

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA  
AVENIDA RAMON ROMERO DISTRITO VEINTISÉIS DE  
OCTUBRE - PIURA, NOVIEMBRE 2017”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

AUTOR:

BACH: PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE

ASESOR:

Mgrt. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

PIURA – PERÚ

2017

## **JURADO EVALUADOR**

Mgrt. MIGUEL ÁNGEL CHAN HEREDIA  
PRESIDENTE DEL JURADO

Mgrt. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA  
SECRETARIO DEL JURADO

Ing. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS  
MIEMBRO DEL JURADO

### **3. HOJA DE AGRADECIMIENTO**

#### **3.1. AGRADECIMIENTO**

Primero agradecer a Dios nuestro creador por permitirme llegar hasta aquí a mis padres, Patricio y Ramona quienes con su apoyo y motivación, carácter y confianza proyectadas en mí, permitieron hacer posible cumplir esta meta.

A la gran virtud y sabiduría impartida por los catedráticos con los que cuenta la Universidad ULADECH filial Piura, donde se seguirán forjando profesionales útiles para la sociedad, y para nuestro país.

Agradecer infinitamente a mi universidad que fue donde me forme tanto profesionalmente y también como persona impartíendome valores, que regirán mi vida y que hoy me permiten caminar en el límite de lo correcto, agradecer también a mis compañeros por su tolerancia ,respeto y compañerismo que hicieron de esta convivencia una época muy inolvidable .

A todas y a cada una de las personas que participaron en mi investigación realizada ya que invirtieron su tiempo y conocimientos para lograr obtener los resultados esperados.

Y de forma especial a nuestro asesor por el apoyo que nos brindó en todo momento.

### **3.2. DEDICATORIA**

Este triunfo se lo dedico a todas las personas que creyeron en mí, a los que siempre estuvieron a mi lado porque fueron ese soporte que me mantuvo de pie en esta lucha porque sin duda no fue fácil, pero hoy se puede decir meta cumplida, dedicado especialmente a mi familia, padres Patricio Carhuapoma Zurita - Ramona Pariahuache Villegas, por ser un ejemplo claro de perseverancia y hermanos, es preciso resaltar a aquellas personas que forman parte importante para mi vida , gracias a su amor, su motivación y su apoyo sin condición he logrado cumplir esta meta.

## **4. RESUMEN Y ABSTRACT**

### **4.1. RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura; Considerando que los pavimentos contribuyen a facilitar nuestra movilización tanto vehicular como peatonal y le dan una agradable vista al lugar. Los pavimentos están formados por un conjunto de capas de material que cumple con las condiciones reglamentarias, para soportar las cargas del tránsito y la transmiten a los estratos inferiores en forma reducida.

Los objetivos de esta investigación es: Identificar las patologías que se presentan en los pavimentos flexibles de la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, Determinar el Nivel o Grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento en estudio y Obtener el estado actual y condición de servicio del pavimento flexible.

Siendo el principal objetivo determinar y evaluar las patologías o fallas existentes en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, aplicando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) atreves de la inspección visual para determinar el índice de condición del pavimento, tomando como muestra 780.8 metros lineales, los que serán evaluados detalladamente para identificar las patologías existentes y lograr obtener el estado actual.

La tesis se ha dividido en IX capítulos, detallando en el capítulo IV definiciones puntuales de pavimentos, clasificación, fallas o patologías más comunes, procedimiento del método del PCI.

Se concluye que la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, lugar de estudio de la tesis en mención, las patologías que se pudieron encontrar donde el 74.64% es desprendimiento de agregados, el 1.32 % es huecos, el 0.90% es abultamiento y hundimiento, el 0.71% es piel de cocodrilo, el 0.28% es ahuellamiento y el 0.08% es desnivel de carril o berma.

Siendo la patología de mayor incidencia: desprendimiento de agregados con un: 74.64% y llegando a determinar que el estado actual del pavimento; es: muy malo.

Finalmente se consideró necesario incluir algunas recomendaciones de acuerdo a las fallas presentes, aunque no estaba incluido en los objetivos de la tesis.

