



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
(Sustentación de Caso)

**“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN
DEL ESTADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS PRINCIPALES CALLES
DE LA AA.VV. DOS DE FEBRERO - DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN – 2019”.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR (ES): BACH. ALATA LAULATE JACKELIN MILAGROS
BACH. RUIZ PAREDES HENRY

ASESOR: Ing. CALEB RIOS VARGAS, M.Sc.

Tarapoto – San Martín – San Martín – Perú

2019

DEDICATORIA

A mis padres: Marita y Marcos, ya que ellos fueron mi más grande inspiración y mi fortaleza para seguir adelante y lograr este desafío y meta, A mi novio Yuri Williams por el apoyo brindado en mi carrera, y siempre motivarme a seguir adelante, A mis queridos hermanos: Iván Paolo, Marco Antonio, André Pool, por ser un apoyo y un ejemplo constante de superación.

Jackelin Milagros Alata Laulate

A mis Queridos Padres: Gerardo Ruiz Navarro y Celmith Paredes Mendoza, quienes me apoyaron siempre en todas las etapas de mi vida, quienes me formaron como persona de bien para la sociedad; a mis hijos, Mark Owen, Tiffany Yannira y Henryver Luz Fernanda, quienes son mi inspiración y fortaleza durante mi vida diaria, y a todos que de una y otra manera me brindaron su apoyo para lograr mi carrera Universitaria.

Henry Ruiz Paredes.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos su amor incondicional y por habernos otorgado la oportunidad de convertirnos en grandes seres humanos, por habernos guiado en los buenos y malos momentos y permitirnos salir triunfantes de cada obstáculo que se nos presentó en la vida.

A nuestros padres por el constante apoyo y paciencia que mostraron durante el desarrollo del proyecto, de tesina a nuestros hermanos por sus consejos para no rendirnos jamás y amigos por la ayuda brindada en este proyecto.

A nuestro asesor el M. Sc. Ing. Caleb Ríos Vargas, por su apoyo y orientación constante en todo el proceso de desarrollo de este proyecto de tesina.



Universidad Científica del Perú

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 553 -2019- UCP - FCEI del 10 de julio de 2019, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Luz Claudia Navarro del Águila, Mtra. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo. | Miembro |
| • Ing. Artemio del Águila Panduro. | Miembro |

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 19:00 pm, del día miércoles 17 de julio de 2019, en las instalaciones de la **UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

“APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS PRINCIPALES CALLES DE LA AA.VV. DOS DE FEBRERO – DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019”

Presentado por las sustentantes:

JACKELIN MILAGROS ALATA LAULATE y HENRY RUIZ PAREDES.

Asesora: Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc.

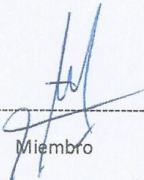
Como requisito para optar el título profesional de: Ingeniero Civil.

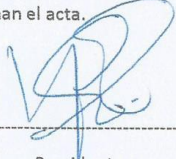
Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: RESUELTAS

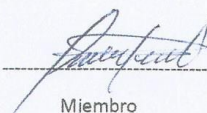
El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: APROBADO POR MAYORÍA

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.


Miembro

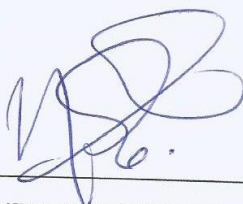

Presidente


Miembro

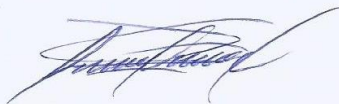
CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 – 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12

APROBACIÓN

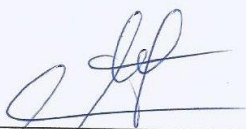
Trabajo de suficiencia profesional sustentada en acto público el día 17 de julio a las 19:00 pm del 2019.



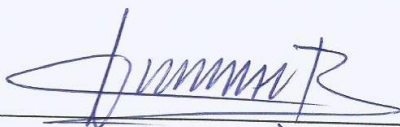
Ing. LUZ CLAUDIA NAVARRO DEL ÁGUILA, Mtra.
PRESIDENTE DEL JURADO



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ARTEMIO DEL ÁGUILA PANDURO
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. CALED RIOS VARGAS, M. Sc.
ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	13
II.	OBJETIVOS.....	14
	2.1. Objetivo General.....	14
	2.2. Objetivos Específicos.....	14
III.	MARCO REFERENCIAL.....	15
	3.1. Antecedentes de la Investigación.....	15
	3.1.1. Internacionales.....	15
	3.1.2. Nacionales.....	19
	3.1.3. Regionales.....	21
	3.2. Definiciones Teóricas.....	22
	3.2.1. Definición de Pavimento.....	22
	3.2.2. Clasificación de pavimentos.....	23
	3.2.3. Estructura del pavimento.....	26
	3.2.4. Carpeta Asfáltica.....	26
	3.2.3.2. Base.....	26
	3.2.3.3. Subbase.....	26
	3.2.3.4. Subrasante.....	27
	3.2.4. Fallas en pavimentos urbanos flexibles.....	28
	3.2.5. MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).....	45
	3.2.6. FALLAS, NIVELES DE SEVERIDAD Y UNIDAD DE MEDIDA.....	46
	3.2.6.1. Piel de cocodrilo.....	46
	3.2.6.2. Exudación.....	47
	3.2.6.3. Fisuras en bloque.....	47
	3.2.6.4. Abultamientos y hundimientos.....	48
	3.2.6.5. Corrugación.....	49
	3.2.6.6. Depresión.....	50
	3.2.6.7. Fisura de borde.....	50
	3.2.6.8. Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales).....	51
	3.2.6.9. Desnivel carril – berma.....	51
	3.2.6.10. Fisuras longitudinales y transversales.....	52
	3.2.6.11. Parches y parches de cortes utilitarios.....	53
	3.2.6.12. Agregado pulido.....	54
	3.2.6.13. Baches.....	54
	3.2.6.14. Ahuellamiento.....	55
	3.2.6.15. Desplazamiento.....	56
	3.2.6.16. Fisura parabólica o por deslizamiento.....	56
	3.2.6.17. Hinchamiento.....	57
	3.2.6.18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.....	57
	3.2.7. METODO DE VISIÓN INSPECCIÓN DE ÁREAS Y RUTAS DE RIESGO (VIZIR).....	58
	3.2.7.1. Determinación del Índice de Deterioro Superficial, Is”.....	59

3.3.	Definiciones Conceptuales.....	65
IV.	METODOLOGIA.....	66
4.1.	Método de Estudio.....	66
4.1.1.	Métodos.....	66
4.1.2.	Procedimiento para la Inspección del Pavimento Flexible.....	66
4.1.3.	Metodologías de evaluación funcional y estructural.....	67
4.2.	Escenario Cultural.....	68
4.2.1.1.	Ubicación Política.....	68
4.2.1.2.	Ubicación Geográfica.....	68
4.3.	Población y Muestra.....	70
4.3.1.	Población.....	70
4.3.2.	Muestra.....	70
4.4.	Materiales.....	71
4.4.1.	Materiales.....	71
4.4.1.1.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	71
4.5.	Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos.....	71
4.5.1.	Técnica de Recolección de Datos.....	71
4.5.2.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	71
4.5.3.	Procesamiento de datos y análisis estadísticos.....	71
V.	RESULTADOS.....	73
5.1.	Determinación del Índice del estado del Pavimento.....	73
5.1.1.	Resultados del tramo 01 Jr. Los Vencedores C-01 a la C-06.....	73
5.1.2.	Resultados del tramo 02 Jr. German Adolfo Morey C-01 a la C-05.....	77
5.1.3.	Resultados del tramo 03 Jr. Rosario Flores Viena C-01 a la C-05.....	81
5.1.4.	Resultados del tramo 04 Prolong. San Martin C-1.....	85
5.1.5.	Calculo de la condición del pavimento metodología VIZIR.....	89
VI.	DISCUSIÓN.....	93
VII.	CONCLUSIONES.....	94
VIII.	RECOMENDACIONES.....	96
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
X.	ANEXOS.....	98
-	Panel Fotográfico.....	98
-	Curvas Deducidas para Interpolar.....	101
-	Plano de Ubicación.....	122
-	Plano de Intervención.....	123
-	Sección Transversal del Pavimento Flexible.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de calificación del PCI	45
Tabla 2. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm.	54
Tabla 3. Rangos de calificación del VIZIR	61
Tabla 4. Determinación del índice de deterioro superficial “Is.”	61
Tabla 5. Niveles de gravedad de los daños Tipo A.	62
Tabla 6. Niveles de gravedad de los daños Tipo B.	63
Tabla 7. Daños tipo A – VIZIR.	64
Tabla 8. Daños tipo B – VIZIR.	64
Tabla 9. Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos.	67
Tabla 10. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U1/Sección 01.	75
Tabla 11: Calculo del PCI en un pavimento flexible – U1/Sección 01.	76
Tabla 12. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U2/Sección 02.	79
Tabla 13. Calculo del PCI en un pavimento flexible – U2/Sección 01.	80
Tabla 14. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U3/Sección 01.	83
Tabla 15. Calculo del PCI en un pavimento flexible – U3/Sección 01.	84
Tabla 16. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U4/Sección 01.	87
Tabla 17. Calculo del PCI en un pavimento flexible – U4/Sección 01.	88
Tabla 18. Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U1/Sección 01.	89
Tabla 19. Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U2/Sección 01.	90
Tabla 20. Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U3/Sección 01.	91
Tabla 21. Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U4/Sección 01.	92
Tabla 22. Resultados obtenidos de la evaluación de la aplicación de los métodos PCI y VIZIR.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Paquete estructural. (Norma AASHTO).....	22
Figura 2. Pavimento flexible, rígido e híbrido.....	24
Figura 3. Pavimento asfáltico, hidráulico y mixto.....	25
Figura 4. Comportamiento del pavimento frente a cargas de tránsito.....	28
Figura 5. Fallas en pavimentos flexibles.....	29
Figura 6. Piel de cocodrilo.....	30
Figura 7. Exudación.....	31
Figura 8. Fisuras en bloque.....	32
Figura 9. Abultamientos y hundimientos.....	33
Figura 10. Corrugación.....	33
Figura 11. Depresión.....	34
Figura 12. Fisuras de borde.....	35
Figura 13. Fisura de reflexión de junta.....	36
Figura 14. Desnivel carril – berma.....	36
Figura 15. Fisuras longitudinales y transversales.....	37
Figura 16. Parche.....	38
Figura 17. Parche de cortes utilitarios.....	38
Figura 18. Agregado pulido.....	39
Figura 19. Baches.....	40
Figura 20. Ahuellamiento.....	41
Figura 21. Desplazamiento.....	42
Figura 22. Fisura parabólica.....	43
Figura 23. Hinchamiento.....	43
Figura 24. Peladura.....	44
Figura 25. Piel de cocodrilo.....	46
Figura 26. Exudación.....	47
Figura 27. Fisuras en bloque.....	48
Figura 28. Abultamientos y hundimientos.....	49
Figura 29. Corrugación.....	49
Figura 30. Depresión.....	50
Figura 31. Fisura de borde.....	50
Figura 32. Fisura de reflexión de junta.....	51
Figura 33. Desnivel carril – berma.....	52

Figura 34. Fisuras longitudinales y transversales.....	52
Figura 35. Parches y parches de cortes utilitarios.....	52
Figura 36. Agregado pulido.....	53
Figura 37. Baches.....	54
Figura 38. Ahuellamiento.....	54
Figura 39. Desplazamiento.....	55
Figura 40. Fisura parabólica.....	56
Figura 41. Hinchamiento.....	56
Figura 42. Peladura.....	57
Figura 43. Ubicación del Proyecto de Tesis.....	68
Figura 44. Jirones Intervenido.....	69
Figura 45. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	72
Figura 46. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	73
Figura 47. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	73
Figura 48. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	76
Figura 49. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	76
Figura 50. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	77
Figura 51. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	80
Figura 52. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	80
Figura 53. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	81
Figura 54. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	84
Figura 55. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	84
Figura 56. Testigo de defectos en el pavimento flexible.....	85

RESUMEN

En la presente Tesis se aplicaron las metodologías PCI y VIZIR, para la evaluación del estado del pavimento flexible en las principales calles de la AA.VV. dos de Febrero del distrito de La Banda de Shilcayo en la cuales de acuerdo a lo aplicado y analizado se llegaron a los siguientes resultados para luego compararlos.

En el Jr. Los Vencedores se puede decir que se encuentre en condiciones regulares de transitabilidad ya que ambos métodos PCI y VIZIR, se encuentra en clasificación REGULAR y que por el momento se requiere intervención leve en algunos sectores, ya que así lo determinan los resultados del estado de condición del pavimento VIZIR y PCI. Por otro lado no se puede decir lo mismo de los demás jirones como son German Adolfo Morey, Rosario Flores Viene y Prolong. San Martín, donde se encontraron de acuerdo a lo aplicado y evaluado clasificaciones diferentes entre las metodologías, en la cual por el método de PCI el estado es MUY MALO y por el método VIZIR el estado es REGULAR ya que este último es por "AUSCULTACIÓN", y de acuerdo a la metodología PCI requiere de mayor intervención en algunas secciones.

ABSTRACT

In this thesis the PCI and VIZIR methodologies were applied, for the evaluation of the state of the flexible pavement in the main streets of the AA.VV. Dos de Febrero of the district of La Banda de Shilcayo in which, according to what was applied and analyzed, the following results were obtained and then compared.

It can be said that in Los Vencedores, street is in regular conditions of passability since both PCI and VIZIR methods are in REGULAR classification and that for the moment a mild intervention is required in some sectors, since this is determined by the results of the condition of the pavement VIZIR and PCI.

On the other hand, the same cannot be said about the other streets, such as German Adolfo Morey, Rosario Flores Viene and Prolongación San Martín, where different classifications were found according to the applied and evaluated different methodologies, in which by the PCI method the state is VERY BAD and by the VIZIR method the state is REGULAR since the latter is by "AUSCULTATION", and according to the PCI methodology requires more intervention in some sections.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo de las obras viales urbanas en la provincia y región San Martín, ha venido mejorando en los últimos años y esto se ve en el desarrollo socio-económico de las principales ciudades a través de los gobiernos locales, que se han encargado de garantizar, facilitar y mejorar la calidad de nuestras vías, a través de la implementación de estrategias para el mantenimiento, conservación y rehabilitación de las mismas, basadas en manuales existentes, así como las metodologías planteadas en este trabajo con el fin de mejorar las condiciones de transitabilidad y estructuralmente de una vía para su mejoramiento.

Los pavimentos en la actualidad, necesitan un mantenimiento adecuado, deben brindar a la comunidad, un buen servicio, comodidad, cumplir con todas las especificaciones necesarias, y ellos sean un apoyo al desarrollo socio-económico, a la buena movilización y a un menor costo para los usuarios. Por lo tanto es de vital importancia, utilizar las metodologías y herramientas adecuadas para la evaluación de los pavimentos, para conocer, su estado e implementar mantenimientos o rehabilitaciones, según sea la necesidad que se presente.

En esta oportunidad se utilizaran dos métodos para el presente proyecto, las cuales son los más utilizados para la evaluación de pavimentos asfálticos; también se pretende explicar estas metodologías de auscultación llamadas PCI y VIZIR; se aplicaran a un pavimento flexible de una zona urbana del distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín, comparando sus métodos y determinando cuál de los dos procesos de evaluación, tiene más ventajas con respecto al otro y se acomoda mejor a la valoración de un pavimento.

En las metodologías PCI y VIZIR, se establecen los diferentes tipos de daños y mediciones, adoptadas a países en el exterior las cuales han sido modificadas y calibradas para nuestro ámbito local, es necesaria la implementación de estos métodos con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Aplicar y Evaluar los métodos PCI y VIZIR, del estado de pavimento flexible de las principales calles de la AA. VV. Dos de Febrero; en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y región de San Martín.

2.2. Objetivos Específicos

- Aplicar los métodos de PCI y VIZIR, del estado de pavimento flexible de las principales calles de la AA. VV, Dos de Febrero.
- Evaluar el pavimento flexible de las principales calles de la AA. VV, Dos de Febrero; con los métodos PCI y VIZIR.
- Determinar los tipos de fallas identificados en el tramo de estudio, los diferentes tipos de daños que se presentan en el pavimento.

III. MARCO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes de la Investigación.

3.1.1. Internacionales

- Según. Cerón B. V. G, en su trabajo Evaluación y comparación de metodologías VICIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: museo Quimbaya – crq armenia parábola (pr 00+000 – pr 02+600), (2006), llego a la siguiente conclusión:

En la entrada de Armenia, salida a Pereira, lugar de estudio con puntos de referencia Museo Quimbaya – CRQ (PR 02+600 – PR 00+000) de acuerdo al trabajo de campo realizado y a la evaluación de los datos recogidos por medio de las dos metodologías propuestas (PCI y VIZIR) se obtuvieron unas calificaciones promedio para el Tramo 1 y Tramo 2 así: Para Tramo 1: Pavimento flexible una calificación promedio de 53.55 REGULAR (por PCI) y 3 REGULAR (por VIZIR), ambas calificaciones coinciden en la apreciación.

Para el Tramo 1, se pudieron aplicar dos metodologías diferentes y aunque en la calificación promedio de todo el tramo se llegó a la misma apreciación, las calificaciones obtenidas por unidades de muestreo difieren un poco debido al grado de castigo que cada una de ellas le aplica a cada tipo de daño es así que la metodología VIZIR aplicada al inventario de daños presentó mayores facilidades ya que establece una diferencia clara entre las fallas estructurales como el parabólica, grietas longitudinales por fatiga, piel de cocodrilo, bacheos y parcheos; funcionales como grieta longitudinal de junta de construcción, grieta de contracción térmica, grietas parabólicas, grietas de borde, abultamientos, ojos de pescado, desprendimientos, descascaramiento, pulimento de agregados, exudación, afloramientos, erosión de las bermas. En la metodología PCI, se encontró que evalúa todos los daños que se pueden presentar en la capa de rodadura, no excluye ninguno de ellos lo que la hace más completa, a diferencia de la metodología seguida por VIZIR. En cuanto al rango de calificaciones la metodología PCI posee 7

rangos para clasificar desde 0, calificación para superficie fallada; hasta 100, superficie en óptimas condiciones; haciendo una comparación con VIZIR que sólo tiene 3 rangos para calificar: 1-2 superficie en buenas condiciones, 3-4 superficie en regular estado y 5-6 y 7 superficie en deficiente condición, lo que hace de PCI una metodología más específica a la hora de calificar y clasificar daños.

Debido a que la Metodología PCI cubre mayor número de tipos de daño que la metodología VIZIR, en este caso, el pulimento de agregados influye en la clasificación PCI y para VIZIR no y teniendo en cuenta que es uno de los daños que mayor área afecta, se presentan diferencias marcadas cuando se hace la comparación de estas dos metodologías para el Tramo 1: Capa de rodadura flexible.

Para el Tramo 2, sólo se aplicó una metodología que es PCI, ya que VIZIR no tiene aplicación a capas de rodadura Rígido, razón por la cual no se pudo realizar comparación alguna. Aunque se presentaron daños significativos en algunas de las losas como parches grandes (mayores a 0.45m²) en mal estado y losas divididas, no se reflejó su presencia en la calificación final porque fueron casos puntuales y no constantes para la totalidad del área de muestreo. Así que la calificación promedio de este tramo fue EXCELENTE, la mayoría de las losas se encuentra en buen estado.

Aunque las metodologías son claras en los pasos que se deben seguir para la recopilación y evaluación de un inventario de daños, es clave el criterio y experiencia del evaluador por muchas cosas, dependiendo de cada persona los daños se ven de diferente forma algunos se califican más graves de lo que parecen y otros en cambio pueden no clasificarse tan graves lo que concluye en diferentes apreciaciones de un solo tipo de daño.

Las diferencias acumulativas para Tramo 1 por las dos metodologías, a diferencia de la calificación promedio en la cual coincidieron, no presentan una comparación similar en cuanto a la homogenización de tramos; la gráfica que presenta PCI muestra mayor diversidad de sectores de tramos homogéneos en cambio,

por la metodología VIZIR, los tramos homogéneos se captan con mayor facilidad, ya que no presenta tanta diversificación de sectores homogéneos.

Las diferencias acumulativas para Tramo 2 por la metodología PCI, presenta diversidad de sectores de tramos homogéneos aunque la clasificación de las unidades de muestreo sean semejantes, hecho que no se presentó en Tramo 1, donde la calificación de las unidades de muestreo fue diversa.

