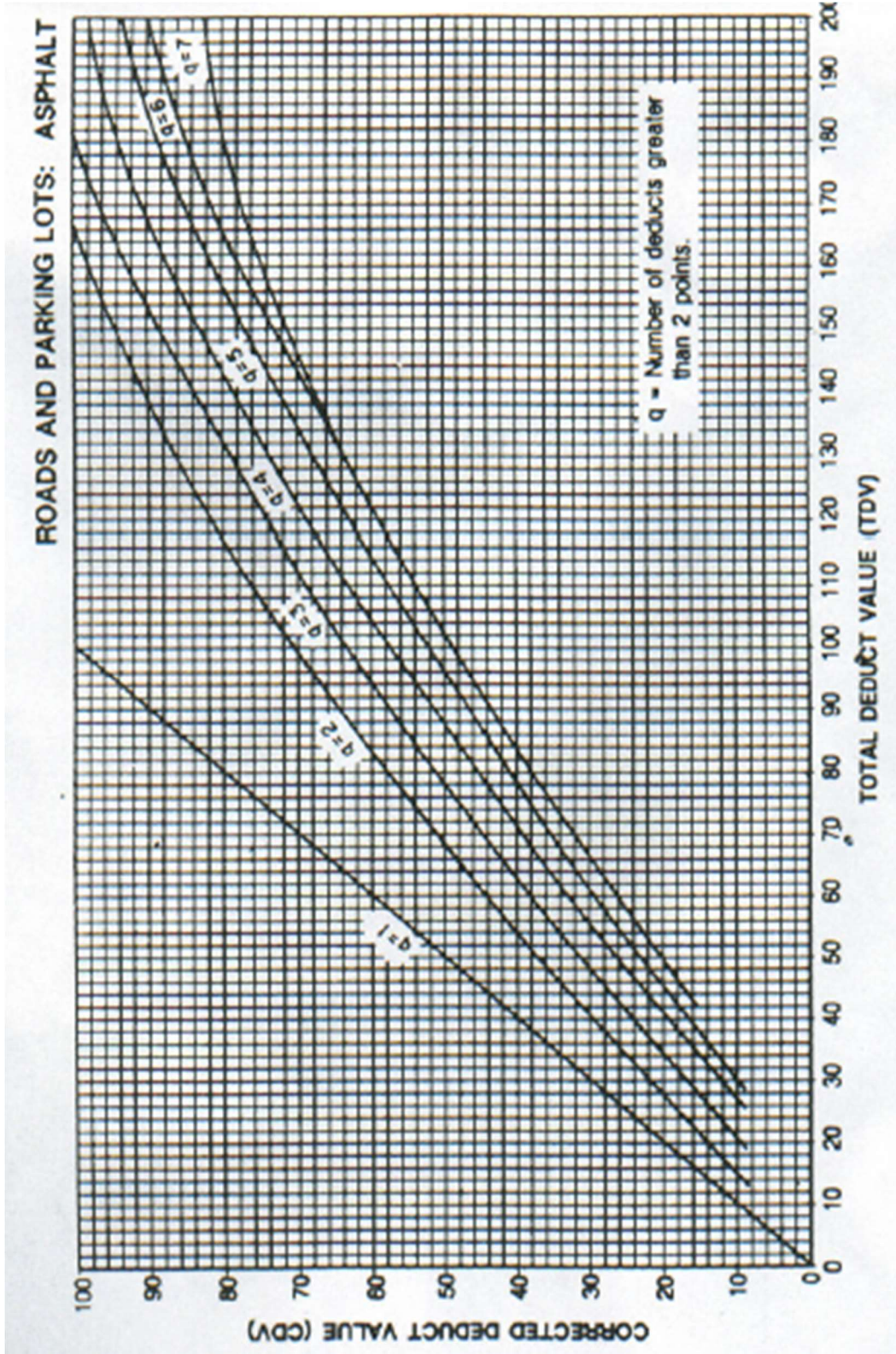
POR CARGA APLICADA																		
PIEL DE COCODRILO	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		151	Largo	2.8	4.2	8.5	5.2	0.9	3.5	11.5	6	7.2	4.4	16.8	8.7	4.2	8.5	6
	8.4	28	Ancho	0.65	0.85	1.5	2.1	0.7	1.8	1.45	1.2	0.7	0.9	1.25	0.85	0.6	1.5	2.1
		193	Area	1.8	3.6	12.8	10.92	0.6	6.3	17	7.2	5	4	21	7.4	2.52	12.8	12.6
GRIETAS L y T	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		153	Largo	1.6	2.3	2.1	1.6	3.4	2.5	1.9	1.4	0.8	1.3	2.2	0.9	2.4	2.1	3.2
	1.7	91	Ancho	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		153	Area	1.6	2.3	2.1	1.6	3.4	2.5	1.9	1.4	0.8	1.3	2.2	0.9	2.4	2.1	3.2
DESPRENDIMIENTO	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5										
		63	Largo	20.8	14.5	6	17	5										
	4.9	1.9	Ancho	0.1	0.5	0.1	0.7	0.5										
		24	Area	2.1	7.3	0.6	11.9	2.5										
DESPLAZAMIENTO	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		0	Largo															
	0	0	Ancho															
		0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALISADO DE AGREGADOS	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		0	Largo															
	0	0	Ancho															
		0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRIETAS PARABOLICAS	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		0	Largo															
	0	0	Ancho															
		0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HUECOS	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
		6.9	Largo	0.45	0.35	0.4	1.2	0.8	0.5	0.75	0.4	0.6	0.9	0.5				
	0.4	7.4	Ancho	0.6	0.55	0.7	0.8	0.75	0.6	0.5	0.55	0.65	1.05	0.65				
		4.9	Area	0.3	0.2	0.28	0.96	0.6	0.3	0.4	0.2	0.4	0.9	0.3				