## 4.2. ABSTRACT

This research work was developed ON THE Avenida Ramón Romero II etapa –Piura - Considering that the pavements can facilitate our mobilization both vehicular and pedestrian and give it a pleasant view to the place. The pavements are formed by a set of layers of material that complies with the regulatory conditions, to support the traffic loads and the transmission to the lower strata in reduced form.

The objectives of this research is: Identify the pathologies that occur in the flexible pavements of the Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, Determine the Level or Degree of affectation of the pathologies that occur in the flexible pavement of Avenida. Ramón Romero II etapa –Piura and Obtain the current condition and service condition of the flexible pavement, according to the different types of pathologies that the same presentation.

The main one being to determine and evaluate the pathologies or faults existing in the flexible pavement of the Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, using the PCI method in the visual test for the level of condition of the pavement, taking as sample 780.8 linear meters, which were evaluated in detail to identify the existing pathologies and achieve the current status.

The thesis has been divided into IX chapters, in chapter IV punctual definitions of pavement, classification, faults or most common pathologies, procedure of the PCI method.

It is concluded that Avenida Ramón Romero II etapa –Piura place of study of the thesis in mention, the pathologies that were presented where 74.64% is detachment of aggregates, 1.32% is hollows, 0.90% is bulging and subsidence, 0.71% it is crocodile skin, 0.28% is rutting and 0.08% is rail or berm unevenness.

Being the pathology of greater incidence: detachment of aggregates with a: 74.64% arriving to determine the current state of the pavement.

Finally, some of the present failures, although they are not included in the objectives of the thesis.

## CONTENIDO

1.TITULO	i
2. JURADO EVALUADOR	ii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO	iii
3.1. AGRADECIMIENTO	iii
3.2. DEDICATORIA	iv
4. RESUMEN Y ABSTRACT	v
4.1. RESUMEN	v
4.2. ABSTRACT	vii
5.CONTENIDO	ix
6. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICOS	xii
6.1. ÍNDICE DE FIGURAS	xii
6.2. ÍNDICE DE TABLAS	xiii
6.3. ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
a) Caracterización del problema	18
b) Enunciado del problema	19
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
III. REVISIÓN DE LA LITERATURA	21
3.1. ANTECEDENTES	21
3.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21

3.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	24
3.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES	27
3.2.	BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.2.1.	PAVIMENTOS	29
3.2.1.1.	DEFINICIÓN	29
3.2.1.2.	CLASIFICACION DE PAVIMENTOS	30
3.2.1.3.	FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS PAVIMENTOS	35
3.2.2.	PATOLOGIAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLE	37
3.2.2.5.	EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	52
3.2.2.6.	IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	52
3.2.2.7.	OBJETIVIDAD EN LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS	52
3.2.2.8.	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO	53
3.2.2.9.	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO	54
3.2.2.10.	ÍNDICE (PCI – PAVEMENT CONDITION INDEX)	54
3.2.2.11.	OBJETIVOS DEL PCI	55
3.2.2.12.	TERMINOLOGÍA	56
3.2.2.13.	MATERIALES E INSTRUMENTOS	57
3.2.2.14.	MUESTREO Y UNIDAD DE MUESTRA	57
3.2.2.15.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCION	61
3.2.2.16.	CALCULO DEL PCI PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	62
IV.	METODOLOGÍA	65
4.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	65
4.1.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	66
4.2.	UNIVERSO Y MUESTRA	67

4.2.1. EL UNIVERSO	67
4.2.2. POBLACIÓN Ó MUESTRA	67
4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	70
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	71
4.5. PLAN DE ANÁLISIS	71
4.6. MATRIZ DE CONSISTENCIA	72
4.7. PRINCIPIOS ÉTICOS	73
V. RESULTADOS	74
VI. CONCLUSIONES	110
VII. RECOMENDACIONES	111
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	112
ANEXOS	114