- Según, Sierra D. C.C. y Rivas Q. A. F., en su trabajo de Grado para optar el Título de Ingeniero Civil: 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, (2016); llegaron a las siguientes conclusiones:

En el tramo de vía evaluado PR 00+000 – PR 01+020 en el sector de Yomasa de acuerdo con las mediciones realizadas, los datos obtenidos y la evaluación de las condiciones del pavimento para la metodologías PCI y VIZIR se obtuvo como resultado las calificaciones BUENO para la metodología VIZIR el cual obtuvo un valor del índice de deterioro superficial Is de 2 Y Excelente para la metodología PCI que dio como resultado un valor numérico de 89, lo que indica que la vía que va desde PR 00+000 hasta PR 01+020 se encuentra en muy buenas condiciones y que por el momento no se requiere intervención alguna ya que así lo determinan los resultados del estado de condición del pavimento de pavimento VIZIR y PCI.

METODOLOGÍA	CLASIFICACIÓN PROMEDIO	ESTADO
PCI	89	Excelente
VIZIR	2	Bueno

Las metodologías empleadas VIZIR y PCI para llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento Son muy diferentes en sus parámetros de evaluación, VIZIR es una metodología más sencilla, de mejor entendimiento y de mayores facilidades a la hora de su aplicación ya que establece un grado de castigo más práctico, establece una diferencia entre los daños Tipo A que son

fallos estructurales y los daños Tipo B los cuales son fallos funcionales, las clasificaciones obtenidas de las unidades de muestreo difieren un poco entre ambas metodologías por lo anteriormente explicado.

La metodología PCI inspecciona y evalúa todos los tipos de daños, deterioros o fallos que el pavimento pueda padecer, mientras que la metodología VIZIR evalúa con más rigurosidad los daños estructurales que son catalogados por esta como daños tipo A (Ahuellamientos, parches, grietas longitudinales y piel de cocodrilo) y no tiene en cuenta los daños funcionales catalogados como daños tipo B.

Realizando una comparación entre ambas metodologías se observa que la más completa es la PCI, por ende es más compleja y difícil, debido a sus rangos de clasificación los cuales van desde 0 para una superficie de pavimento fallada o deficiente hasta 100 que es un pavimento en excelentes condiciones, también como se explicó anteriormente la metodología PCI evalúa todos los daños que pueda padecer el pavimento, Sus cálculos para determinar la clasificación de los daños son más complejos y detallados lo que hace que sea más demorada su análisis y evaluación.

La metodología VIZIR es más sencilla, sus cálculos son más fáciles y rápidos a la hora de realizar el análisis y la evaluación de la condición del pavimento, además solo comprende una escala de clasificación que comprende los rangos 1-2 para pavimentos en buen estado, 3-4 para pavimentos en un estado regular y 5-6-7 para pavimentos que se encuentren en un estado deficiente.

El daño más representativo para ambas metodologías fue el pulimiento de agregados con un 40,28% debido a que la metodología VIZIR no tiene en cuenta este tipo de daño, se generan diferencias a la hora de hacer la comparación de los dos métodos.

3.1.2. Nacionales

- Según, Hiliquin B. M. L., en su trabajo de Tesis para Optar el Título de Profesional de Ingeniero Civil; “Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la av. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016”, llegó a las siguientes conclusiones:

El pavimento flexible de la Avenida Jorge Chávez del distrito de Pocollay, departamento y Provincia de Tacna, en el año 2016, según la evaluación mediante el método del Índice del Condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de $PCI = 34.69$ y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que el estado actual de dicho pavimento es malo⁵.

Las fallas más predominantes de la avenida Jorge Chávez, según la clasificación de la norma ASTM D6433, fueron el “desprendimiento de agregados (falla 19)” y los “parches (falla 11)”⁶, con un área total de 1477.57 m² para la falla n°19, que representa al 58.4 % del área inspeccionada; y 855.95 m² para la falla n°11, que significa el 33.8 %. En ambos casos, estas fallas se encontraron con severidad media y baja.

Las fallas N°19 (desprendimiento de agregados) y la N°11 (parches) se encontraron en severidad media y baja, ya que según nos indicó el Método PCI, un área parchada, o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original del pavimento, e usualmente se encuentra alguna rugosidad que esté asociada con el daño. Además el desprendimiento de agregados se originó por la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado, esto debido a una mezcla de pobre calidad.

Se concluye que por la condición en que se encuentra el pavimento necesita una rehabilitación del mismo, para garantizar que su periodo de vida útil remanente sea efectivo.

- Según, Coy P.O.M., Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI (2017), llegó a la siguiente conclusión: La vía evaluada de la calle 134 entre cara 52^a y 53c, con las metodologías PCI y VIZIR, se obtuvieron datos de calificación muy parecidos, para la auscultación con el método PCI el resultado

promedio fue de 0.65, un estado BUENO y para el método VIZIR el índice de deterioro superficial fue de 2, un estado BUENO también.

Los resultados, demuestran que para este ejercicio la evaluación por los dos métodos, califica la vía en un buen estado, que los daños superficiales son menores, de igual manera las reparaciones o mantenimiento, a pesar de que las metodologías aplican procedimientos muy diferentes, su resultado fue muy parecido, pero para la auscultación y desarrollo del proceso completo, VIZIR tiene unos parámetros más sencillos de aplicar, se entienden más fácil, su calificación es muy práctica, diferencia los tipos de daños estructurales como tipo A y los daños funcionales como tipo B.

La metodología PCI evalúa 19 tipos de daños, incluyendo todos los que puedan aparecer en un pavimento, no discrimina las fallas estructurales de las funcionales, la metodología VIZIR en su aplicación tiene en cuenta solo los daños estructurales a la hora de calificar, a pesar que los discrimina en dos categorías (estructurales y funcionales), los funcionales no los tiene en cuenta en la evaluación de su índice de deterioro, el PCI si califica estos daños incluyéndolos en su índice de deterioro.

Esta comparación entre ambas metodologías, permite conocer cada uno de los procesos de calificación, por lo tanto se puede decir, que la metodología PCI es la más completa al momento de evaluar un pavimento flexible, porque incluye todos los daños encontrados en la carpeta asfáltica, pero así mismo su aplicación es mucho más compleja y difícil de entender, sus cálculos para determinar la clasificación de daños es más demorada y detallada, por esto el método es más difícil en su aplicación y desarrollo.

El método VIZIR es más sencillo de aplicar, no tiene en cuenta todos los daños, solo fallas estructurales el 20arabólica20to, grietas longitudinales por fatiga, piel de cocodrilo, bacheos y parcheos; por lo tanto su aplicación es rápida al momento de realizar un análisis y evaluación de un pavimento asfáltico, su

escala de calificación es pequeña, esta entre 1y 2 para pavimentos en buen estado, 3 y 4 para pavimentos en regular estado y 5-6 y 7 para pavimentos en deficiente estado.

3.1.3. Regionales

- Según, Doria D. Z. F.M. y de la Cruz O. J. B., en su trabajo presentado para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de nombre “Cálculo del índice de condición aplicado al pavimento flexible, en el Jr. Jorge Chávez en la ciudad de Tarapoto – barrio huayco, provincia de San Martín, departamento de San Martín y propuesta de solución”,(2016); llegaron a la siguiente conclusión: Se concluye que, de las 36 unidades de muestra estudiadas, el 19,44% se encuentra en condición muy buena, el 41,67%, en condición buena, el 13,89% en condición regular, el 19,44% en condición mala y el 5,56% en condición muy mala.

Lo cual mediante promedios obtenidos por cada sección (1; 2 y 3, respectivamente), se pudo determinar, mediante el cuadro 8, que la calificación que le corresponde al Jr. Jorge Chávez cuerdas 1 a 16, es de regular, con un PCI promedio de 55,67.

El promedio ponderado del PCI correspondiente al Jirón Jorge Chávez, con respecto a sus secciones 1, 2 y 3 analizadas, con los datos de 58,85 (bueno), 53,46 (regular) y 54,81 (regular), respectivamente, es de 55,67, obteniendo una calificación de regular.

6.1.2. Patologías existentes en el pavimento flexible en el Jr. Jorge Chávez cuerdas 1 a 16. Se determinó que la patología, daño y/o falla, con mayor incidencia fue la de meteorización/desprendimiento de agregados, seguida de pulimento de agregados, grietas longitudinales y transversales, parcheo y acometidas de servicio, grietas de borde, parabólica, huecos y finalmente depresión.

3.2. Definiciones Teóricas.

3.2.1. Definición de Pavimento

Un pavimento puede definirse como: “Estructura que aporta una superficie adecuada para operar un vehículo a una velocidad determinada en forma cómoda y segura en cualquier circunstancia” (Yang, 1972).

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural o estructura del pavimento, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Ver figura 1

Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.

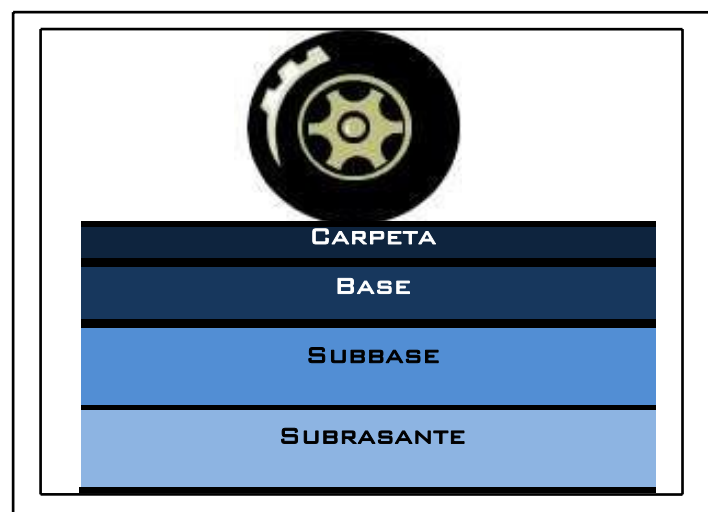


Figura 1. Paquete estructural. (Norma AASHTO).

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los

estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él.

Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía; el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas.

3.2.2. Clasificación de pavimentos

No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura 1. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros.

Por esta razón, pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presentan:

- a. Pavimento flexible
- b. Pavimento rígido
- c. Pavimento híbrido.

a) Pavimento flexible

También llamado pavimento asfáltico, el pavimento flexible está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Luego, debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Finalmente está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas. Ver figura 2.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

b) Pavimento rígido

El pavimento rígido o pavimento hidráulico, se compone de losas de concreto hidráulico que algunas veces presentan acero de refuerzo. Esta

losa va sobre la base (o subbase) y ésta sobre la subrasante. Este tipo de pavimentos no permite deformaciones de las capas inferiores. Ver figura 2. El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

c) Pavimento híbrido

Al pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan bloquetas de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido. Ver figura 2. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de 60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

Otro ejemplo de pavimento mixto, son aquellos pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre pavimento rígido. Ver figura 2. Este pavimento, trae consigo un tipo particular de falla, llamada fisura de reflexión de junta, de la que se hablará en el Capítulo 2. Fallas en pavimentos urbanos flexibles.

Esquema de paquete estructural para pavimento flexible, Rígido e híbrido.

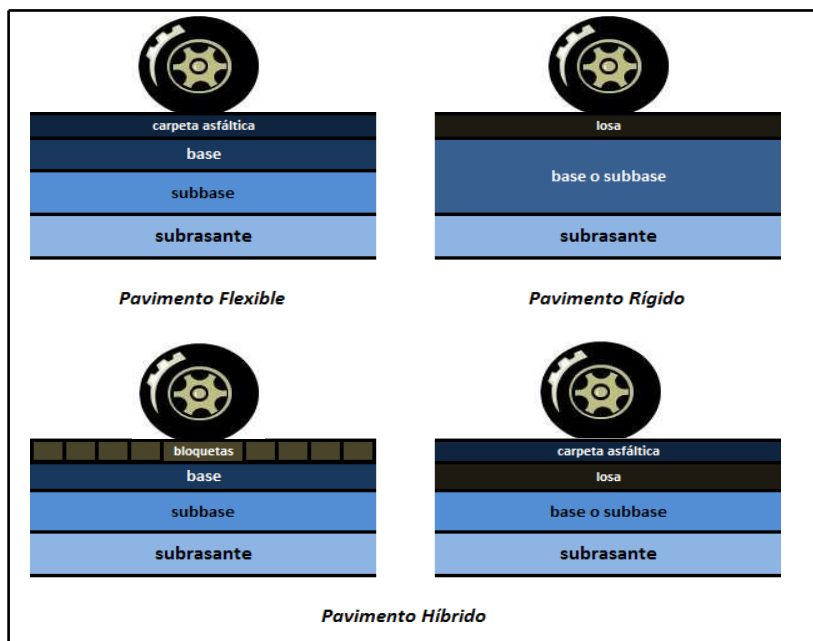


Figura 2. Pavimento flexible, rígido e híbrido.

En la figura 3 se visualizan los tres principales tipos de pavimentos descritos anteriormente: pavimento flexible, rígido y mixto.

Clasificación de pavimentos: flexibles, rígidos e híbridos.



**Pavimento
Flexible o
Asfáltico**



**Pavimento
Rígido o
Hidráulico**



**Pavimento
Híbrido o
Mixto**

Figura 3. Pavimento asfáltico, hidráulico y mixto.

3.2.3. Estructura del pavimento

Los pavimentos flexibles están constituidos por las siguientes capas: carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante. A continuación se explica a detalle cada uno de estos elementos.

3.2.3.1 Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica es la capa que se coloca en la parte superior del paquete estructural, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía.

Cumple la función de impermeabilizar la superficie evitando el ingreso de agua que podría saturar las capas inferiores. También evita la desintegración de las capas subyacentes y contribuye al resto de capas a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos (cuando se construye con espesores mayores a 2.5 cm.).

La carpeta es elaborada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto. Es de gran importancia conocer el contenido óptimo de asfalto a emplear, para garantizar que la carpeta resista las cargas a la que será sometida. Un exceso de asfalto en la mezcla puede provocar pérdida de estabilidad, e incluso hacer resbalosa la superficie.

Esta capa es la más expuesta al intemperismo y a los efectos abrasivos de los vehículos, por lo que necesita de mantenimientos periódicos para garantizar su adecuada performance.

3.2.3.2. Base

Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, que se encuentra en la parte inferior.

La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada. Éstas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural.

3.2.3.3. Subbase

La subbase se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la subrasante. Es la capa de la estructura de pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la carpeta asfáltica.

Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la subbase controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento.

3.2.3.4. Subrasante

La subrasante es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y que se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito.

Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada, debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

El comportamiento estructural de un pavimento frente a cargas externas, varía de acuerdo a las capas que lo constituyen. La principal diferencia entre el comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos es la forma cómo se reparten las cargas. Ver figura 4.

En un pavimento flexible, la distribución de la carga está determinada por las características del sistema de capas que lo conforman. Las capas de mejor calidad están cerca a la superficie donde las tensiones son mayores, y estas cargas se distribuyen de mayor a menor a medida que se va profundizando hacia los niveles inferiores.

En el caso de pavimentos rígidos, la losa es la capa que asume casi toda la carga. Las capas inferiores a la losa, en términos de resistencia, son despreciables.

En los pavimentos rígidos, las cargas se distribuyen uniformemente debido a la rigidez del concreto, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. En cambio, los pavimentos flexibles tienen menor rigidez, por eso se deforma más que el rígido y se producen tensiones mayores en la subrasante.

Distribución de la carga en pavimentos flexibles (izquierda) y rígidos (derecha).

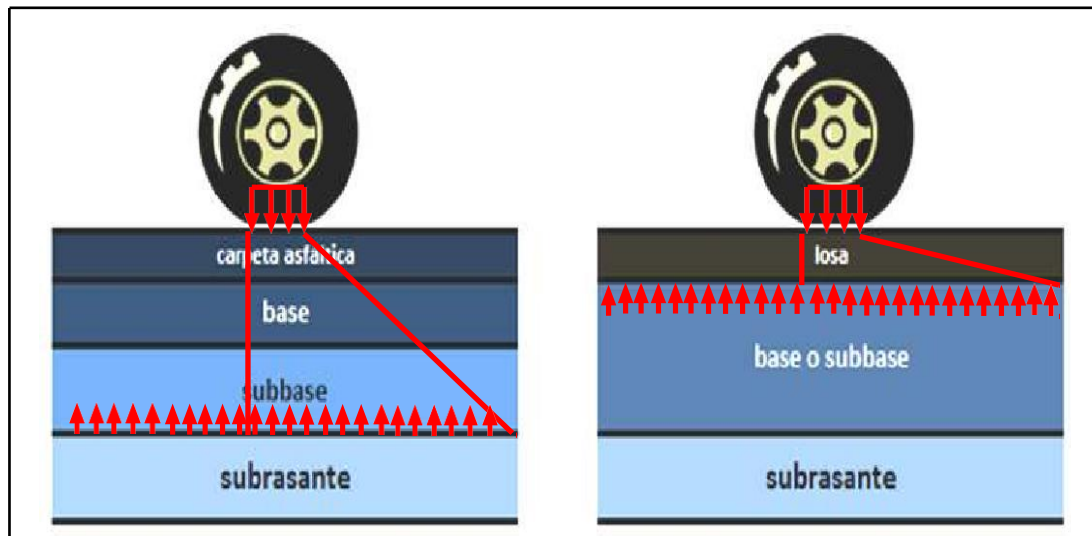


Figura 4. Comportamiento del pavimento frente a cargas de tránsito

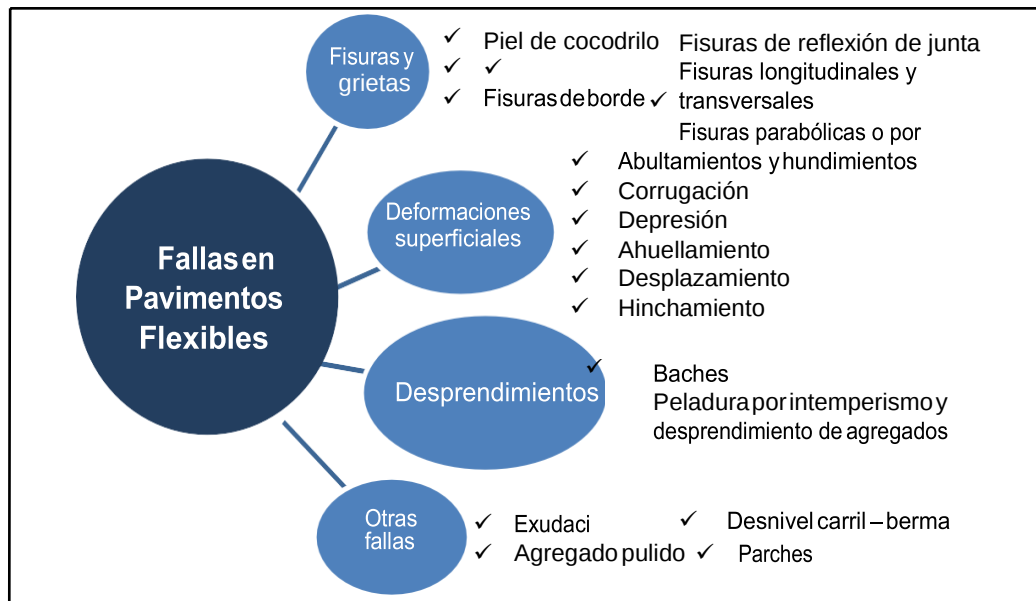
3.2.4. Fallas en pavimentos urbanos flexibles

Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas. Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Para pavimentos flexibles los daños pueden ser agrupados en 4 categorías: 1) Fisuras y grietas; 2) Deformaciones superficiales; 3) Desintegración de pavimentos o desprendimientos; 4) Afloramientos y otras fallas. Ver figura 5.

Figura 5. Fallas en pavimentos flexibles.



Resumen de fallas en pavimentos flexibles.

A continuación se explican 18 de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles, y que están también consideradas dentro del método PCI.

3.2.4.1. Piel de cocodrilo

La piel de cocodrilo es un conjunto de fisuras interconectadas que forman polígonos irregulares, de hasta 0.5 m de longitud en el lado más largo. El patrón es parecido a la piel de un cocodrilo, de ahí el nombre de esta falla.

También llamada agrietamiento por fatiga, la piel de cocodrilo se produce en áreas sujetas a repeticiones de carga de tráfico, tales como las huellas de las llantas de los vehículos.

El agrietamiento se origina en el fondo del paquete asfáltico, en la base, donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevados. De ahí, las grietas se propagan hacia la superficie como una serie de fisuras longitudinales paralelas, que luego se conectan formando varias piezas.

Otra causa que contribuye a que se produzca este tipo de falla, es el envejecimiento del ligante asfáltico, que trae consigo la pérdida de flexibilidad del pavimento.

La piel de cocodrilo indica la pérdida de la capacidad estructural del pavimento, pues disminuye su capacidad de resistencia frente a sollicitaciones externas. Es por ello que sin el mantenimiento adecuado, el comportamiento del pavimento podría empeorar y podría pasar de una fisura a un desprendimiento (como por ejemplo, un bache), dañando significativamente la superficie de la vía.

Ver figura 6.

Figura 6. Piel de cocodrilo.