POR FACTORES CLIMATICOS																		
AGRIETAMIENTOS EN BORDES	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5										
		63	Largo	20.8	14.5	6	17	5										
	4.9	1.9	Ancho	0.1	0.5	0.1	0.7	0.5										
		24	Area	2.1	7.3	0.6	11.9	2.5										
GRIETAS EN DEFLECCION	PROF	Total	Numero	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		0	Largo															
	0	0	Ancho															
		0	Area	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 3: Índice de condición de pavimento para superficie asfáltica

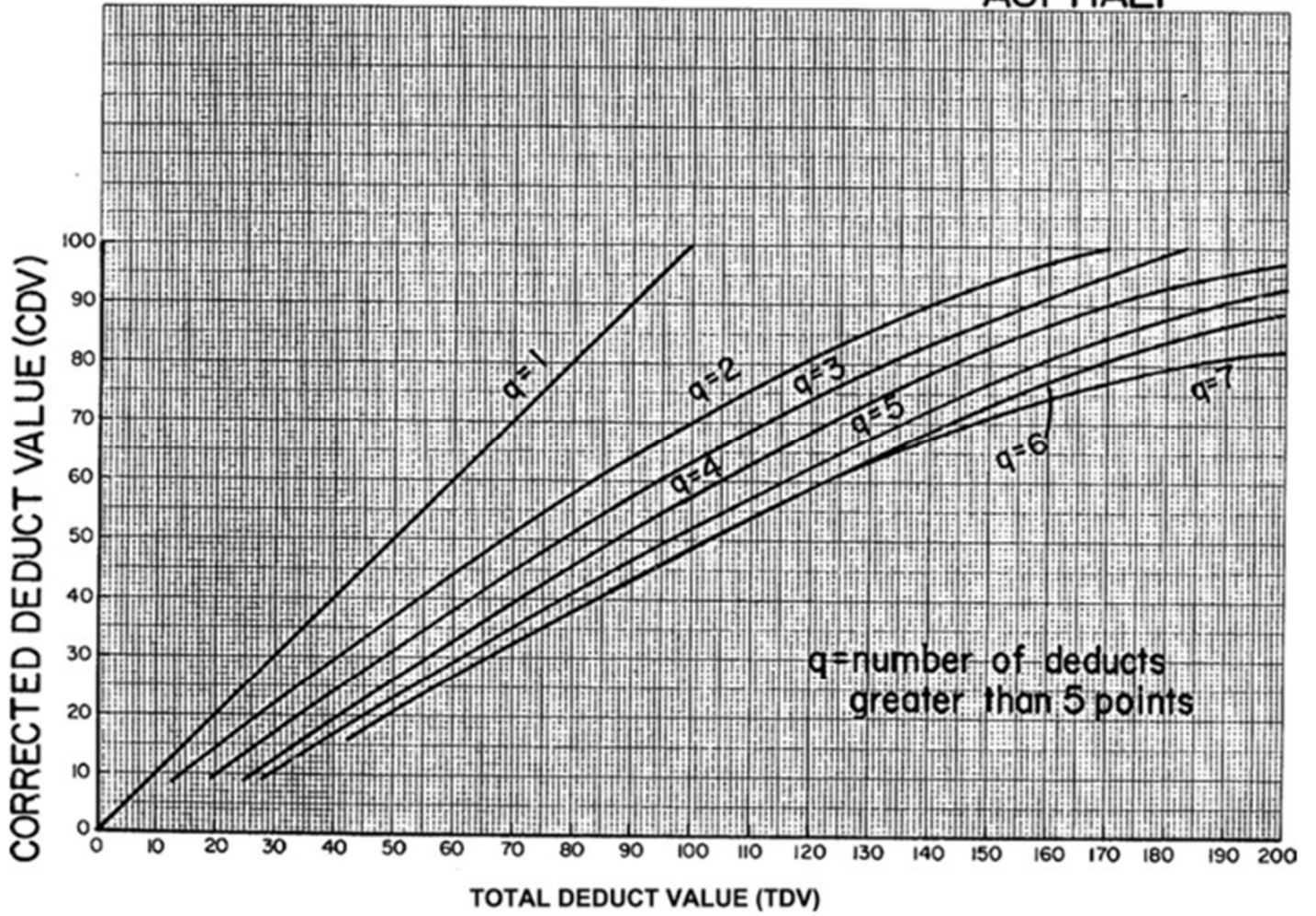
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			
INSPECCIONADA POR	FECHA	<input type="text"/>			
<input type="text"/>					
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)

ANEXO 4: VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)



ANEXO 5: Corrected Deduct Value Curve (Valor Deducido del Daño)

ASPHALT



Fuente: <https://bit.ly/3beVE3x>

ANEXO 6. TABLAS DE VALORES DEDUCIDOS PCI (VD)

1. Piel de cocodrilo

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	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	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	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	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

2. Exudación

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

3. Agrietamiento en bloque

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.40	3.90
0.70		0.80	4.70
0.80		1.20	5.40
0.90		1.50	6.20
1.00	0.00	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

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
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

5. Corrugaciones

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

6. Depresiones

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
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	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
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

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

7. Grietas de borde

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

8. Grietas de reflexión de junta

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.10
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.20	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

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	8.60
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	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
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	5.60
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	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

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	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	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	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
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	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

12. Pulimento de agregados

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		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

13. Huecos

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.0
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
15.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		

14. Cruce de vía férrea

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	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

15. Ahuellamiento

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.90	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90

16. Desplazamiento

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		2.20	8.00
0.20		3.10	9.63
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

17. Grietas parabólicas

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
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	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	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	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	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	37.80
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	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
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			

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

19. desprendimiento de agregados

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

Valores deducidos corregidos (VDC)

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

Fuente. Leguía & Pacheco (2016)

ANEXO 7. PANEL FOTOGRAFICO