## 6. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICOS

### 6.1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1: Estructura de un pavimento flexible _____	31
Figura 2. 2: Estructura de un pavimento rígido _____	34
Figura 2. 3: Estructura de un pavimento mixto _____	35
Figura 2. 4: Piel de cocodrilo _____	38
Figura 2. 5: Exudación _____	39
Figura 2. 6: Grietas en bloque _____	40
Figura 2. 7: Abultamiento y hundimiento _____	41
Figura 2. 8: Corrugación _____	41
Figura 2. 9: Depresión _____	42
Figura 2. 10: Grieta de borde _____	43
Figura 2. 11: flexion de junta _____	43
Figura 2. 12: Desnivel carril-berma _____	44
Figura 2. 13: Grietas longitudinales y transversales _____	45
Figura 2. 14: Parcheo _____	46
Figura 2. 15: Pulimiento de agregados _____	46
Figura 2. 16: Huecos _____	47
Figura 2. 17: cruce en via ferrea _____	47
Figura 2. 18: Ahuellamiento _____	48
Figura 2. 19: Desplazamiento _____	49
Figura 2. 20: Grieta parabólica _____	49
Figura 2. 21: Hinchamiento _____	50
Figura 2. 22: Desprendimiento de agregados _____	51

## 6.2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Hoja de registro _____	75
Tabla N° 2: Patologías encontradas en la unidad de muestra U1. _____	76.
Tabla N° 3: Hoja de registro de la unidad de muestra U1 _____	82
Tabla N° :4 Hoja de registro de la unidad de muestra U2 _____	_83
Tabla N° 5: Patologías encontradas en la unidad de muestra U2_____	84
Tabla N° 6: Hoja de registro de la unidad de muestra U3 _____	85
Tabla N° 7: Patologías encontradas en la unidad de muestra U3_____	86
Tabla N° 8: Hoja de registro de la unidad de muestra U4 _____	87
Tabla N° 9: Patologías encontradas en la unidad de muestra U4_____	88
Tabla N° 10: Hoja de registro de la unidad de muestra U5 _____	_89
Tabla N° 11: Patologías encontradas en la unidad de muestra U5_____	90
Tabla N° 12: Hoja de registro de la unidad de muestra U6 _____	_91
Tabla N° 13: Patologías encontradas en la unidad de muestra U6_____	92
Tabla N° 14: Hoja de registro de la unidad de muestra U7 _____	_93
Tabla N° 15: Patologías encontradas en la unidad de muestra U7_____	94
Tabla N° 16: Hoja de registro de la unidad de muestra U8_____	95
Tabla N° 17: Patologías encontradas en la unidad de muestra U8_____	96
Tabla N° 18: Hoja de registro de la unidad de muestra U9 _____	_97
Tabla N° 19: Patologías encontradas en la unidad de muestra U9_____	98
Tabla N° 20: Hoja de registro de la unidad de muestra U10 _____	_99
Tabla N° 21: Patologías encontradas en la unidad de muestra U10. _____	100.

Tabla N° 22: Hoja de registro de la unidad de muestra U11 _____	_101
Tabla N° 23: Patologías encontradas en la unidad de muestra U11. _____	102.
Tabla N° 24: Patologías encontradas en las unidades de muestras _____	106
Tabla N° 25: Calificaciones de las patologías según su condición _____	108
Tabla N° 26: Patologías encontradas en las unidades de muestra _____	109

### 6.3. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Incidencia de las patologías en la muestra 1 _____	82.
Gráfico N° 2: Incidencia de las patologías en la muestra 2 _____	_84
Gráfico N° 3: Incidencia de las patologías en la muestra 3 _____	_86
Gráfico N° 4: Incidencia de las patologías en la muestra 4 _____	_88
Gráfico N° 5: Incidencia de las patologías en la muestra 5 _____	_90
Gráfico N° 6: Incidencia de las patologías en la muestra 6 _____	_92
Gráfico N° 7: Incidencia de las patologías en la muestra 7 _____	_94
Gráfico N° 8: Incidencia de las patologías en la muestra 8 _____	_96
Gráfico N° 9: Incidencia de las patologías en la muestra 9 _____	_98
Gráfico N° 10: Incidencia de las patologías en la muestra 10 _____	_100
Gráfico N° 11: Incidencia de las patologías en la muestra 11 _____	_102
Gráfico N° 12: Incidencia de las patologías de la Av. RAMON ROMERO _____	107
Gráfico N° 13: Calificación de la condición del pavimento de la Av. R ROMERO	108.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los pavimentos ayudan a nuestra movilización tanto vehicular como peatonal y ofrecen una agradable vista del lugar, están formados por componentes en capas que cumplen con los requisitos reglamentarios, para soportar tanto las cargas de peatones y vehículos transportando las cargas a las capas inferiores en forma reducida.