Falla tipo piel de cocodrilo:
las fisuras se conectan unas con otras formando polígonos irregulares.

3.2.4.2. Exudación

La exudación es una película de material bituminoso que se extiende sobre una determinada área del pavimento, creando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante que generalmente llega a ser pegajosa (durante tiempo cálido).

Esta falla puede ser causada por diversos factores, como: el exceso de ligante asfáltico en la dosificación (mezcla), el uso de un ligante asfáltico muy blando, la aplicación excesiva de un sello bituminoso, un deficiente porcentaje de vacíos, etc.

La exudación ocurre durante tiempo cálido, cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla y luego se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie. Ver figura 7.

Figura 7. Exudación.



La exudación se evidencia a través de una película de asfalto que se extienden sobre la superficie de la pista.

3.2.4.3. Fisuras en bloque

Las fisuras en bloque son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variable, desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Este tipo de falla puede ocurrir sobre porciones largas del área del pavimento o sobre aquellas áreas donde no hay tráfico; es por ello que las fisuras en bloque no están asociadas a solicitudes externas de carga vehicular.

Las grietas en bloque son causadas principalmente por la contracción del concreto asfáltico y por la variación de temperatura, que origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria. Esta falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente. Ver figura 8.

Figura 8. Fisuras en bloque.



En la figura se aprecian grietas interconectadas que forman bloques rectangulares de dimensiones variables.

3.2.4.4. Abultamientos y hundimientos

Los abultamientos y hundimientos son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la carretera.

No son causados por inestabilidad del pavimento, sino que pueden ser producto de varios factores, tales como:

- Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido cubierto con una carpeta asfáltica.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo, es decir, suelo congelado).
- Infiltración y acumulación de material en una fisura en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión del suelo de fundación.
- Deficiencias en el drenaje del paquete estructural del pavimento.

Si los abultamientos aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tráfico y se encuentran separados unos de otros a menos de 3.00 m, la falla es denominada corrugación. En cambio, si aparecen sobre grandes áreas de la superficie del pavimento, causando grandes y largas depresiones, la falla se llama hinchamiento. Ver figura 9.

Figura 9. Abultamientos y hundimientos.



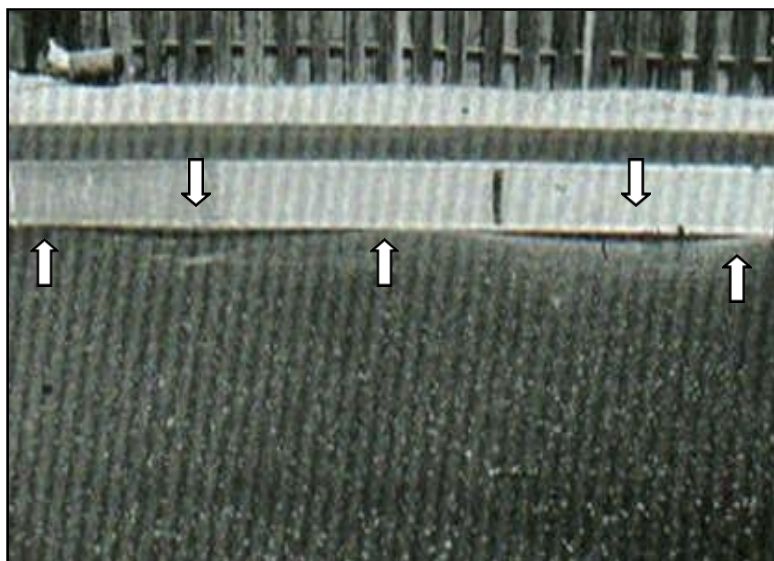
Se señala el desplazamiento hacia arriba de la superficie del pavimento.

3.2.4.5. Corrugación

La corrugación es una serie de ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3.00 m) a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares al sentido del tránsito.

Este tipo de falla es causada por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento. Ver figura 10.

Figura 10. Corrugación.



Se indican las cimas y depresiones que deforman al pavimento.

3.2.4.6. Depresión

Las depresiones son áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor.

Las depresiones son visibles cuando el agua se empoza dentro de ellas después de la caída de lluvia, o, a través de las manchas causadas por el agua empozada, en caso de superficies secas.

Son producidas por asentamientos de la subrasante o debido a procedimientos constructivos defectuosos.

Pueden causar alguna rugosidad en la superficie de la pista, y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua, pueden causar hidroplaneo (los neumáticos de un vehículo pierden contacto con el pavimento a causa de una película de agua, eliminando así la adherencia de las ruedas con la superficie de rodadura). Ver figura 11.

Figura 11. Depresión.



**El nivel del pavimento indicado, es menor al nivel del resto de la pista.
Se aprecia un asentamiento considerable en la vía.**

3.2.4.7. Fisuras de borde

Las fisuras de borde son grietas paralelas al borde externo del pavimento, que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.50 m de éste. Ver figura 12.

Ese tipo de falla se incrementa por la carga de tránsito y se origina debido al debilitamiento de la base o de la subrasante en áreas muy próximas al borde del pavimento, a causa de condiciones climáticas o por efecto abrasivo de arena suelta en el borde, que provoca peladuras que conducen a la desintegración.

Si el área entre la fisura y el borde del pavimento se encuentra agrietada, entonces pueden producirse desprendimientos, llegando al punto en que los fragmentos pueden removerse.

Figura 12. Fisuras de borde.



Se aprecia que la grieta de borde que ha dañado severamente el borde de la vía.

3.2.4.8. Fisuras de reflexión de junta (de losas de concreto Longitudinales o transversales)

Las fisuras de reflexión de junta ocurren solamente en pavimentos mixtos: pavimentos de superficie asfáltica (flexible) construidos sobre una losa de concreto (rígido). No se consideran fisuras de reflexión de otros tipos de base como bases estabilizadas con cemento o cal.

Estas grietas son causadas por el movimiento de la losa de concreto, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de pavimento flexible. No están relacionadas a efectos de carga; sin embargo, las cargas de tráfico pueden causar la rotura de la superficie de concreto asfáltico cerca a las fisuras.

El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico, ayuda a identificar estas fallas. Ver figura 13.

Figura 13. Fisura de reflexión de junta.



Fisura de reflexión de junta de losas de concreto: se observa una Fisura transversal que atraviesa todo el ancho del carril.

3.2.4.9. Desnivel carril – berma

El desnivel carril-berma es la diferencia de elevación (niveles) entre el borde del pavimento y la berma.

Esta falla es causada por la erosión de la berma; el asentamiento de la berma; o por la colocación de nuevas capas (sobrecarpetas) en la pista, sin el debido ajuste del nivel de la berma. Ver figura 14.

Figura 14. Desnivel carril – berma.



Se muestra el desnivel existente entre la berma y el carril de la pista.

3.2.4.10. Fisuras longitudinales y transversales

Las fisuras longitudinales son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Las grietas transversales, en cambio, son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Ver figura 15.

Estos daños no están asociados con la carga vehicular, pueden ser causados por:

- Juntas de construcción pobremente construidas, o ausencia de ellas.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas, al endurecimiento del asfalto o a la variación diaria de temperatura.
- Fisuras de reflexión causadas por agrietamientos bajo la capa superficial, incluyendo grietas en losas de concreto, pero no juntas de pavimento rígido.
- Uso de ligantes (asfaltos) muy duros o envejecidos.
- Gradiente térmico superior a los 30° C que produce ciclos de expansión – contracción de la mezcla asfáltica.

Figura 15. Fisuras longitudinales y transversales



Se señala el punto de inicio y término de la grieta longitudinal.

3.2.4.11. Parches y parches de cortes utilitarios

Un parche es un área del pavimento, que por encontrarse en mal estado, ha sido reemplazada con material nuevo con el fin de reparar el pavimento existente. Los parches de cortes utilitarios hacen referencia a aquellos parches colocados cuando se efectúan cortes para la reparación de tuberías de agua o desagüe, instalación del cableado eléctrico, teléfonos, entre otros trabajos similares.

Los parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, pues el comportamiento del área parchada es inferior a la del pavimento original, incluso el área adyacente al parche no se comporta tan bien como la sección original de pavimento. Ver figura 16 y 17.

Figura 16. Parche.



El área del pavimento es reemplazada por bloquetas de concreto.

Figura 17. Parche de cortes utilitarios.



Los buzones del sistema de alcantarillado, son considerados como parches de cortes utilitarios.

3.2.4.12. Agregado pulido

El agregado pulido es la pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento, que ocurre cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto. Ver figura 18.

Esta falla es causada por:

- Repeticiones de cargas de tránsito.
- Insuficiente porción de agregado extendida sobre el asfalto.
- Inexistente aspereza o textura del pavimento, que no contribuye a la reducción de la velocidad de los vehículos.
- Falta de partículas de agregado angular que proporcionen una buena adherencia del pavimento con las llantas de los vehículos.

Figura 18. Agregado pulido.



Agregado pulido: los agregados de la superficie, se vuelven suaves al tacto.

3.2.4.13. Baches

Los baches son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento de diámetro menor a 750 mm. Presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla. Ver figura 19.

Los baches pueden ser ocasionados por un conjunto de factores:

- Fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, que causa fatiga y origina la desintegración de la superficie de rodadura.
- Defectos constructivos.
- Subdrenaje inadecuado.
- Mal diseño del paquete estructural.

Figura 19. Baches.



Bache encontrado en medio de la pista.

3.2.4.14. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante. Ver figura 20.

Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Otras causas son:

- Mezcla asfáltica inestable.
- Exceso de ligante en riegos.
- Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.
- Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad.

Figura 20. Ahuellamiento.



Las flechas señalan la trayectoria dejada por los vehículos.

3.2.4.15. Desplazamientos

Los desplazamientos son distorsiones de la superficie originados por desplazamientos de mezcla. Son corrimientos longitudinales y permanentes de un área localizada del pavimento formando una especie de “cordones” laterales. Ver figura 21.

Estas fallas son producidas por acción de la carga de tráfico, que empuja contra el pavimento produciendo una onda corta y brusca en la superficie del mismo. Este tipo de falla normalmente ocurre sólo en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (emulsiones).

También ocurren desplazamientos cuando los pavimentos asfálticos colindan con pavimentos rígidos. Las losas de concreto al aumentar su longitud, empujan al pavimento flexible produciéndose el desplazamiento.

Otras causas son:

- Exceso de asfalto o de vacíos constituyendo mezclas inestables.
- Falta de confinamiento lateral.
- Adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación.

Figura 21. Desplazamiento.



El corrimiento es originado por el aumento de longitud de las losas de concreto.

3.2.4.16. Fisura parabólica o por deslizamiento

Las fisuras parabólicas ó por deslizamiento son grietas en forma de media luna, que se presentan de manera transversal a la dirección del tránsito.

Estas fallas ocurren generalmente en mezclas asfálticas de baja estabilidad o en capas superpuestas, cuando existe una adherencia pobre (liga pobre) entre la capa superficial y la capa subyacente de la estructura del pavimento.

Las fisuras parabólicas pueden ser causadas por los siguientes factores:

- Frenado de las ruedas de los vehículos o giro debido a un cambio de dirección, originando el deslizamiento y deformación de la superficie del pavimento.
- Deficiente adherencia en capas superpuestas o presencia de polvo.
- Exceso de ligante o falta de riego de liga.
- Alto contenido de arena fina en la mezcla.

Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica del suelo de fundación. Ver figura 22.

Figura 22. Fisura parabólica.



Se señala la forma de media luna de la grieta.

3.2.4.17. Hinchamiento

El hinchamiento es el abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, en forma de una onda larga y gradual de longitud mayor a 3.00 m, que distorsiona el perfil de la carretera. Ver figura 23.

La causa principal de este tipo de falla es la expansión del suelo de fundación (suelos expansivos) y el congelamiento del material de la subrasante.

El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial.

Figura 23. Hinchamiento.



**La superficie del pavimento sufre un levantamiento,
Deformando el perfil de la vía.**

3.2.4.18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

La peladura por intemperismo es la desintegración superficial del pavimento por pérdida de ligante asfáltico; mientras que el desprendimiento del agregado pétreo, hace referencia a partículas de agregado sueltas o removidas. Ver figura 24.

Ambas fallas indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que la mezcla es de pobre calidad.

Las principales causas de este tipo de fallas son:

- Cargas de tráfico especiales como es el caso de vehículos de orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos.
- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.
- Falla de adherencia agregado – asfalto debido al efecto de agentes externos.

Figura 24. Peladura.



Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.

3.2.5. MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). (Pavement Condition Index).

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

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

Es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presente. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

Tabla N° 1: Rangos de calificación del PCI rango calificación

RANGO	CLASIFICACIÓN
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

3.2.6. FALLAS, NIVELES DE SEVERIDAD Y UNIDAD DE MEDIDA

A continuación se describen los tres niveles de severidad: Low (**L**), Medium (**M**) y High (**H**); correspondiente a cada tipo de falla y que representan los efectos que éstas tienen sobre la calidad del tránsito.

Además, se indica la unidad de medida con la que las fallas deben ser evaluadas durante la inspección visual.

3.2.6.1. Piel de cocodrilo

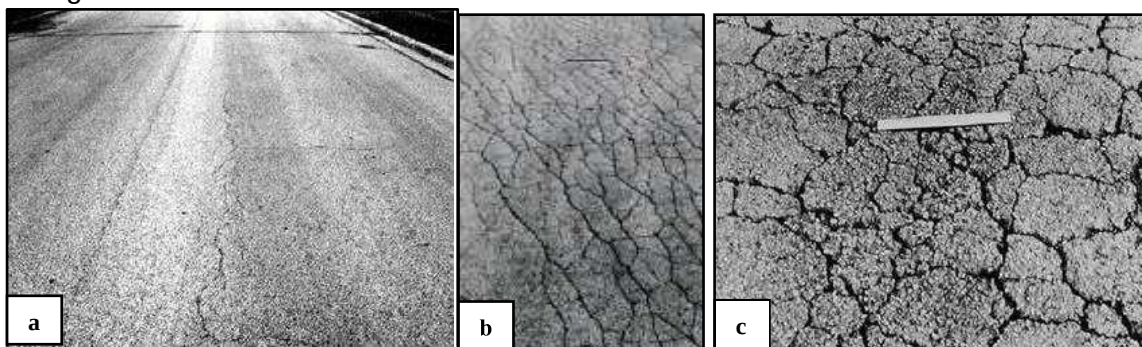
L – Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión. Las fisuras no están desintegradas. Ver figura 25.a.

M – Continuación del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en un patrón o red de fisuras que podrían estar ligeramente desintegradas. Ver figura 25.b.

H – El patrón o red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes. Algunas de las piezas podrían oscilar o moverse bajo tráfico. Ver figura 25.c.

Unidad de medida – La piel de cocodrilo es medida en metros cuadrados. Si hay presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla éstas porciones deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente.

Figura 25. Piel de cocodrilo.



Piel de cocodrilo de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.2. Exudación

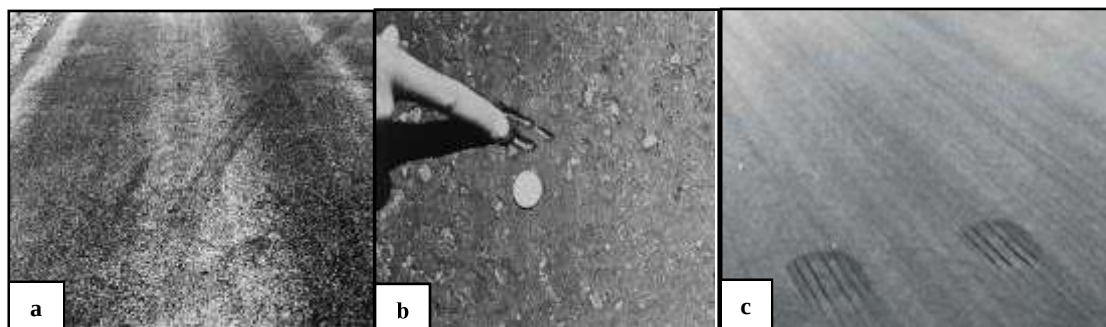
L – La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos. Ver figura 26.a.

M – La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año Ver figura 26.b.

H – La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año. Ver figura 26.c.

Unidad de medida – La exudación es medida en metros cuadrados.

Figura 26. **Exudación.**



Exudación de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.3. Fisuras en bloque

L – Los bloques están definidos por fisuras de baja severidad. Ver figura 27.a.

M – Los bloques están definidos por fisuras de mediana severidad. Ver figura 27.b.

H – Los bloques están definidos por fisuras de alta severidad. Ver figura 27.c.

Unidad de medida – Las fisuras en bloque son medidas en metros cuadrados. Esta falla generalmente ocurre en un sólo nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada.

Figura 27. **Fisuras en bloque.**



Fisuras en bloque de niveles de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.4. Abultamientos y hundimientos

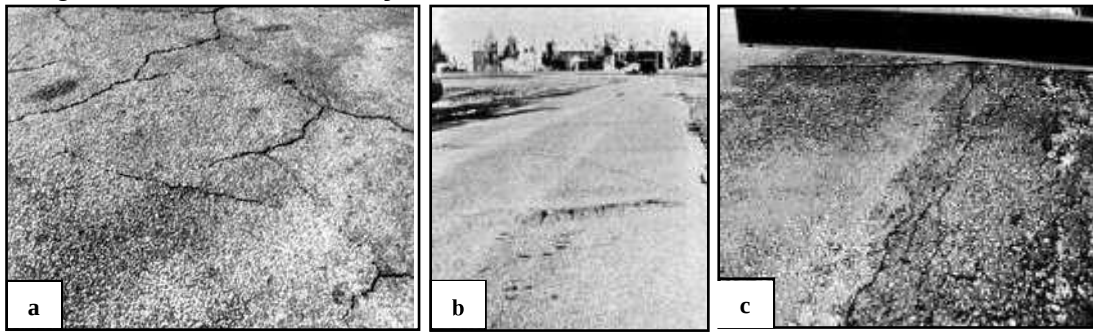
L – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad, es decir, que se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo al pasar sobre el área fallada, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote ligeramente, pero causa poca incomodidad. Ver figura 28.a.

M – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, que se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo al pasar sobre la zona afectada y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. Los abultamientos hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote significativamente, creando algo de incomodidad. Ver figura 28.b.

H – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad. Las vibraciones del vehículo son tan excesivas que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote excesivamente, creando mucha incomodidad, poniendo en peligro la seguridad o un alto potencial de daño severo en el vehículo. Ver figura 28.c.

Unidad de medida – Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales. Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada.

Figura 28. **Abultamientos y hundimientos.**



Abultamientos y hundimientos de niveles de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.5. **Corrugación**

L – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad, como ya se vio en la falla anterior, se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo de inspección, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Ver figura 29.a.

M – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. Ver figura 29.b.

H – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad. Se perciben vibraciones excesivas dentro del vehículo, por lo que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. Ver figura 29.c.

Unidad de medida – La corrugación es medida en metros cuadrados.

Figura 29. **Corrugación.**



Corrugación de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.6. Depresión

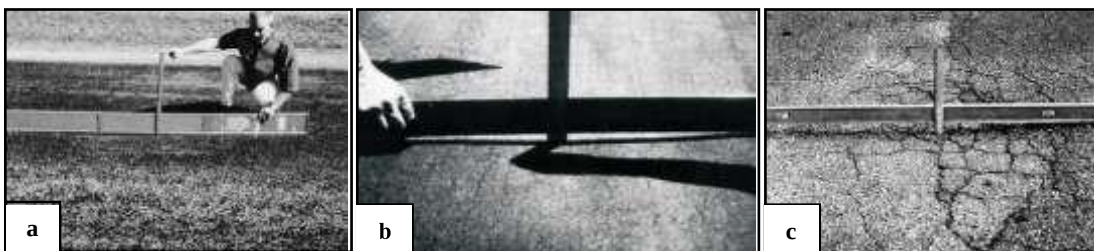
L – La depresión tiene una altura que varía de 13 a 25 mm. Ver figura 30.a.

M – La altura deprimida tiene un rango de 25 a 50 mm. Ver figura 30.b.

H – La depresión tiene más de 50 mm. Ver figura 30.c.

Unidad de medida – Las depresiones son medidas en metros cuadrados.

Figura 30. **Depresión.**



Depresión de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.7. Fisura de borde

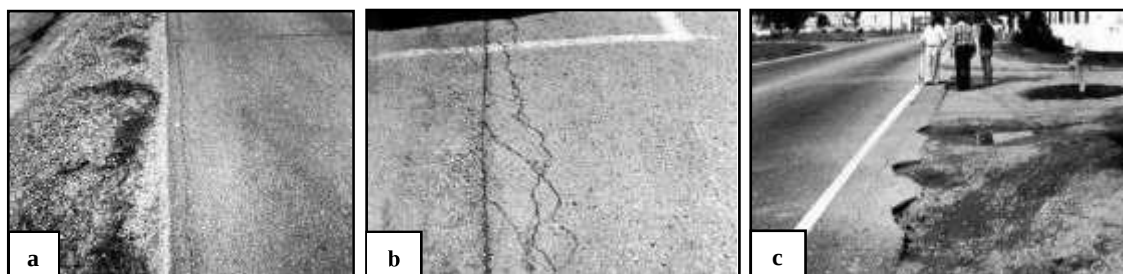
L – Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento. Ver figura 31.a.

M – Se aprecia un mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento. Ver figura 31.b.

H – Existe una desintegración considerable a lo largo del borde. Ver figura 31.c.

Unidad de medida – Las fisuras de borde son medidas en metros lineales.

Figura 31. **Fisura de borde.**



Fisura de borde de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.8. Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales)

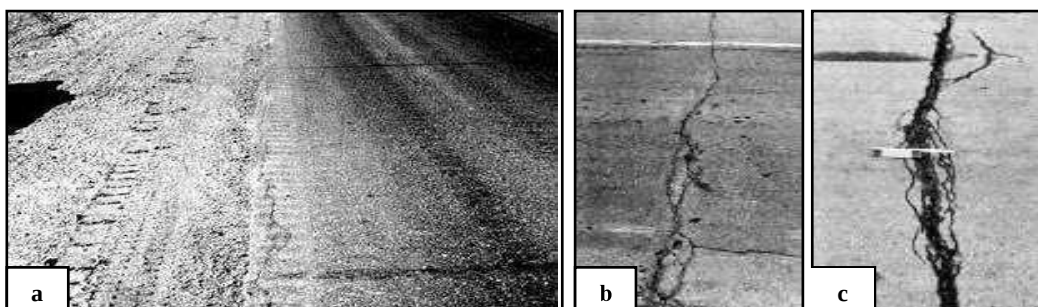
L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno se encuentra en buenas condiciones). Ver figura 32.a.

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad. Ver figura 32.b.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno rodeada de fisuras de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado. Ver figura 32.c.

Unidad de medida – Las fisuras de reflexión de junta son medidas en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada fisura debe ser identificada y registrada por separado. Si se presenta un abultamiento en la fisura de reflexión, éste también debe ser registrado.

Figura 32. Fisura de reflexión de junta.



Fisura de reflexión de junta de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.9. Desnivel carril – berma

L – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm y menor a 50 mm. Ver figura 33.a.

M – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm y menor a 100 mm. Ver figura 33.b.

H – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100 mm. Ver figura 33.c.

Unidad de medida – El desnivel carril-berma es medido en metros lineales.

Figura 33. **Desnivel carril – berma.**



Desnivel carril – berma de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.10. Fisuras longitudinales y transversales

L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno está en buenas condiciones). Ver figura 34.a.

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria. Ver figura 34.b.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado. Ver figura 34.c.

Unidad de medida – Las fisuras longitudinales y transversales con medidas en metros lineales. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado.

Figura 34. **Fisuras longitudinales y transversales.**



Fisuras de niveles de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.11. Parches y parches de cortes utilitarios

L – El parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de tránsito es de baja severidad. Ver figura 35.a.

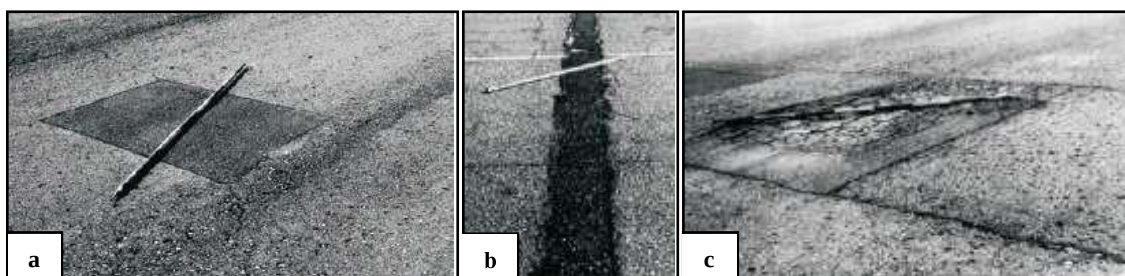
M – El parche está deteriorado en forma moderada, la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad. Ver figura 35.b.

H – El parche se encuentra muy deteriorado y la calidad de tránsito es de alta severidad. Ver figura 35.c.

Unidad de medida – Los parches son medidos en metros cuadrados. Si un mismo parche tiene áreas con diferentes niveles de severidad, éstas áreas deben ser medidas y registradas por separado.

Cualquier tipo de falla encontrada en el parche no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parche será considerado para determinar su nivel de severidad.

Figura 35. **Parches y parches de cortes utilitarios.**



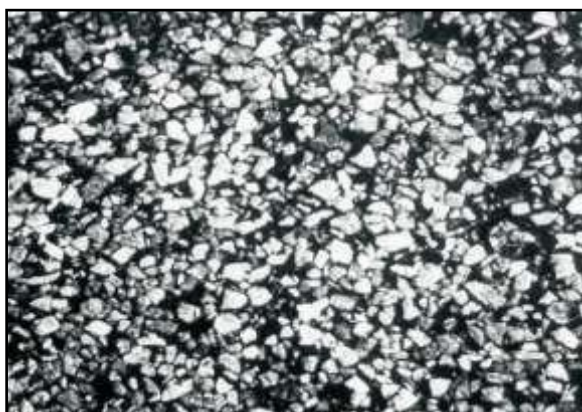
Parches de niveles de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.12. Agregado pulido

No hay niveles de severidad definidos para este tipo de falla. El agregado pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto. Ver figura 36.

Unidad de medida – El agregado pulido es medido en metros cuadrados. Si se registra exudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado.

Figura 36. Agregado pulido.



El agregado pulido no tiene niveles de severidad definidos.

3.2.6.13. Baches

Los niveles de severidad para baches menores a 750 mm de diámetro están determinados de acuerdo a la tabla 37. En la figura 3.16.a se puede apreciar un bache de severidad baja.

Tabla 2. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm.

Máxima profundidad del bache	Diámetro Promedio (mm)		
	100 a 200	200 a 450	450 a 750
≥ 13 y ≤ 25 mm	L	L	M
> 25 y ≤ 50 mm	L	M	H
> 50 mm	M	M	H

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento (PCI), en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Si el bache tiene un diámetro mayor a 750 mm, el área debe ser determinada en metros cuadrados y dividida entre 0.5 m² para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor o igual a 25 mm los baches son considerados de mediana severidad (ver figura 37.b); en cambio, si la profundidad es mayor a 25 mm, los baches son de alta severidad (ver figura 37.c).

Unidad de medida – Los baches no son medidos sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad bajo, mediano o alto.

Figura 37. **Baches.**



Baches de niveles de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.14. Ahuellamiento

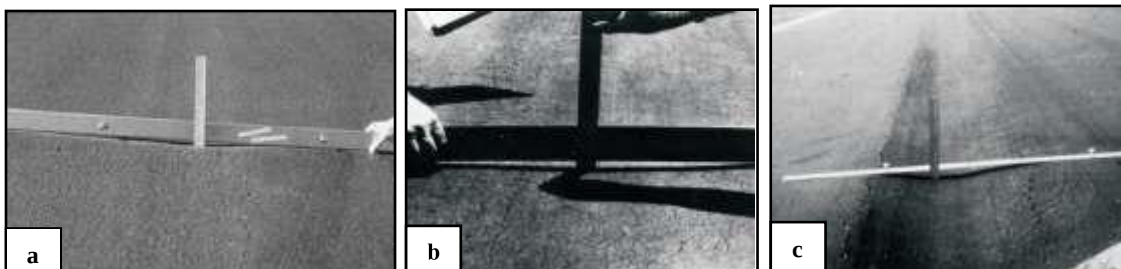
L – La depresión superficial, causada por las ruedas de los vehículos, varía entre 6 y 13 mm. Ver figura 38.a.

M – La depresión va entre 13 y 25 mm. Ver figura 38.b.

H – La depresión es mayor a 25 mm. Ver figura 38.c.

Unidad de medida – El Ahuellamiento es medido en metros cuadrados.

Figura 38. **Ahuellamiento.**



Ahuellamiento de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.15. Desplazamiento

L –El desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad. Ver figura 39.a. **M** – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad. Ver figura 39.b.

H – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad. Ver figura 39.c.

Unidad de medida – Los desplazamientos son medidos en metros cuadrados. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos y no se toman en cuenta como fallas por separado.

Figura 39. **Desplazamiento.**



Desplazamiento de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.16. Fisura parabólica o por deslizamiento

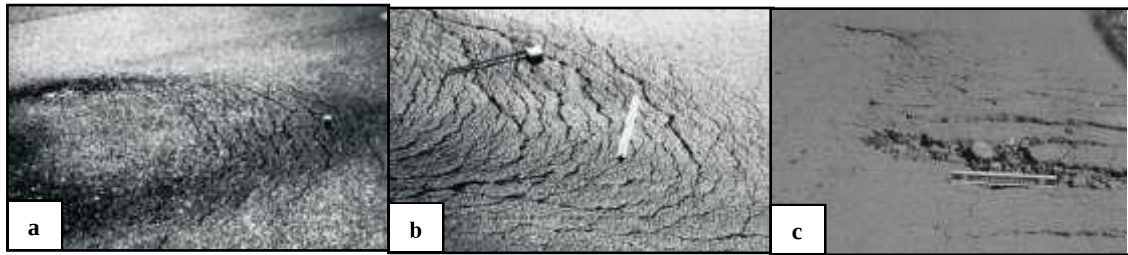
L – El ancho promedio de la fisura es menor a 10 mm. Ver figura 40.a.

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40 mm; b) el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de otras fisuras. Ver figura 40.b.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es > 40 mm; b) el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas. Ver figura 40.c.

Unidad de medida – Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son medidas en metros cuadrados y calificadas de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área.

Figura 40. **Fisura parabólica.**



Fisura parabólica de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.6.17. Hinchamiento

L – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad baja.

M – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.

H – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta. Ver figura 41.

Unidad de medida –El área de hinchamiento es medido en metros cuadrados.

Figura 41. **Hinchamiento.**



Hinchamiento de alta severidad.

3.2.6.18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

L – El agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas de la pista se aprecian huecos. En el caso de derrames, las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda.

Ver figura 42.a.

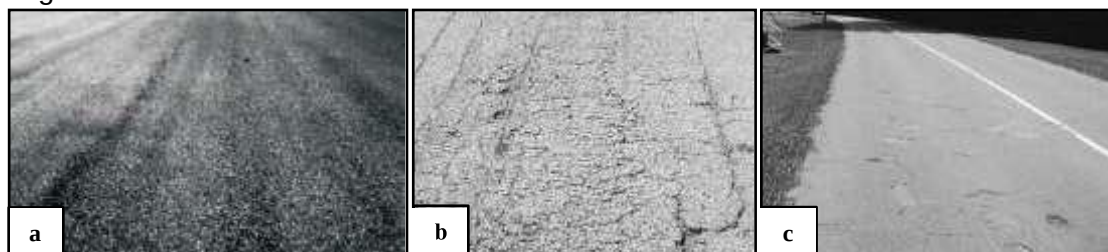
M – Se han desprendido los agregados o el ligante. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños huecos. En el

caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda. Ver figura 42.b.

H – El desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10 mm en diámetro y menores a 13mm en profundidad; las áreas ahuecadas mayores que éstas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse. Ver figura 42.c.

Unidad de medida –Las peladuras y desprendimientos son medidos en metros cuadrados.

Figura 42. **Peladura.**



Peladura de nivel de severidad bajo (a), medio (b) y alto (c).

3.2.7. METODO DE VISIÓN INSPECCIÓN DE ÁREAS Y RUTAS DE RIESGO (VIZIR)

(Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque)

Es un sistema de fácil aplicación, que establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A y B.

Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento, se trata de degradaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada. Estos daños comprenden las deformaciones y los agrietamientos ligados a la fatiga del pavimento.

Las degradaciones del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas y condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Entre los deterioros del tipo B se pueden

citar los agrietamientos motivados por asuntos distintos a la fatiga, los ojos de pescado, los desprendimientos y los afloramientos.

Los daños del tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento, sea que ella este ligada a las condiciones de las diversas capas y el suelo de subrasante o simplemente a las capas asfálticas, Se trata de daños debido a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada cuyo remedio suele requerir el conocimiento de otros criterios de valoración (ensayos de resistencia, deflexiones, etc.).

Los daños del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada, su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas y condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Entre los daños del tipo B se pueden citar los agrietamientos motivados por asuntos distintos a la fatiga, los ojos de pescado, los desprendimientos y los afloramientos.

Los daños se presentan en el esquema itinerario por medio de rectángulos cuyo fondo (blanco, gris o negro) indica el nivel de gravedad, en tanto que los lados de ellos determinan el comienzo y el fin de cada una de las zonas en las cuales se divide el proyecto para este tipo de evaluación. Para los estudios destinados al diseño de obras de mantenimiento y rehabilitación del pavimento, cada zona de análisis deberá tener una longitud de 100 metros. En el caso de carreteras de doble calzada, se efectuarán evaluaciones independientes para cada calzada. En el interior del rectángulo se coloca un número que expresa la extensión que ocupa el daño dentro de la zona evaluada.

3.2.7.1. Determinación del Índice de Deterioro Superficial, “Is”.

Para efectos de su corrección, los daños del tipo A y B se enfrentan de diferente manera. En el caso de los tipo B, la solución de mantenimiento se deriva del simple reconocimiento de su existencia, no siendo necesario apelar a otros parámetros para realizar el diagnóstico, en cambio, la solución de los problemas que se manifiestan por medio de daños del tipo A depende de múltiples factores y, por lo tanto, el diagnóstico exigirá la consideración de aspectos tales como la capacidad portante, la calidad de los materiales existentes, el tránsito futuro, etc. Los daños de este tipo suelen generar trabajos importantes de rehabilitación del pavimento, los cuales traen implícito el paliativo para los defectos del tipo B.

Por lo tanto, el índice visual global que califica el estado del pavimento solo tiene en cuenta los daños del tipo A.

El primer paso en la determinación de este índice global (denominado Índice de Deterioro Superficial, "Is") consiste en el cálculo del índice de fisuración (If), el cual depende de la gravedad y la extensión de las fisuraciones y agrietamientos de tipo estructural en cada zona evaluada, se deberá tomar como representativo de la zona el mayor de los dos índices calculados.

Luego, se calcula un índice de deformación (Id), el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural.

La combinación de "If" e "Id" da lugar a un primer índice de calificación de la calzada, el cual debe ser corregido en función de la extensión y calidad de los trabajos de bacheo.

Efectuada esta corrección, cuando corresponda, se obtiene el "Índice de Deterioro Superficial, (Is)", el cual califica la calzada en la longitud escogida para el cálculo. El valor del Is varía entre 1 y 7, sin embargo, la valoración de las fallas del tipo A no constituyen un criterio suficiente para definir las acciones que requiere la calzada para su rehabilitación.

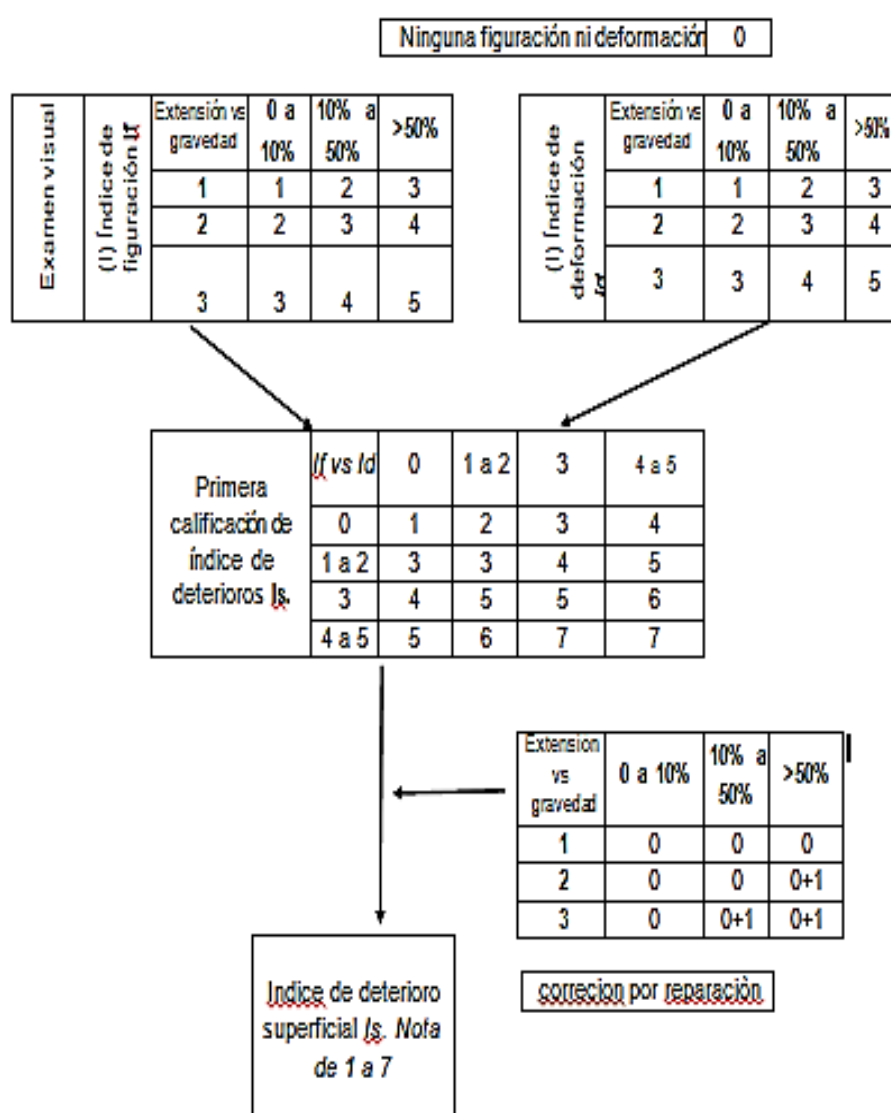
Los índices de deterioro superficial (Is), establecidos durante el proceso de calificación y cuantificación de los deterioros del pavimento, definen tres casos generales:

1. Valores de 1 y 2 del "Is" representan pavimentos con agrietamientos y deformaciones, que presentan un buen aspecto general y que, probablemente, no requieran en el momento más que acciones de mantenimiento rutinario.
2. Valores 3 y 4 representan pavimentos con agrietamiento estructural y pocas o ninguna deformación, así como pavimentos no figurados pero con deformaciones de alguna importancia. Su estado superficial se considera regular y lo suficientemente degradado como para poner en marcha tratamientos de rehabilitación de mediana intensidad.
7. Por último, los valores 5, 6 y 7 son indicativos de pavimentos con agrietamientos y deformaciones abundantes, cuyo deficiente estado superficial exige la ejecución de trabajos importantes de rehabilitación.

Tabla N° 3. Rangos de calificación del VIZIR rango calificación (1 - 7).

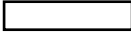
RANGO	CLASIFICACIÓN
1 y 2	Bueno
3 y 4	Regular
5, 6 y 7	Deficiente

Tabla N° 4. Determinación del índice de deterioro superficial "Is"



Fuente: Adaptado por autores, Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras.

Tabla 5. Niveles de gravedad de los daños Tipo A.

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
			
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	Sensible al usuario, pero poco importante. < 20mm.	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o 62arabólica62to62.	Deformaciones que afectan de manera importante la comunidad y la seguridad de los usuarios >40mm.
Grietas longitudinales por fatiga.	Fisuras en la banda de rodamiento.	Fisuras abiertas y a menudo ramificada.	Fisuras muy ramificadas y/o abiertas (Grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo.	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (>500mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y parcheo.	Intervención de superficies ligadas al deterioro del tipo B.	Intervenciones ligadas a deterioros tipo A.	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Fuente: Adaptado por autores, Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras.

Tabla 6. Niveles de gravedad de los daños Tipo B.

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
Grietas longitudinales de junta de construcción.	Fina y única.	Ancha (10mm o mas) sin desprendimiento o fina ramificación.	Ancha con desprendimientos o ramificada.
Grietas de contracción térmica.	Fisuras finas.	Anchas sin desprendimientos o finas con desprendimientos o fisura ramificada.	Anchas con desprendimiento.
Grietas parabólicas.	Fisuras finas.	Anchas sin desprendimientos.	Anchas con desprendimientos.
Grieta de borde.	Fisuras finas.	Anchas sin desprendimientos.	Anchas con desprendimientos.
Abultamientos.	$F < 20 \text{ mm}$	$20 \text{ mm} \leq F \leq 40 \text{ mm}$	$F > 40 \text{ mm}$
Ojos de pescado (por cada 100m).	< 5	5 a 10 / < 5	> 10 / 5ª 10
	≤ 300	≤ 300 / ≤ 1000	≤ 300 / ≤ 1000
Desprendimientos: pérdida de película de ligante. Pérdida de agregados.	Pérdidas asiladas	pérdidas continuas	Pérdidas generalizadas y muy marcadas.
Pulimiento agregados	no se define niveles de gravedad		
Exudación	puntual	continua sobre la banda de rodamiento	continua y muy marcada
Afloramiento: de mortero y de agua.	Localizados y apenas perceptibles	intensos	muy intensos
desintegración de los bordes de pavimento	Inicio de la desintegración.	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500mm o más.	Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico
erosión de las bermas	erosión incipiente	Erosión pronunciada.	La erosión se pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios.