Por lo tanto, el pavimento de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito, veintiséis de octubre - Piura, debe contar con un mantenimiento adecuado. El mantenimiento debe ser constante, sabiendo que con un monitoreo apropiado, en el momento correcto en un pavimento, obtendremos un diagnóstico real para el pavimento y un tratamiento oportuno. Es necesario realizar estudios previos para el desarrollo de estrategias de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de redes viales, que también generen resultados económicos favorables, lo que significa que la rehabilitación se ha convertido en una de las principales actividades de las autoridades, pero muchas veces enfrenta presupuestos insuficientes. Recuerde que la falla del pavimento, no siempre se debe a un mal diseño, o malas prácticas constructivas; por el contrario, muchas veces se debe al mal uso y a las fallas acumuladas, el resto proviene de los factores adicionales; entre los más comunes tenemos: variación climática, drenaje, suelo, tráfico, tipo de material, supervisión .etc. Se pretende conocer en qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible en la Avenida Ramón Romero II etapa , del distrito veintiséis de octubre nos permite obtener el estado actual y las condiciones de servicio de dicha infraestructura en estudio? porque hoy nos enfrentamos a una situación crítica , porque es casi imposible tener un viaje seguro y placentero debido a las innumerables fallas encontradas en los pavimentos de nuestra región , disminuyendo la servicialdad y

terminando muchas veces con los pavimentos, haciendo referencia que ha aumentado por el fenómeno del niño reciente. También determinamos los tipos de patologías que se encuentran, el nivel de severidad o el grado de afectación que presentan las patologías en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre, Obtención del estado actual y condición de servicio del pavimento flexible, según los tipos de patologías que presente. Sabiendo que es una herramienta muy importante para la clasificación de los daños que presenta y la programación de las actividades de reparación y / o reconstrucción en el pavimento.

La investigación tiene como objetivo principal: determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre - departamento de Piura. Además, identificar las patologías que se presentan en los pavimentos flexibles; determinar el nivel o grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento flexible.

La investigación se justifica por la necesidad de conocer cuál es el estado actual y la condición del servicio de la infraestructura de pavimento flexible de la Avenida. Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre.

Conocer los diferentes tipos de patologías encontradas e identificadas por ellos se empezó el proceso de identificación de patologías, identificando las áreas afectadas en el pavimento para conocer el porcentaje total de daños presentados y el estado actual.

## **II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **a) Caracterización del problema**

La Avenida Ramón Romero II etapa, distrito veintiséis de octubre, departamento de Piura con una temperatura máxima de 42°C en verano, la temperatura mínima de 15°C en invierno, de esta manera que los procesos de construcción se adaptan a las temperaturas y tiempos necesarios requiere un nivel técnico antes, durante y después de la finalización del proceso de ejecución de un trabajo.

Hemos observado que la gran parte del pavimento en el lugar del estudio está en malas condiciones y está sujeto a accidentes. El avance tecnológico y el aumento de automóviles que están en el mercado, sin duda, contribuyen con el deterioro del pavimento.

Posiblemente debido a la falta de mantenimiento o al efecto de los años, los agentes físicos y los productos externos en el ambiente se han deteriorado gravemente, se tomó la decisión de elegir este pavimento como base de estudio para la realización de la tesis; proyectada en este pavimento por lo que se requiere necesariamente una inspección general, pudiendo determinar y evaluar los diferentes tipos de patologías que se presentan.

De esta forma, obtendremos resultados estadísticos del estado actual y las condiciones del servicio de acuerdo con las patologías encontradas en el pavimento en estudio.