Fuente: Adaptado por autores, Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos Asfálticos de carreteras.

Tabla 7. Daños tipo A – VIZIR.

NOMBRE DEL DETERIORO	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Ahuellamiento	AHU	M
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	M
Depresiones o hundimientos transversales	DT	M
Fisuras longitudinales por fatiga	FLF	M
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	M
Bacheos y zanjas reparadas	BZR	M

Tabla 8. Daños tipo B – VIZIR.

NOMBRE DEL DETERIORO	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	M
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
Fisuras de contracción térmica	FCT	M
Fisuras parabólicas	FP	M
Fisura de borde	FB	M
Huecos	H	UND
Desplazamiento o abultamiento o Ahuellamiento de la mezcla	DM	M
Pérdida de la película de ligante	PL	M
Pérdida de agregados	PA	M
Descascaramiento	DC	M2
Pulimento de agregados	PU	M
Exudación	EX	M
Afloramiento de mortero	AM	M
Afloramiento de agua	AFA	M
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	M
Segregación	S	M

Fuente: Elaboración propia, Adaptación de Manual INVIAS.

3.3. Definiciones Conceptuales.

- **Pavimento:** Es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos.
- **Pavimento flexible:** Se le llaman flexibles a aquellas estructuras cuya deformación es deflactarse o flexionarse según las cargas o la utilidad que se le dé a fin a este pavimento.
- **ASSHTO:** Asociación Americana de Carretera Estatal y Transportación Official.
- **PCI (Pavement Condition Index):** Índice de Condición del Pavimento.
- **VIZIR (Visión Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque):** Visión Inspección de Áreas y Rutas de Riesgo.
- **Rango:** clasificación según su importancia grado o nivel.
- **Clasificación:** lista o relación con arreglo a un criterio determinado.
- **Severidad:** Rigor excesivo al juzgar las faltas y debilidades.
- **Deterioro:** Empeoramiento del estado, calidad, valor etc. Del pavimento.
- **Conservación:** Preservar una cosa en buen estado o en una situación óptima para evitar su degradación.
- **Vía:** Es aquella ruta, camino, trayecto o espacio destinado para el flujo de personas y automóviles que se dirigen hacia un destino que conecta esta llamada vía, de un punto de inicio hasta un lugar de destino con ciertas características.
- **Evaluación del pavimento:** La evaluación de un pavimento se aplica a un tramo específico de una carretera y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio, de capacidad estructural y de calidad de materiales, mediante equipo especializado y diversos procedimientos, a fin de determinar su estado de servicio o de funcionamiento.
- **Auscultación:** La auscultación de pavimentos es aplicable a una red de carreteras a cargo de una Dependencia, para que a través de un sistema de gestión se determinen las inversiones requeridas para conservarla en buen estado de operación, se definan las prioridades de atención y se realice la programación de los trabajos por ejecutar. La auscultación se realiza con equipos de tecnología reciente de alto rendimiento (que funciona a velocidades de operación) para obtener diversa información sobre las condiciones de servicio y estructurales de los pavimentos.

IV. METODOLOGIA

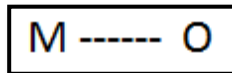
4.1. Método de Estudio

4.1.1. Métodos

Diseño de investigación

El diseño de la investigación será no experimental porque es un estudio que se realizará sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observará los fenómenos en su ambiente natural, debido que es una investigación que recopilara datos en un momento único. (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 44).

El diseño de investigación cumple con el esquema siguiente:



Donde:

M: la muestra está representada por los Jirones Los Vencedores C-01 A C-06, Rosario Flores Viena C-01 A C-05, German Adolfo Morey C-01 A C-05, y prolong. San Martín C-1, (17 cuadras), Distrito La Banda de Shilcayo, Provincia y Departamento San Martín, periodo 2019.

O: Representa la información que se reportará en los resultados.

4.1.2. Procedimiento para la Inspección del Pavimento Flexible

Se inspecciona visualmente el pavimento para el cual se aplica el siguiente procedimiento:

- Antes de comenzar la evaluación, se deberá analizar detenidamente el manual del PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, la norma ASTM 5340-98 traducción español método de evaluación del PCI y la norma ASTM d-6433 roads and parking lots pavement condition index.
- El evaluador deberá revisar cuidadosamente la sección de unidad de muestreo, identificando las fallas y clasificándolas alfanuméricamente. Cualquier cambio notorio en el tipo o en la condición del pavimento flexible a lo largo de la calle o vía en estudio, requerirá la selección y clasificación de una selección de unidades de muestro adicional.

- Para una calle de dos vías, la clasificación deberá ser aplicada en ambas vías. Sin embargo.
- Se usará una hoja de datos de campo apropiada.
- El evaluador está autorizado a escribir cualquier comentario referente a la evaluación del pavimento, tal como el predominio y extensión de algunos tipos de particulares de fallas en una sección, condiciones de drenaje, estructuras secundarias, condiciones climáticas durante la inspección, condiciones topográficas, etc.

Después de completar la inspección con los valores ij , el evaluador deberá consultar los valores de daños proporcionados en la tabla e ingresar datos respectivos. Los valores de daño deberán ser sumados para cada tipo individual de daño. El valor de PCI para la sección estudiada puede ser calculado, restando el valor total del daño (ΣVDi) de 100 (Espinoza, 2016, p. 49).

Tabla 9. Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	ALCANCES	INFORMANTE
Visual	Formato de Recolección de datos	Levantamiento de datos del objeto de estudio	Documentación proporcionada por la Municipalidad Distrital de la Banda de Shilcayo acerca la actual infraestructura vial
Fichaje	Descripción de las variables	Creación del Marco Conceptual	Guías Bibliográficas, Tesis, y otros.

4.1.3. Metodologías de evaluación funcional y estructural.

Las evaluaciones funcionales y estructurales determinan los deterioros presentes en el pavimento, dependiendo del tipo de pavimento, se realizan diferentes tipos de estudios de su estructura.

Los factores agresivos de mayor influencia en el desgaste de un pavimento son:

- Agua
- Tráfico
- Clima

El mal drenaje del agua en la carretera y las cargas repetitivas de tráfico sobre la misma, ponderan daños permanentes en el pavimento.

El pavimento puede ser evaluado mediante 3 distintas formas:

1. Inspección Visual
2. Ensayos no destructivos
3. Ensayos destructivos.

**NUESTRA EVALUACIÓN ABARCARA EL PUNTO 1,
REFIRIÉNDONOS A LA INSPECCIÓN VISUAL.**

4.2. Escenario Cultural.

El lugar donde se ejecutara el presente proyecto de tesis, se ubica en:

4.2.1.1. Ubicación Política.

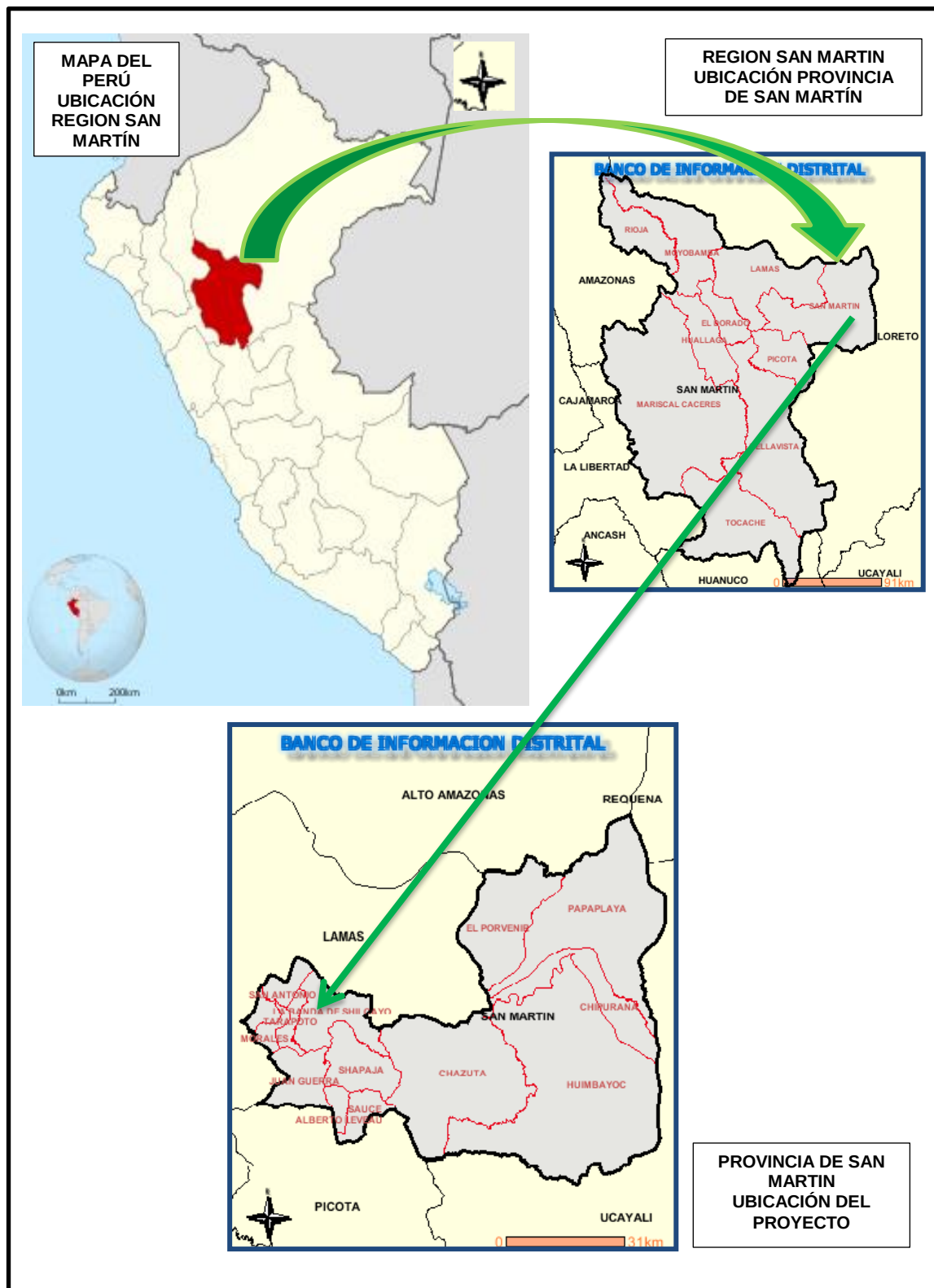
- País : Perú.
- Región : San Martín.
- Provincia : San Martín.
- Distrito : La Banda de Shilcayo.
- AA.VV. : Dos de Febrero.

El Proyecto de Tesis “**APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS PRINCIPALES CALLES DE LA AA.VV. DOS DE FEBRERO – DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN**”, tiene como ámbito de ejecución los Jirones: Los Vencedores C-01 A C-06, Rosario Flores Viena C-01 A C-05, German Adolfo Morey C-01 A C-05, y prolong. San Martin C-1, (17 cuadras), del Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia y Región de san Martín.

4.2.1.2. Ubicación Geográfica.

- Latitud** : 6°29'44.33"S
- Longitud** : 76°21'6.70"O
- Altitud** : 322 m.s.n.m.

Figura 43. Ubicación del Proyecto de Tesis.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44. Jirones Intervenidos:



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Población y Muestra

4.3.1. Población

La población en estudio estará conformada por todas las anomalías identificadas en el pavimento flexible de la AA. VV. Dos de Febrero, Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia y Departamento San Martín, periodo 2019.

4.3.2. Muestra

La muestra estará distribuida por las anomalías identificadas en el pavimento flexible de las principales calles de la AA.VV. Dos de Febrero específicamente en los Jirones Los Vencedores C-01 A C-06 (368.00mt), Rosario Flores Viena C-01 A C-05 (270.40mt.),

German Adolfo Morey C-01 A C-05 (355.30mt.), y prolong. San Martín C-1 (65.20mt.), Distrito La Banda de Shilcayo, Provincia y Departamento San Martín, periodo 2019; haciendo un total de 1,058.90mts. ó 1.06 Km.

4.4. Materiales

4.4.1. Materiales

4.4.1.1. Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de información se empleó una ficha técnica de evaluación como instrumento de recolección de datos, en la cual se registró las lesiones patológicas de acuerdo a su tipo, área de afectación y nivel de severidad.

Además, durante la recolección de datos se empleó los siguientes equipos y herramientas:

- Wincha de 50 mt.
- Wincha de 5 mt. Para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla de aluminio, para establecer niveles, dimensiones de fisuras y grietas, etc.
- Cámara fotográfica para registrar cada una de las lesiones.
- Formato para apuntes.

4.5. Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos.

4.5.1. Técnica de Recolección de Datos

La técnica empleada fue la de la observación visual, empleada por conocimiento del proceso de construcción de ambos pavimentos, recolección de muestras de campo.

4.5.2. Procedimientos de Recolección de Datos

Nos basamos siguiendo la metodología del PCI y VIZIR.

4.5.3. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

La recopilación de antecedentes se realizará por la búsqueda ordenada, análisis y validación de los datos encontrados en campo y de toda la información necesaria que ayudará a cumplir con los objetivos de este proyecto.

El estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI y VIZIR. Donde el presente proyecto utilizo el método de análisis de datos de la siguiente manera:

1. Se realizó una evaluación del deterioro físico del pavimento tomando en cuenta las fallas establecidas en los pavimentos flexibles usando el método de observación (visual).
2. De manera continua se realizará el índice de condición del pavimento tomando en cuenta el método del PCI y sus especificaciones correspondientes, del mismo modo se procederá se evaluara la condición del pavimento con el método VIZIR.
3. Por último se presentaran los resultados obtenidos, para mejorar el pavimento tomando en cuenta el método AASHTO (Asociación Americana de Administradores Estatales de Carreteras y Transporte).

V. RESULTADOS

5.1 Determinación del Índice del estado del Pavimento

A continuación se explican los datos obtenidos en campo, durante la inspección visual en las principales calles de la AA. VV. Dos de Febrero en el Distrito de la Banda de Shilcayo; así como los cálculos de índice de condición del pavimento flexible; como también el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada. Las fotografías de las fallas de cada muestra en cada uno de los Jirones a intervenir.

5.1.1 Resultados del tramo 01 (Jr. Los Vencedores C-01 a la C-06).

La unidad de muestra del tramo del Jr. Los Vencedores (U1), tiene un área de 2428.80 M², ubicada dentro el ámbito de la AA.VV. Dos de Febrero, por lo tanto se le denomino como sección 1 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad media fueron: desnivel carril-berma, parabólica, también se registraron baches de alta severidad, además de parches y parches de cortes utilitarios en severidades baja. Ver tabla 8.

Figura 45. Testigo de defectos en el pavimento flexible



La falla que mayor se observo fue el deterioro del pavimento en baches con una severidad alta, ya que también es una falla estructural que influye en la carpeta asfáltica.

Figura 46. Testigo de defectos en el pavimento flexible



Las fallas que menos afectan el pavimento en este tramo fueron el parches y parches de cortes utilitarios en severidad baja e Hinchamiento en una severidad media, pues sus áreas son pequeñas comparada con otras áreas totales inspeccionadas.

Figura 47. Testigo de defectos en el pavimento flexible



La piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, abultamientos y hundimientos, corrugación, depresión, fisura de borde, desplazamiento, fisura parabólica o por deslizamiento, no afectan el estado del pavimento, puesto que el tamaño de las fallas no son representativos comparando con toda la unidad de muestra; por lo tanto el valor deducido es cero (0).

Tabla 10. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U1/Sección 01

METODO PCI							ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: <u>Jr. Los Vencedores</u>							Sección: <u>01</u>		Unidad de muestra: <u>U1</u>	
Ejecutores: <u>Jackelin Alata Laulate Y Henry Ruiz Paredes</u>							Fecha: <u>11/06/2019</u>		Área: <u>368.00</u>	
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura 75arabólica o por deslizamiento				
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y				
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados				
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento						
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11L	2.27	2.00	1.68				5.95	1.62	2.36	
12	7.30						7.30	1.98	0.00	
14M	6.76	2.38					19.04	5.17	20.86	
13M	2.92	1.22	1.16	2.83			8.13	2.21	29.82	
9M	53.25	12.10					65.35	17.76	5.13	
11H	2.17						2.16	0.59	6.83	
18M	13.95						13.95	3.79	2.93	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03

Tabla 11: Calculo del PCI en un pavimento flexible – U1/Sección 01

N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	Q	CDV
1	29.82	20.86	6.83	5.13	2.93	2.36	2.00	69.93	7	31
2	29.82	20.86	6.83	5.13	2.93	2.36	2.00	69.93	6	31
3	29.82	20.86	6.83	5.13	2.93	2.00	2.00	69.57	5	34
4	29.82	20.86	6.83	5.13	2.00	2.00	2.00	68.64	4	38
5	29.82	20.86	6.83	2.00	2.00	2.00	2.00	65.51	3	43
6	29.82	20.86	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	60.68	2	44
7	29.82	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	41.82	1	40

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamiento ASTM D6433-03

Max CDV = 44

PCI = 44

Rating = REGULAR

5.1.2 Resultados del tramo 02 (Jr. German Adolfo Morey C-01 a la C-05).

La unidad de muestra del tramo del Jr. German Adolfo Morey (U2), tiene un área de 2344.98 M², ubicada dentro el ámbito de la AA.VV. Dos de Febrero, por lo tanto se le denominó como sección 2 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fueron: peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, parches y parches de cortes utilitarios, y baches; también se registraron desnivel carril – berma, abultamiento y hundimientos y fisura parabólica o por deslizamiento con severidades baja. Ver tabla 10.

Figura 48. Testigo de defectos en el pavimento flexible.



La falla que mayor se observó fue el deterioro del pavimento en parches y parches de cortes utilitarios con severidad baja, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.

Figura 49. Testigo de defectos en el pavimento flexible.



Las fallas que menos afectan el pavimento en este tramo fueron el parches y parches de cortes utilitarios en severidad media, fisura parabólica o por deslizamiento con severidad baja, agregado pulido también en baja severidad, pues sus áreas son pequeñas comparada con otras áreas totales inspeccionadas.

Figura 50. Testigo de defectos en el pavimento flexible



La piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, corrugación, depresión, fisura de borde, fisura de reflexión de junta, fisuras longitudinales y transversales, parabólica, desplazamiento, e hinchamiento, no afectan el estado del pavimento, puesto que el tamaño de las fallas no son representativos comparando con toda la unidad de muestra; por lo tanto el valor deducido es cero (0).

Tabla 12. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U2/Sección 02

METODO PCI							ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Jr. German Adolfo Morey</u>				Sección: <u>01</u>		Unidad de muestra: <u>U2</u>			
Ejecutores: <u>Jackelin Alata Laulate Y Henry Ruiz Paredes</u>				Fecha: <u>11/06/2019</u>		Área: <u>355.30</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura 79arabólica o por deslizamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
9L	17.00	12.00					29.00	8.16	3.23
11L	1.77	1.13	0.79	0.79	4.2	2.84	11.52	3.24	7.24
18M	25.74						25.74	16.04	8.16
11M	1.13						1.13	0.32	
4L	0.90	0.70					1.60	0.45	
16L	2.60						2.60	0.73	2.00
12	1.98						1.98	0.56	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03

Tabla 13: Calculo del PCI en un pavimento flexible – U2/Sección 01

N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	Q	CDV
1	8.16	7.24	3.23	2.00	2.00	2.00	2.00	26.63	7	
2	8.16	7.24	3.23	2.00	2.00	2.00	2.00	26.63	6	
3	8.16	7.24	3.23	2.00	2.00	2.00	2.00	26.63	5	
4	8.16	7.24	3.23	2.00	2.00	2.00	2.00	26.63	4	9
5	8.16	7.24	3.23	2.00	2.00	2.00	2.00	26.63	3	14
6	8.16	7.24	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	25.40	2	19
7	8.16	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.16	1	21

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamiento ASTM D6433-03

Max CDV = 21

PCI = 19

Rating = MUY MALO

5.1.3 Resultados del tramo 03 (Jr. Rosario Flores Viena C-01 a la C-05).

La unidad de muestra del tramo del Jr. Rosario Flores Viena (U3), tiene un área de 1784.64 M² ubicada dentro el ámbito de la AA.VV. Dos de Febrero, por lo tanto se le denominó como sección 3 a dicha región de pavimento.

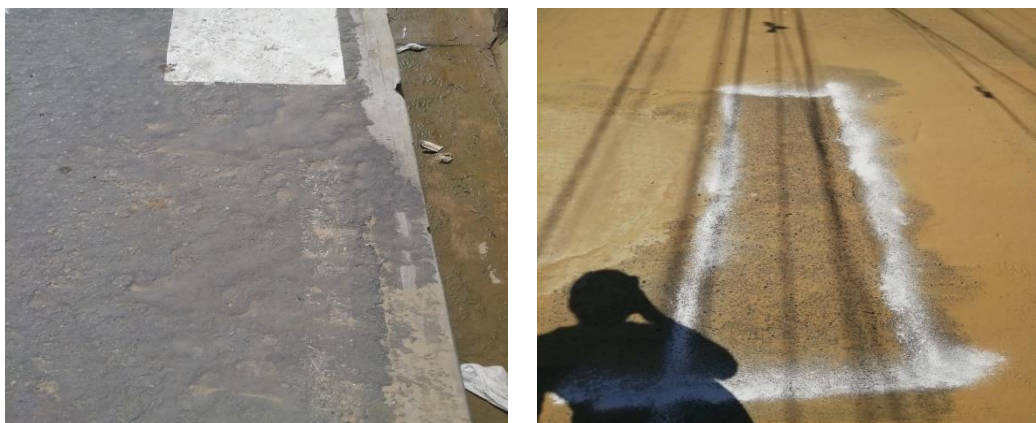
Las fallas que se encontraron en su mayoría con nivel de severidad baja fue: parches y parches de cortes utilitarios y agregado pulido, también se registraron desnivel carril berma y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados en severidades media. Ver tabla 12.

Figura 51. Testigo de defectos en el pavimento flexible



La falla que mayor se observó fue el deterioro del pavimento en parches y parches de cortes utilitarios en alta y baja severidad, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.

Figura 52. Testigo de defectos en el pavimento flexible



Las fallas que menos afectan el pavimento en este tramo fueron el desnivel carril – berma, agregado pulido y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados en severidad media, pues sus áreas son pequeñas comparada con otras áreas totales inspeccionadas.

Figura 53. Testigo de defectos en el pavimento flexible.



La piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, abultamientos y hundimientos, corrugación, depresión, fisura de borde, fisura de reflexión de junta, fisuras longitudinales y transversales, baches, Ahuellamiento, desplazamiento, fisura parabólica o por deslizamiento, hinchamiento, no afectan el estado del pavimento, puesto que el tamaño de las fallas no son representativos comparando con toda la unidad de muestra; por lo tanto el valor deducido es cero (0).

Tabla 14. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U3/Sección 01

METODO PCI							ESQUEMA		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Jr. ROSARIO FLORES VIENA</u>				Sección: <u>01</u>		Unidad de muestra: <u>U3</u>			
Ejecutores: <u>Jackelin Alata Laulate Y Henry Ruiz Paredes</u>				Fecha: <u>12/06/2019</u>		Área: <u>270.40</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de agregados			
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11L	2.10	2.27	16.66	2.27	2.84		26.14	9.67	16.22
18M	28.38						28.38	10.50	21.34
9M	32.00						32.00	11.83	9.47
12	1.32						1.32	0.49	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03

Tabla 15: Calculo del PCI en un pavimento flexible – U3/Sección 01

N°	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV
1	21.34	16.22	9.67	2.00	49.23	4	27
2	21.34	16.22	9.67	2.00	49.23	3	30
3	21.34	16.22	2.00	2.00	41.56	2	30
4	21.34	2.00	2.00	2.00	27.34	1	27

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamiento ASTM D6433-03

Max CDV = 30

PCI = 30

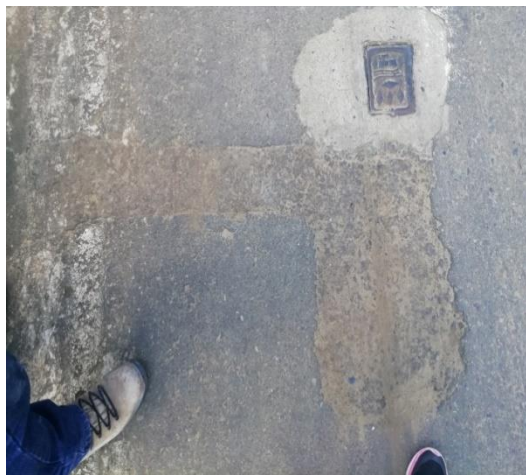
Rating = MALO

5.1.4 Resultados del tramo 04 (Jr. Prolong. San Martin C-1).

La unidad de muestra del tramo del Jr. Prolong. San Martin (U4), tiene un área de 430 M² ubicada dentro el ámbito de la AA.VV. Dos de Febrero, por lo tanto se le denominó como sección 4 a dicha región de pavimento.

Las fallas que se encontraron con nivel de severidad media fue: peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados y también parches y parches de cortes utilitarios en severidades baja. Ver tabla 14.

Figura 54. Testigo de defectos en el pavimento flexible



La Falla que mayor se observó fue el deterioro del pavimento en peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados en un área mayor, en media severidad, ya que es también una falla estructural en la cual influye en su totalidad de la carpeta asfáltica.

Figura 55. Testigo de defectos en el pavimento flexible



Las fallas que menos afectan el pavimento en este tramo fueron el parches y parches de cortes utilitarios en severidad baja, pues sus áreas son pequeñas comparada con otras áreas totales inspeccionadas.

Figura 56. Testigo de defectos en el pavimento flexible



La piel de cocodrilo, exudación, fisuras en bloque, abultamientos y hundimientos, corrugación, depresión, fisura de borde, fisura de reflexión de junta, desnivel carril – berma, fisuras longitudinales y transversales, agregado pulido, baches, ahuellamiento, desplazamiento, fisura parabólica o por deslizamiento, hinchamiento, no afectan el estado del pavimento, puesto que el tamaño de las fallas no son representativos comparando con toda la unidad de muestra; por lo tanto el valor deducido es cero (0).

Tabla 16. Hoja de registro en vías de pavimento flexible (PCI) – U4/Sección 01

METODO PCI							ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: Prolongación San Martín C-1							Sección: 01		Unidad de muestra: U4	
Ejecutores: Jackelin Alata Laulate Y Henry Ruiz Paredes							Fecha: 12/06/2019		Área: 65.20	
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura Parabólica o por deslizamiento				
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento						
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento						
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11L	0.30	0.26					0.64	0.98	2.36	
18M	19.89						19.89	30.51	0.00	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03

Tabla 17: Calculo del PCI en un pavimento flexible – U4/Sección 01

N°	VALORES	DEDUCIDOS	TOTAL	Q	CDV
1	19.89	2.00	21.89	2	15
2	19.89	2.00	21.89	1	24

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamiento ASTM D6433-03

Max CDV = 24

PCI = 15

Rating = MUY MALO

5.1.5. Calculo de la condición del pavimento metodología VIZIR.

Tabla 18: Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U1/Sección 01.

AREA DE MUESTREO
368.00

JIRON	TIPO DE DAÑO	AREA m²	GRAVEDAD	EXTENSION %	If	Id	Is	CORRECCION	Is FINAL	CLASIFICACION
LOS VENCEDORES C-1 A LA C-6	Parcheo	12.85	1	47.29	3	3	5	1	4	REGULAR
	Ahuellamiento	19.04	3	70.07						
	Baches	8.13	4	29.92						
	Desnivel carril – berma	65.35	5	24.05						
	Perdida de agregados	2.00	2	7.36						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U2/Sección 01.

AREA DE MUESTREO
355.30

JIRON	TIPO DE DAÑO	AREA m²	GRAVEDAD	EXTENSION %	If	Id	Is	CORRECCION	Is FINAL	CLASIFICACION
GERMAN ADOLFO MOREY C-1 A LA C-5	Desnivel carril - berma	29.00	4	9.72	3	3	4	0+1	3	REGULAR
	Parcheo	12.65	3	42.41						
	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregado	25.74	3	86.31						
	Abultamientos y hundimientos	1.60	4	5.36						
	Fisura parabólica o por deslizamiento	2.60	3	8.72						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U3/Sección 01.

AREA DE MUESTREO
270.40

JIRON	TIPO DE DAÑO	AREA m ²	GRAVEDAD	EXTENSION %	If	Id	Is	CORRECCION	IS FINAL	CLASIFICACION
ROSARIO GLORES VIENA C-1 A LA C-5	Parcheo	26.14	2	47.29	4	4	5	0	4	REGULAR
	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregado	28.38	3	26.86						
	Ahuellamiento	32.00	2	70.07						
	Desnivel carril - berma	1.32	5	29.92						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Calculo del VIZIR en un pavimento flexible – U4/Sección 01.

AREA DE MUESTREO
65.20

JIRON	TIPO DE DAÑO	AREA m²	GRAVEDAD	EXTENSION %	If	Id	Is	CORRECCION	Is FINAL	CLASIFICACION
Prolongación SAN MARTÍN C-1	Parcheo	0.64	1	0.41	3	4	5	0	3	REGULAR
	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregado	19.89	5	12,97						

Fuente: Elaboración Propia

VI. DISCUSIÓN

Se puede apreciar que de acuerdo a los resultados analizados y obtenidos entre ambas metodologías, la más completa es el método del PCI, debido a sus rangos de clasificación los cuales van desde 0 para una superficie de pavimento fallada o deficiente, hasta 100 que es un pavimento en excelentes condiciones, también esta metodología del PCI evalúa todos los daños que pueda padecer el pavimento, los cálculos para determinar la clasificación de daños son más exactos debido a la interpolación entre la densidad y el valor deducido detallados lo que hace que esta metodología sea mejor al momento del análisis y evaluación.

La metodología VIZIR es un poco complicada debido a la falta de información y trabajos referentes a este método, además comprende una clasificación que comprende los rangos 1-2 para pavimentos en buen estado, 3-4 para pavimentos en un estado regular y 5-6-7 para pavimentos que se encuentren en un estado deficiente.

La falla de esta estructura vial, se viene dando debido a la falta de mantenimiento, ya sea rutinario o periódico y también debido al proceso constructivo.

VII. CONCLUSIONES

- Se aplicaron y evaluaron las metodologías PCI y VIZIR, en los estados del pavimento flexible en las principales calles de la AA.VV. Dos de Febrero en el distrito de la Banda de Shilcayo de 1058.90 Ml. (1.06 Km.)
- En los Jirones intervenidos de la AA.VV. Dos de Febrero del distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y región de San Martín, de acuerdo con las evaluaciones y análisis realizadas, los datos obtenidos de las condiciones del pavimento para la metodologías PCI y VIZIR se obtuvo como resultado las calificaciones de la siguiente manera:
 - Para el Jr. Los Vencedores C-1 hasta la C-6 (368.00 ml.); se encuentre en condiciones regulares de transitabilidad ya que ambos métodos PCI y VIZIR, arrojaron como resultados un estado **Regular**.
 - En el Jr. German Adolfo Morey C-1 hasta la C-5 (355.30 ml.), de acuerdo al análisis y resultados se encontró de acuerdo a las metodologías aplicadas de PCI el estado es **Muy Malo** y de acuerdo al método VIZIR el estado es **Regular**.
 - En el Jr. Rosario Flores Viena, C-1 hasta la C-5 (270.40 ml.), de acuerdo a su análisis aplicado por la metodología del PCI, lo clasificamos como **Malo**; y mediante la metodología del VIZIR lo clasificamos como **Regular**.
 - Y por último en la Prolongación San Martín C-1 (65.20 ml.), se encontraron de acuerdo al análisis efectuado mediante la metodologías aplicadas de PCI el estado es **Muy Malo** y por el método VIZIR el estado es **Regular**.
 - Los tipos de fallas Identificados y los diferentes daños que ocasionan estos en el deterioro del tramo en estudio fueron los siguientes:
 - Abultamiento y hundimientos con severidad baja (4L).
 - Desnivel carril – berma con severidad baja y media (9L y 9M).
 - Parches y parches de cortes utilitarios, con severidad baja (11L).
 - Agregado pulido (12)
 - Baches, con severidad media (13M).
 - Ahuellamiento, con severidad media (14M).
 - Fisura parabólica o por deslizamiento, con severidad baja (16L).
 - Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18M).

- De acuerdo a las evaluaciones realizadas podemos resumir de la siguiente manera:

Tabla 22. Resultados obtenidos de la evaluación de la aplicación de los métodos PCI y VIZIR.

<i>INTERVENCIÓN</i>	<i>METODOLOGÍA</i>	<i>CLASIFICACIÓN</i>	<i>ESTADO</i>
Jr. LOS VENCEDORE C-1 A C-6	PCI	44	Regular
	VIZIR	4	Regular
Jr. GERMAN ADOLFO MOREY C-1 A C-5	PCI	19	Muy Malo
	VIZIR	3	Regular
Jr. ROSARIO FLORES VIENA C-1 A C-5	PCI	30	Malo
	VIZIR	4	Regular
PROLONGACIÓN SAN MARTÍN C-1	PCI	15	Muy Malo
	VIZIR	3	Regular

Fuente: Elaboración propia.

VIII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el Jr. Los Vencedores, requiere intervención leve.
- En el Jr. German Adolfo Morey, de acuerdo al análisis y resultados, requiere intervención urgente.
- En Jr. Rosario Flores Viena, de acuerdo a su análisis aplicado y los resultados obtenidos, requiere intervención moderada.
- En la Prolong. San Martín, de acuerdo al análisis y resultados obtenidos, requiere intervención urgente.
- De acuerdo a las metodologías analizadas se recomienda utilizar el método PCI, en futuros trabajos de evaluación de pavimentos flexibles ya que es un método más completo, de fácil aplicación y análisis para tener obtener resultados exactos.
- Concientizar a la población para el cuidado de estas vías ya que son muy importante en el desarrollo del distrito y la región San Martín.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán, T.Á. (2018). Determinación y evaluación de las patologías presentes en la capa de rodadura del pavimento flexible de la avenida Andrés Avelino Cáceres, entre avenida vice y avenida Sullana norte del departamento de Piura, distrito de Piura, provincia Piura, del año 2018.
- Cerón, V.G. (2006). Evaluación y comparación de metodologías VICIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: museo Quimbaya – crq armenia quindío (pr 00+000 – pr 02+600).
- Coy, O.M., (2017), Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI.
- Doria D., Z.F.M. y De la Cruz, J.B., (2016); “Cálculo del índice de condición aplicado al pavimento flexible, en el Jr. Jorge Chávez en la ciudad de Tarapoto - barrio huayco, provincia de San Martín, departamento de San Martín y propuesta de solución.
- Hiliquin, M.L., (2016) “Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la A.V. Jorge Chávez del distrito de Pocollay en el año 2016”.
- Marrugo, C. E. (2014). “Evaluación de la metodología VIZIR como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles”
- Rodríguez, E. D. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de castilla.
- Sierra, C.C. y Rivas A.F. (2016). Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la via al llano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la upz yomasa.

X. ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N° 01: En la vista se observa el desnivel de carril de berma.



FOTO N° 02: Se observa el deterioro del pavimento flexible en un empalme.



FOTO N° 03: Se observa la medición de un desnivel en el pavimento flexible.



FOTO N° 04: Se observa el desnivel de berma en gran parte del tramo.



FOTO N° 05: Se observa una falla de desprendimiento de materiales.

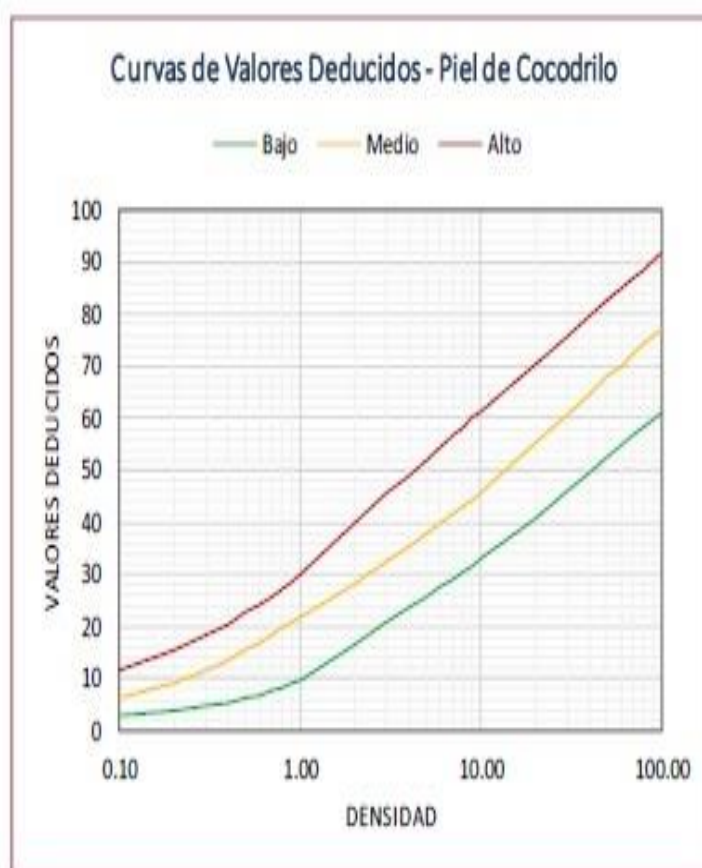


FOTO N° 06: Se observa una falla de parche en el pavimento flexible.

Curvas Deducidas para Interpolar.
Curva Deducidas 1 Para Piel de Cocodrilo

1. PIEL DE COCODRILLO

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

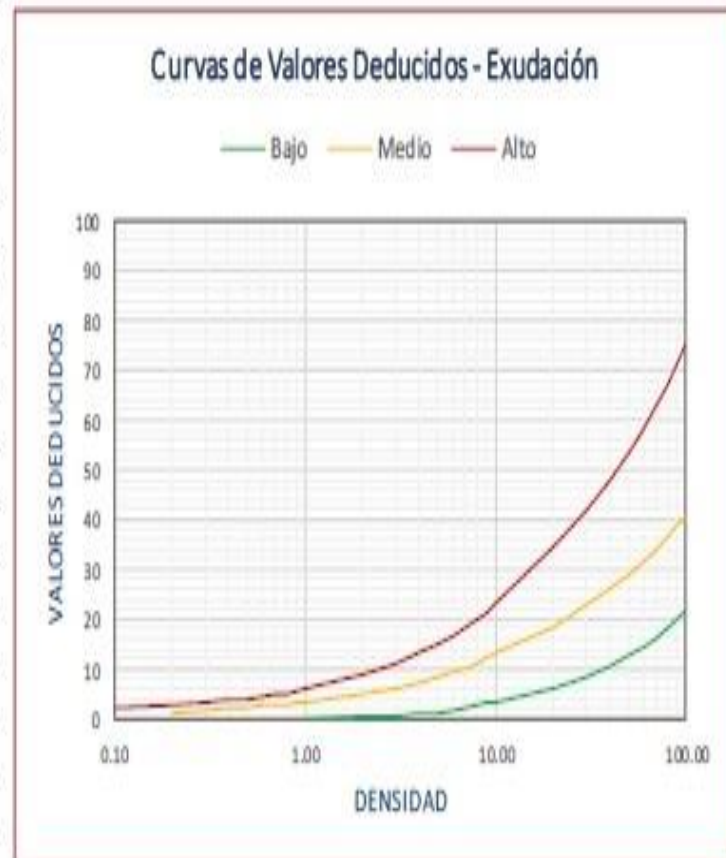


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 2 Para Exudación.

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

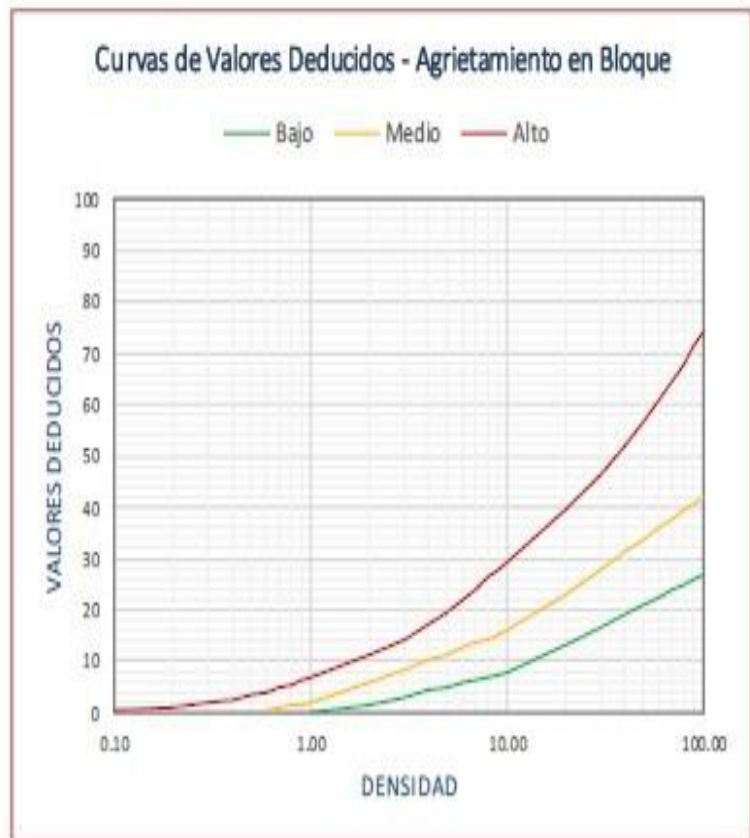


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 3 Para Agrietamiento en Bloque.