## **b.-Enunciado del problema**

¿En qué medida la determinación y la evaluación de las patologías del pavimento flexible en la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre, nos permite obtener el estado actual y las condiciones de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?

## **2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre - departamento de PIURA.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las patologías que se presentan en los pavimentos flexibles de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre -Piura.
- Determinar el nivel o grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre.
- Obtener el estado actual y la condición de servicio del pavimento flexible, de acuerdo con los diferentes tipos de patologías que presenta.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Teniendo en cuenta el problema previo expuesto la investigación se justifica por la necesidad de conocer cuál es el estado actual y la condición del servicio de la infraestructura de pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa – Piura, conocer los diferentes tipos de patologías encontradas e identificadas por ellos se empezó el proceso de identificación de patologías, identificando las áreas afectadas en el pavimento para conocer el porcentaje total de daños presentados y el estado actual. Proponiendo soluciones para dicho pavimento y asegúrese de que el daño no continúe extendiéndose.

Además, el proyecto de investigación quiere hacer de conocimiento general de los resultados obtenidos en el estudio del pavimento, esto permite conocer su estado actual. Para esto, se evaluaron algunas muestras que permitieron llegar a resultados seguros, se pretende tomar las decisiones adecuadas en el diagnóstico de las patologías y el tratamiento adecuado para que la patología no continúe en este pavimento.

Será de vital importancia para la mejora continua. Sin olvidar que los pavimentos y todo el trabajo en general debe durar un tiempo mínimo de vida útil para lo que han sido creados. También buscamos establecer el nivel de vulnerabilidad de las diversas construcciones en el país y facilitar mecanismos para la seguridad de la población y los elementos de la construcción. Y tomar medidas preventivas contra eventos probables como fenómenos del niño, terremotos y otros desastres naturales.

### **III. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

##### **3.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

REBOLLEDO-VALDIVIA<sup>1</sup>, realiza una investigación titulada: TESIS DE DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS. CHILE - 2010

Este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso.

En este trabajo como caso práctico se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

Cuyo objetivo principal es: identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.

Llegando a la conclusión ; que aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.

La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente.

Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.

Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia. Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.

RODRÍGUEZ E, RODRÍGUEZ A<sup>2</sup> lleva a cabo una investigación titulada: EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE EL MÉTODO DE RECICLAJE. SAN SALVADOR. - 2008

Su trabajo se justifica, debido a problemas como la poca disponibilidad de materiales cerca del lugar de construcción, y la disposición de desechos, existe una necesidad de optimizar el uso de los agregados, aglomerantes, equipo, mano de obra y recursos. Una solución a alguno de los problemas de transportación referidos anteriormente es la reutilización o reciclaje de materiales existentes para la construcción, reparación y mantenimiento de carreteras. Para la rehabilitación de un pavimento asfáltico por el método del reciclaje, los materiales deben estudiarse previamente para determinar si pueden ser recuperados y así ser procesados para producir nuevas mezclas asfálticas

la cual deberá cumplir con determinadas especificaciones de tal forma que su utilización no sea causa de daños prematuros en la carretera.

La técnica del reciclaje está cobrando auge en nuestro país y no siempre se cuenta con material bibliográfico que brinde información teórica completa, que pueda ser aplicada a estudios previos, al diseño y ejecución de proyectos viales a ejecutarse. De aquí sale la necesidad de contar con un documento que recolecte la información de los tipos más conocidos del reciclaje dando así a conocer esta técnica, contribuyendo también al desarrollo técnico de la ingeniería en esta área de nuestro país.

Cuando se trata de pavimentos viejos en los cuales su vida útil ya se ha cumplido, se puede notar que como parte de las obras de mantenimiento (bacheo o recarpeteo) se han incorporado materiales que han modificado la granulometría original de la mezcla asfáltica, base o subbase del pavimento requiriéndose agregar material nuevo para compensar la granulometría y hacer entonces que entre a rangos especificados.

Para reponer el material que se halla perdido por los daños sufridos en el pavimento debido a las cargas de los vehículos y el clima. - Mejoramiento o modificación de la rasante proyectada.