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

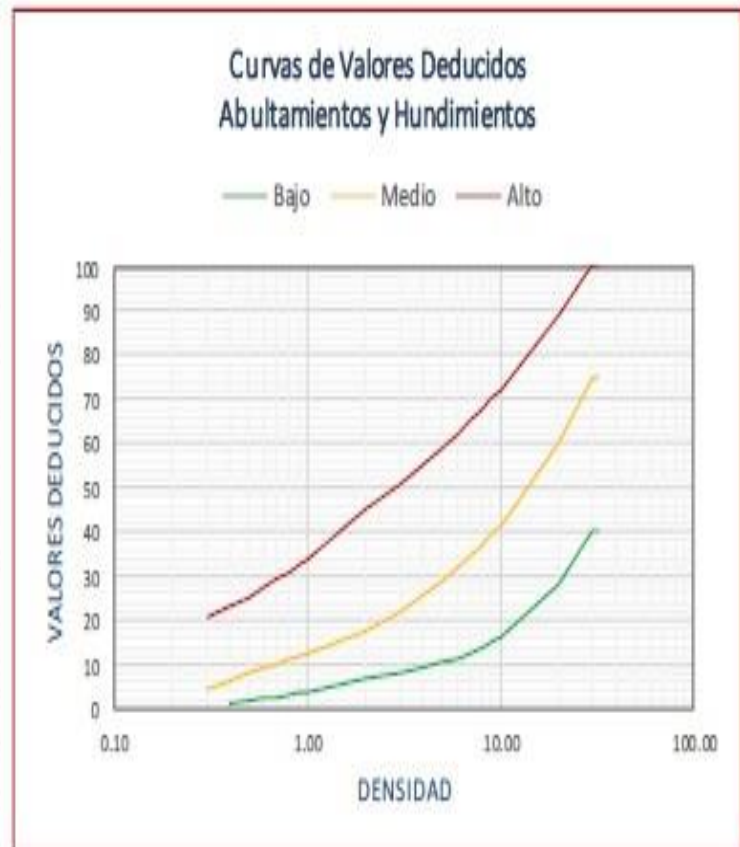


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 4 Para Abultamiento Y Hundimiento

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			

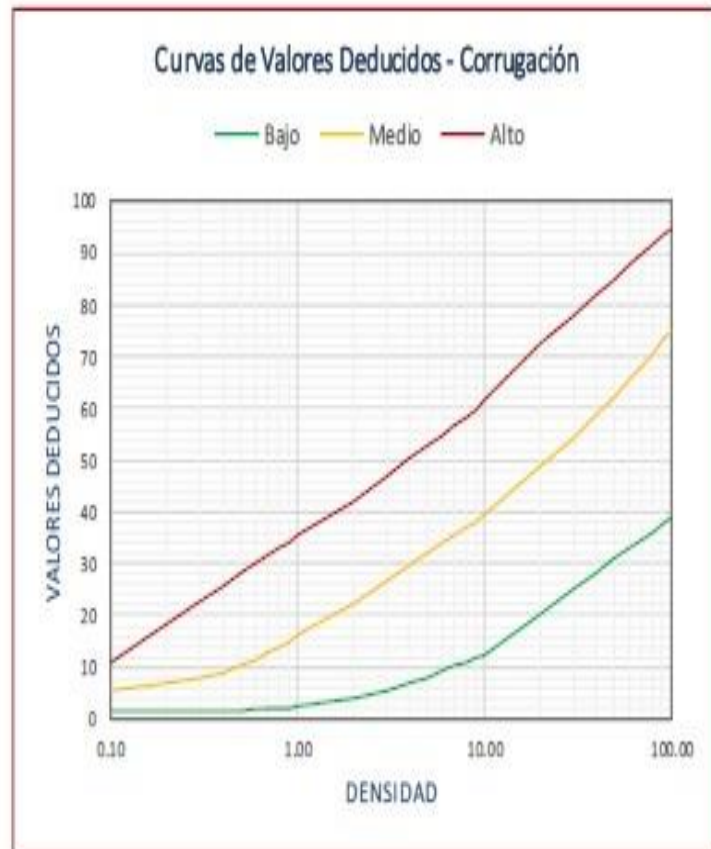


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 5 Para Corrugación

5. CORRUGACION

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

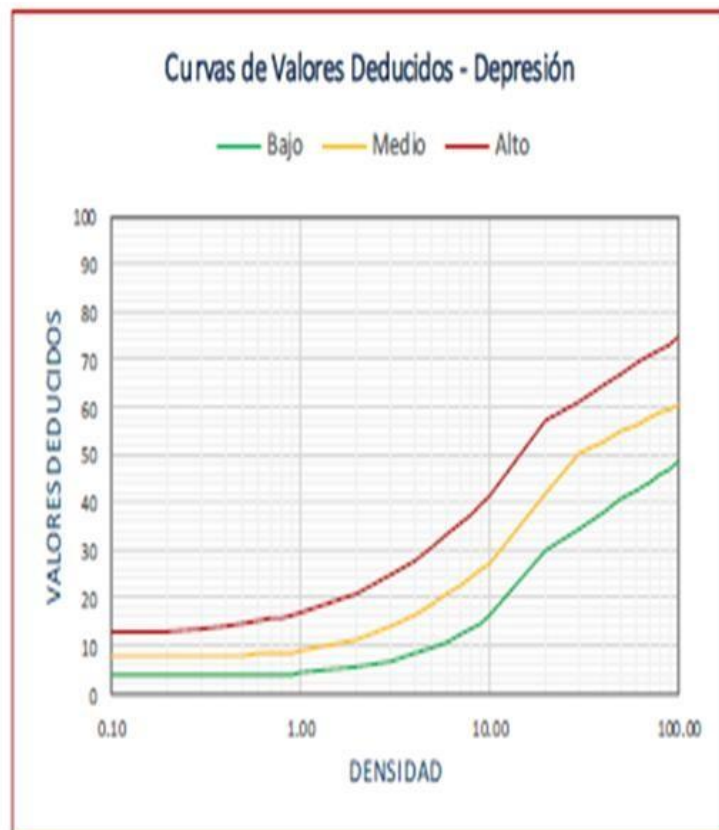


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 6 Para Depresión

6. DEPRESION

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

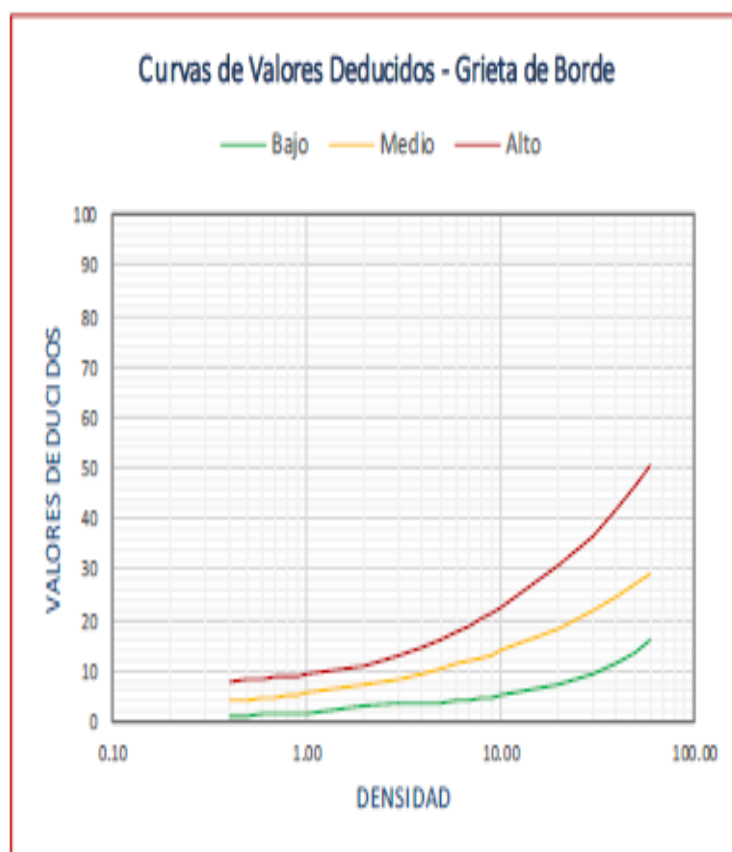


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 7 Prara Grieta De Bloque

7. GRIETA 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			

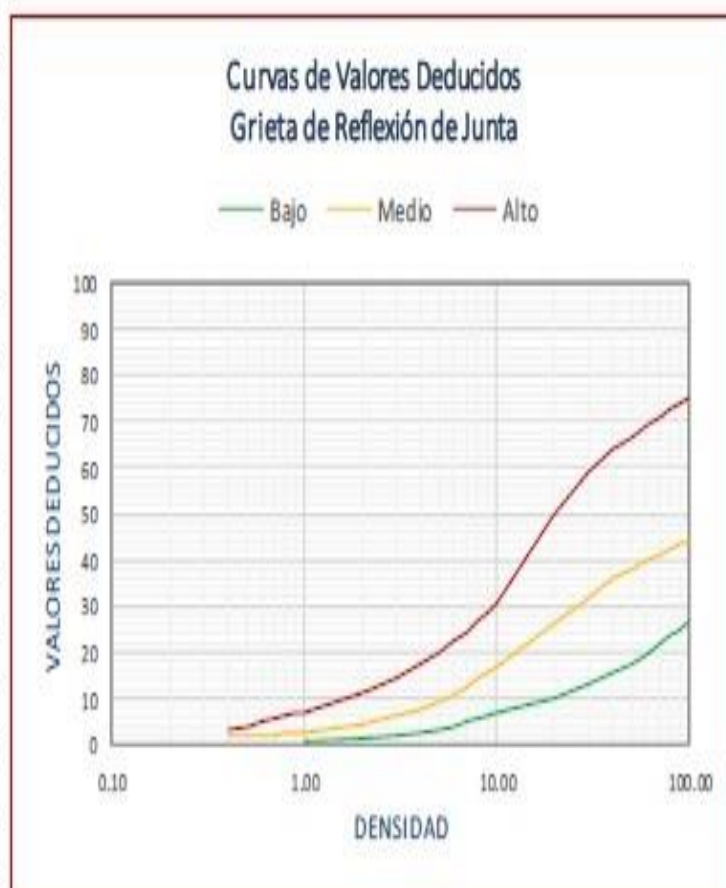


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 8 Para Grieta De Reflexión De Junta

8. GRIETA DE REFLEXION 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

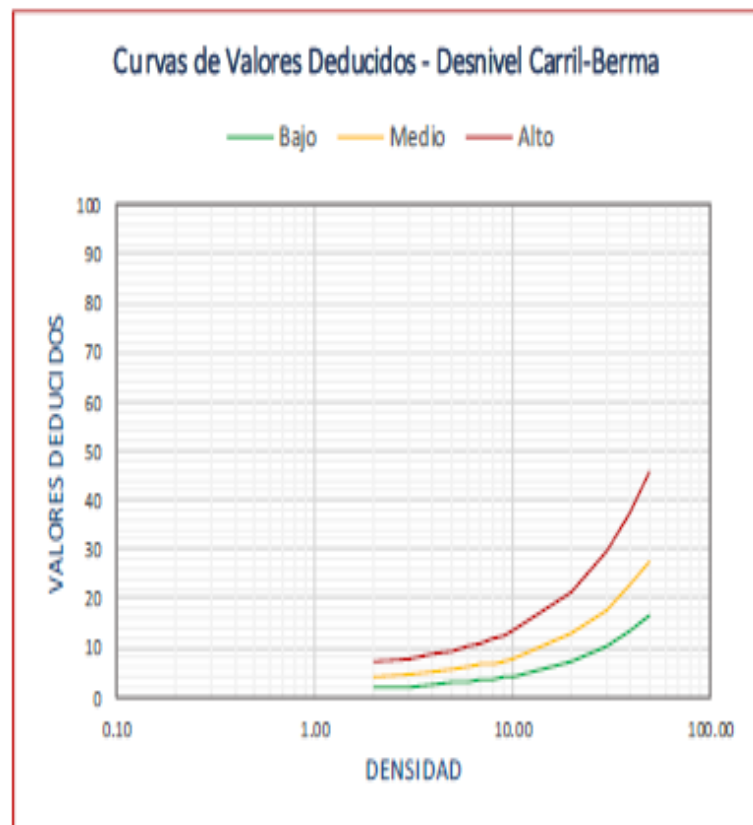


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 9 Para Carril - Berma

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			

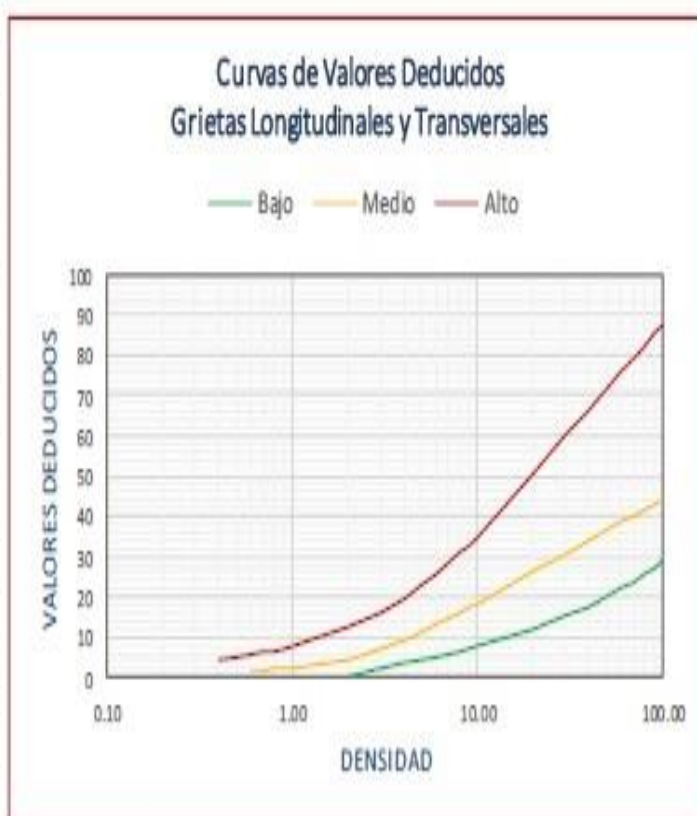


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 10 Para Grieta Longitudinales Y Trasversales

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

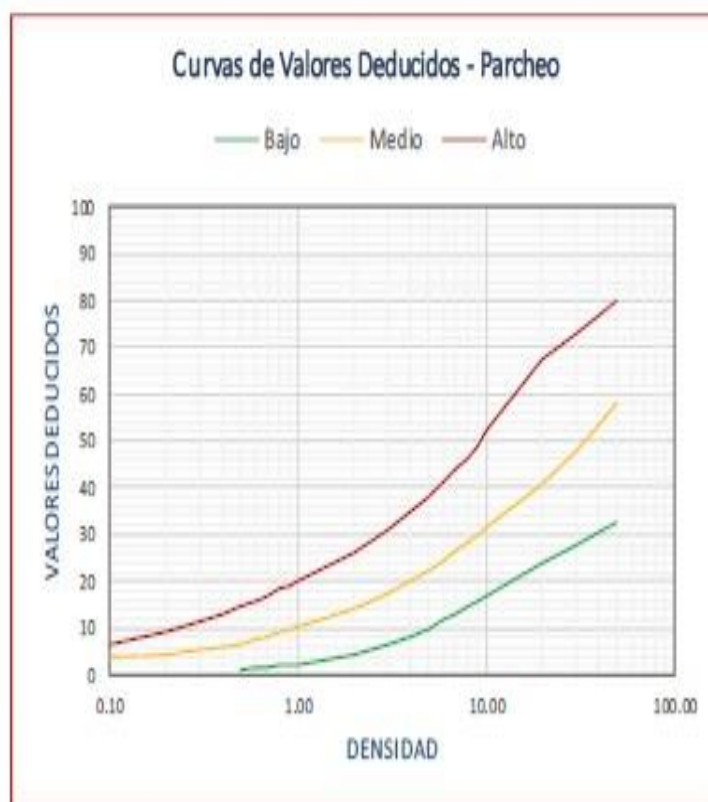


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 11 Para Parcheo

11. PARCHEO

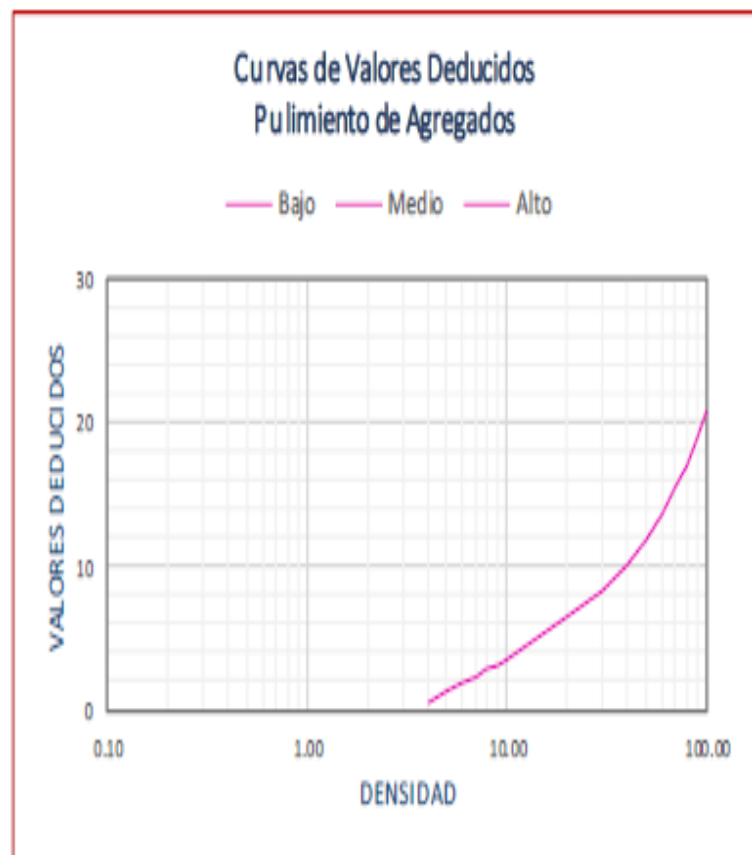
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
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			



Fuente: manual del PCI.

12. PULIMIENTO 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	

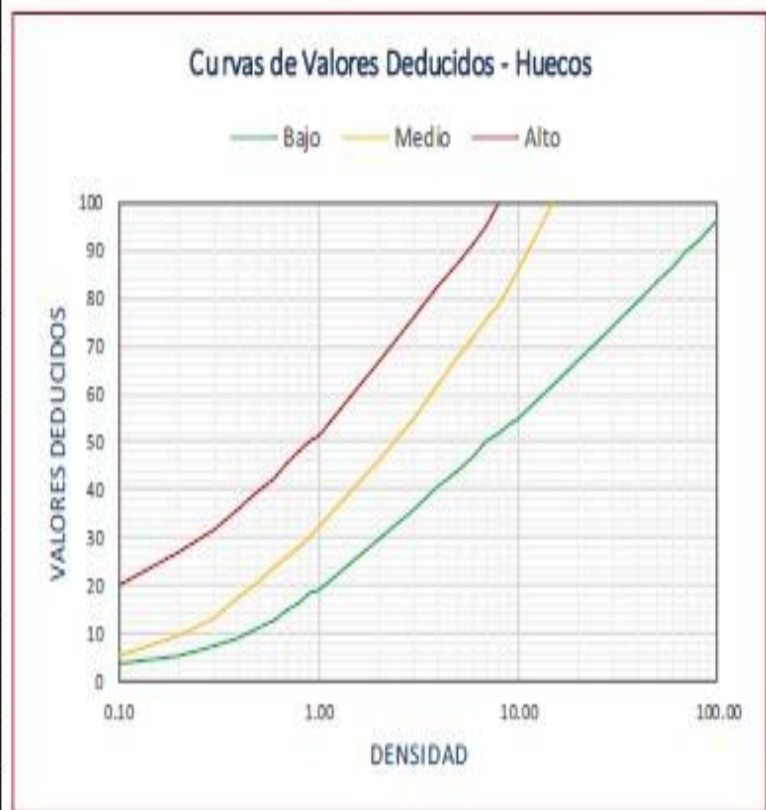


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 13 Para Hueco

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		

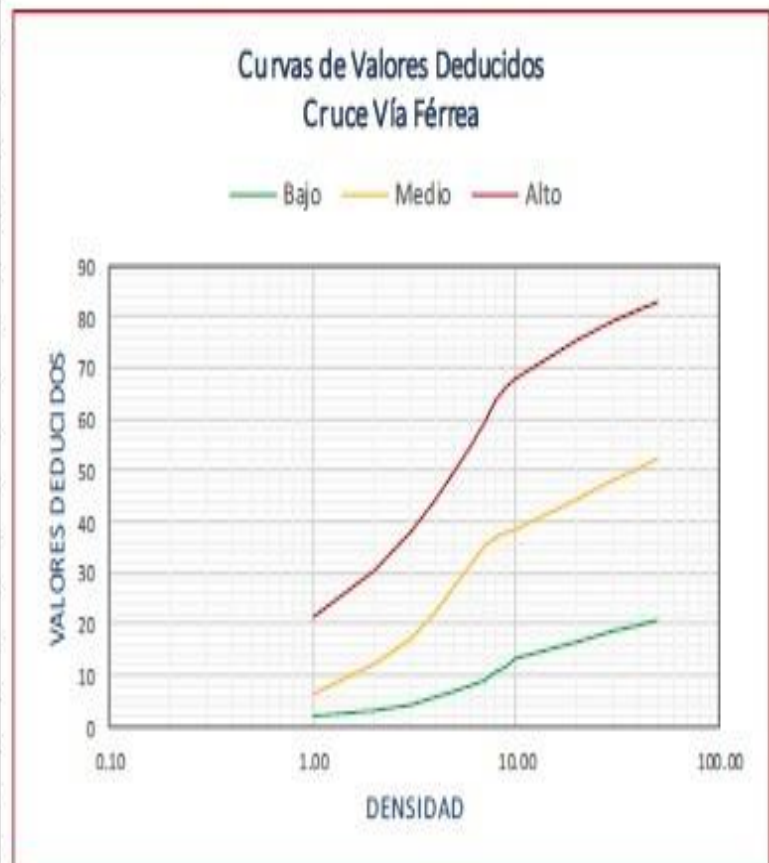


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 14 Para Cruce De Vía Férrea

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			

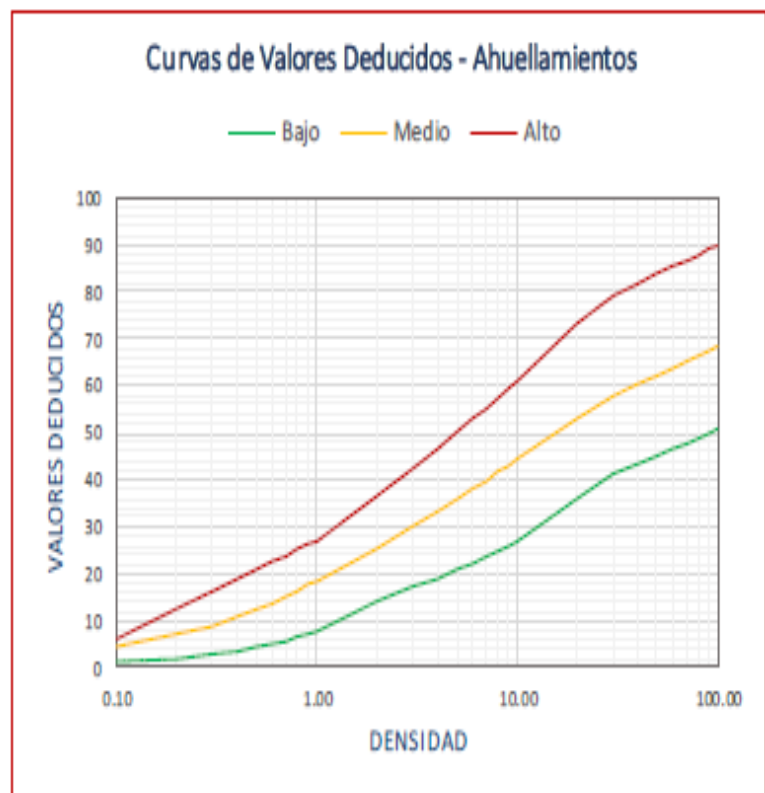


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 15 Para Ahuellamiento

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

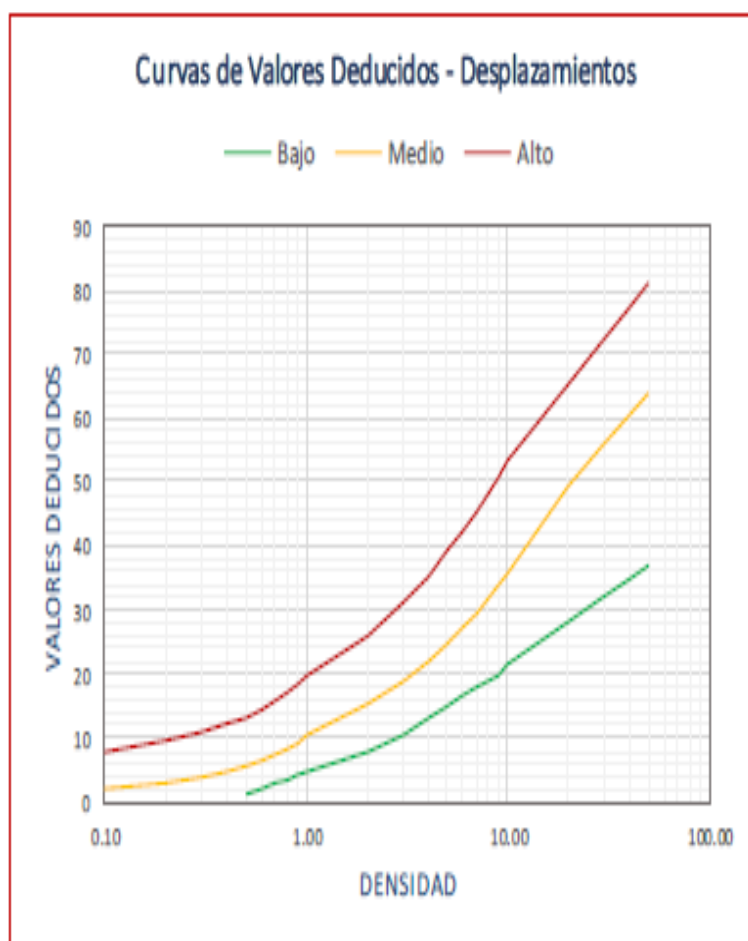


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 16 Para Desplazamiento

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			

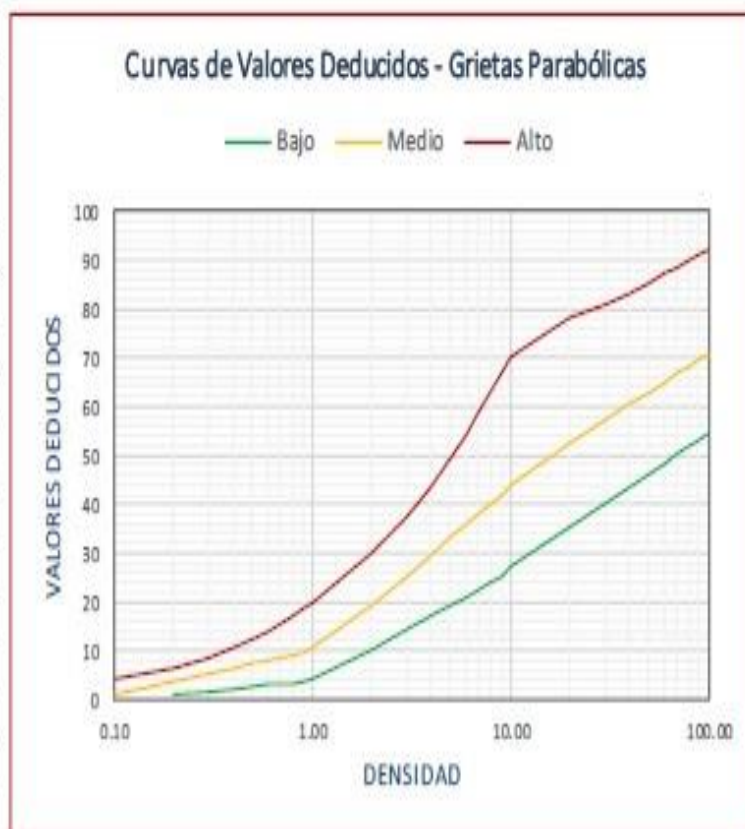


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 17 Para Grietas Parabólica

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

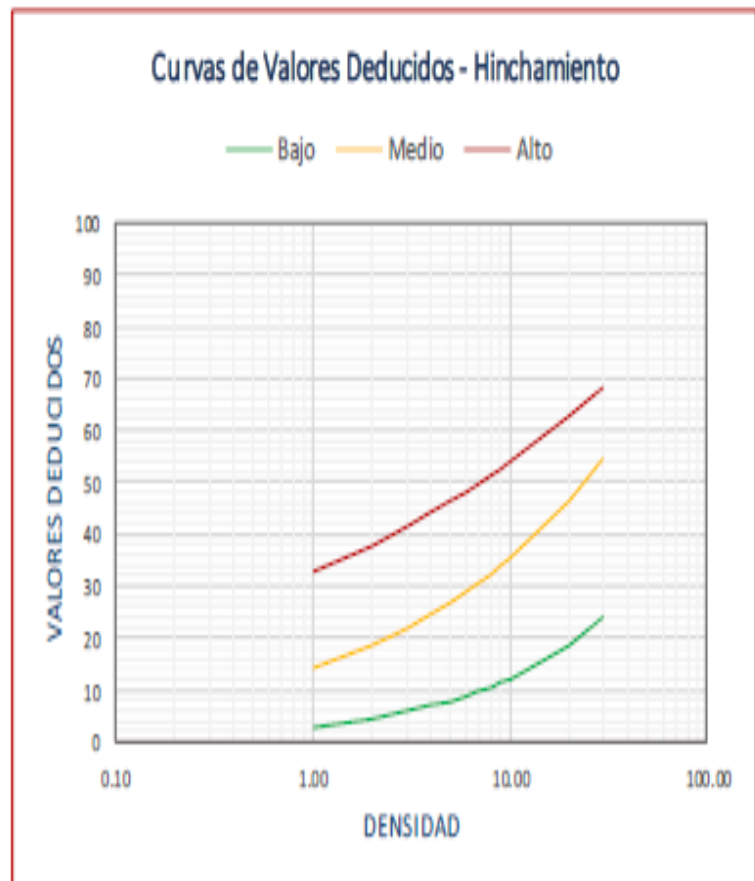


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 18 Para Hinchamiento

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			

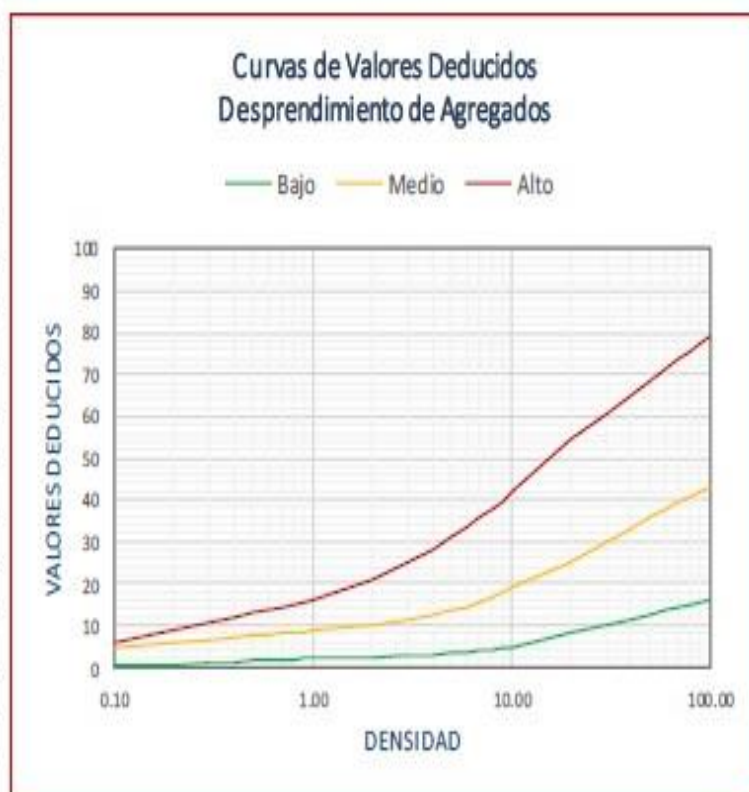


Fuente: manual del PCI.

Curva Deducidas 19 Para Desprendimiento De Agregado

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: manual del PCI.

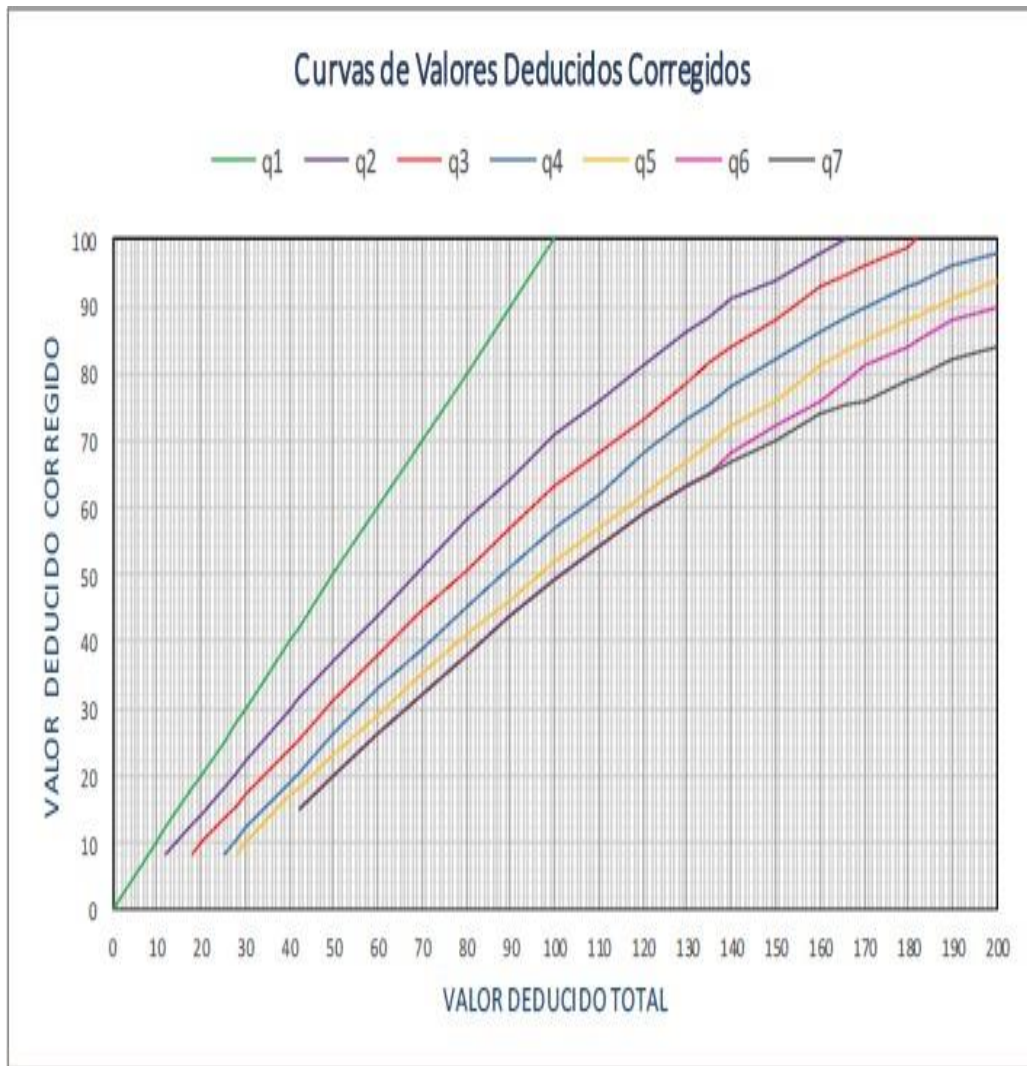
Curva Deducidas 20 Valores Deducidos Corregidos

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q ¹	q ²	q ³	q ⁴	q ⁵	q ⁶	q ⁷
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

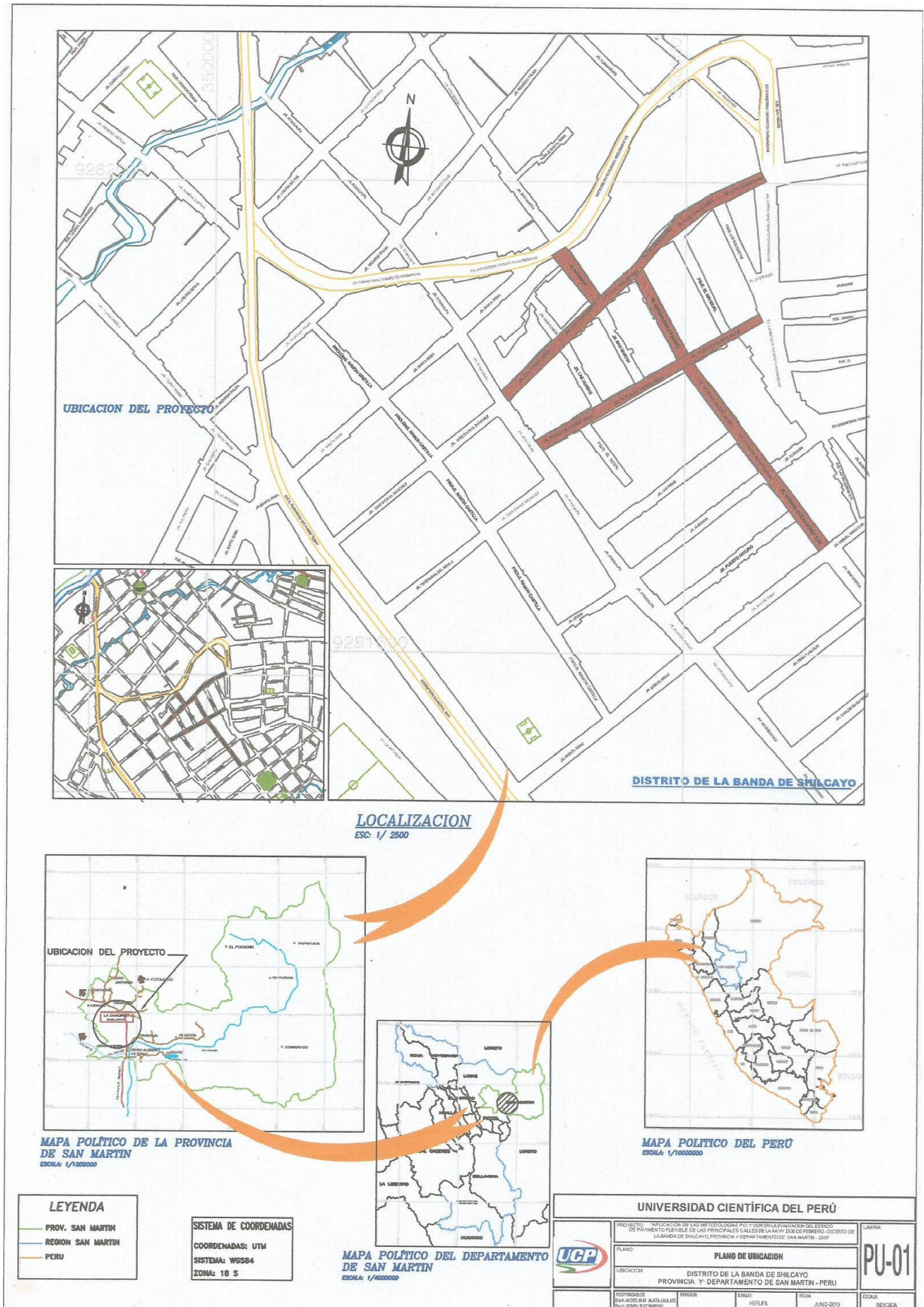
Fuente: Manual del PCI

Curva Deducidas 21 Valores Deducidos Coregidos



Fuente: Manual del PCI

PLANO DE UBICACIÓN



PLANO DE CALLES INTERVENIDAS
AA. VV. DOS DE FEBRERO, BANDA DE SHILCAYO



SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO FLEXIBLE

AA. VV. DOS DE FEBRERO – BANDA DE SHILCAYO

SECCION TRANSVERSAL PAVIMENTO FLEXIBLE-TRANSITO PESADO