Recomienda profundizar en el tema de las emulsiones asfálticas, como el uso de ellas reduce los espesores a reciclar y aumentan las resistencias que alcanzan los materiales estabilizados sin llegar a los agrietamientos, son experiencias que se viven en Países de Sur América y África donde el uso de emulsiones asfálticas o mezclas de asfalto espumado con cemento, han llevado a obtener excelentes resultados en el reciclaje de pavimentos, por lo que se considera importante conocer acerca de su uso y poderlas aplicar en nuestros País.

### **3.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

MEDINA .A, DE LA CRUZ. M<sup>3</sup> lleva a cabo una investigación titulada: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE LINCE APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI. LIMA-2015

La presente tesina consiste en la aplicación del método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en el Jr. José Gálvez. Exactamente 6929.25 m<sup>2</sup> o 842.20 metros lineales de pista de concreto asfáltico han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía.

El objetivo principal es determinar el índice de condición del pavimento del Jr. José Gálvez, con lo cual se podrá determinar si la vía esta apta para brindar adecuadas condiciones para los usuarios. Asimismo se tiene objetivos específicos tales como desarrollar el marco teórico que sustente el presente trabajo y determinar el costo de rehabilitación del pavimento evaluado, obteniendo ratios de costo de mantenimiento y rehabilitación por m<sup>2</sup> de acuerdo al estado del pavimento.

Concluyendo que; las fallas identificadas en la vía evaluada son las siguientes: Piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinal y transversal, parches y corte utilitario, agregado pulido, huecos o baches, ahuellamiento y por último peladura por interperismo y desprendimiento de agregados.

Se recomienda realizar trabajos de mantenimiento y rehabilitación inmediatamente.

Se recomienda realizar una inversión para adaptar la norma ASTM relacionada al PCI a la realidad peruana. En las vías urbanas peruanas existen restos de concreto en los pavimentos dejados por construcciones informales.

GÓMEZ. S .<sup>4</sup> realiza una investigación titulada: “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”. - 2015

Donde su objetivo principal es; determinar la estructura del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo –La Libertad.

También realizar los estudios de Tráfico.

Realizar los estudios de Mecánica de Suelos y diseñar la estructura del pavimento flexible mediante la metodología AASHTO 93 para proponer los espesores del pavimento flexible.

Concluye que, el procedimiento a seguir para obtener el número estructural, es iterativo, de donde se obtiene el espesor de cada capa que forman en paquete estructural del pavimento. Este procedimiento tiende a obtener valores elevados del número estructural en capas superiores, obteniendo un espesor reducido en la capa sub-base, lo que implica un mayor costo en la conformación del paquete estructural. Agregando las siguientes recomendaciones: Para determinar el valor de confiabilidad se debe tener en cuenta el uso esperado del pavimento, ya que el costo del pavimento sería elevado, si el nivel de serviciabilidad no alcanza su uso esperado y será necesario realizar mantenimientos. Un nivel de confiabilidad alto implica que un pavimento se realice con mayores costos iniciales.

LEGUÍA.P<sup>5</sup>; en su investigación titulada “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU”(HUACHO-HUAURA-LIMA) - 2015

El trabajo de investigación denominado “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau” tuvo como objetivo principal realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), con el fin de conocer la condición del pavimento flexible existente.

El método Pavement Condition Index (PCI); constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado, y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. Se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, valor que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. Se determinó que el 100 por ciento de las vías no ha sido evaluado; por lo tanto con la aplicación de la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición del pavimento, finalmente se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de las vías arteriales en estudio.

concluye que Con la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) se puede clasificar el estado de conservación en el que se encuentran los pavimentos flexibles, así como también el tipo de fallas que presentan, a fin de realizar el tratamiento que corresponda para cada una. De realizar un mantenimiento de las vías en estudio o de otras, se sugiere a la Municipalidad Distrital de Huacho que tenga como referencia el presente estudio que definió ambas vías por tramos, así como aquellas que se encuentran en mal estado y requieren una intervención inmediata.

### **3.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Rodríguez.E <sup>6</sup> presentó una tesis titulada "Cálculo del Índice de Condición de Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla - Piura" -2009

La presente tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil doscientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía.

La tesis se ha dividido en cinco capítulos. El primero es el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y se explica la problemática que se vive en Piura. El segundo capítulo trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles. En el tercero, se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. En el capítulo cuatro, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado.

En el último capítulo se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada. Se concluye que la Av. Luis Montero tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de Reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento. La mayoría de fallas fueron fallas de tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales.

YESQUEN A.<sup>7</sup> lleva a cabo una investigación titulada: "GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, ATRAVEZ DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO "PCI".PIURA -2016

Este proyecto de investigación está enmarcado a la conservación del pavimento

Con el objetivo de obtener un comportamiento satisfactorio a lo largo de su vida útil.

"Debido a la complejidad de los pavimentos, existe la necesidad de adoptar métodos eficientes de diseño, adecuadas técnicas constructivas, sistemas de gestión mantenimiento, debido a que afecta su desempeño durante su vida de servicio. Esta no es una tarea fácil porque involucra un análisis integral de los aspectos funcionales y estructurales del pavimento, así como los factores socio-económicos y medioambientales".

Para ello hemos determinado la condición del pavimento a través del índice de desempeño PCI (Índice de Condición de Pavimento).

Cuyo objetivo es realizar un mantenimiento preventivo, este sería lo ideal mantener en condiciones óptimas los pavimentos monitoreándolos, minimizando el deterioro y alargar más la vida de servicio, en cambio cuando no lo realizamos en el tiempo oportuno y no cuantificamos los posibles impactos, ese mantenimiento podría ser una rehabilitación a corto plazo.

ROSAS.A.<sup>8</sup> realiza una investigación titulada: determinación de las condiciones del pavimento flexible de la Av. JOSÉ AGUILAR SAN SEBASTIAN; TRAMO AVENIDA D URB: IGNACIO MERINO.III ETAPA \_URB.LOS JARDINES AVIFAP II ETAPA DISTRITO DE PIURA-2016

El objetivo de esta tesis es el diagnóstico del estado situacional del pavimento, identificar las fallas existentes y determinar el índice de condición del pavimento.

Conocer los diferentes tipos de fallas que se dan en los pavimentos.

Determinar el deterioro físico y nivel de severidad de cada falla que presenta el pavimento.

Y aplicar la metodología del PCI. Se recomienda un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

## **3.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. PAVIMENTO**

#### **3.2.1.1. DEFINICIÓN**

PROVÍAS<sup>9</sup> define pavimentos como una estructura construida en la subrasante de la carretera, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y la comodidad para el tránsito. En general, está compuesto por las siguientes capas: subbase, base y carpeta de rodadura.

MORA<sup>10</sup> señala lo siguiente: el pavimento es una estructura simple o compuesta destinada a la circulación de personas, animales y / o vehículos. Su estructura es una combinación de cimientos, firmes y resistentes, colocados sobre la base del suelo resistente a las cargas, a los agentes atmosféricos y a los efectos abrasivos del tráfico.

RODRÍGUEZ<sup>6</sup> según la norma AASHTO (Asociación Estadounidense de Funcionarios de Carreteras y Transportes) considera que: hay dos formas de definir pavimentos, según la ingeniería o el profesional, el pavimento es un elemento estructural que se apoya en toda su superficie en el terreno de fundación subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de diferentes

espesores, llamados paquetes estructurales, diseñados para soportar cargas extremas durante un período de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una franja que debe proporcionar bienestar y seguridad al pasar por encima. Debe proporcionar un servicio de calidad, de una manera que influya de manera efectiva en el estilo de vida de las personas.

Para Montejo <sup>11</sup>, un pavimento es una estructura diseñada para absorber las fuerzas causadas por la acción de la circulación de vehículos y otra carga en movimiento, durante el período de tiempo para el cual ha sido diseñado.

### **3.2.1.2. CLASIFICACION DE PAVIMENTOS**

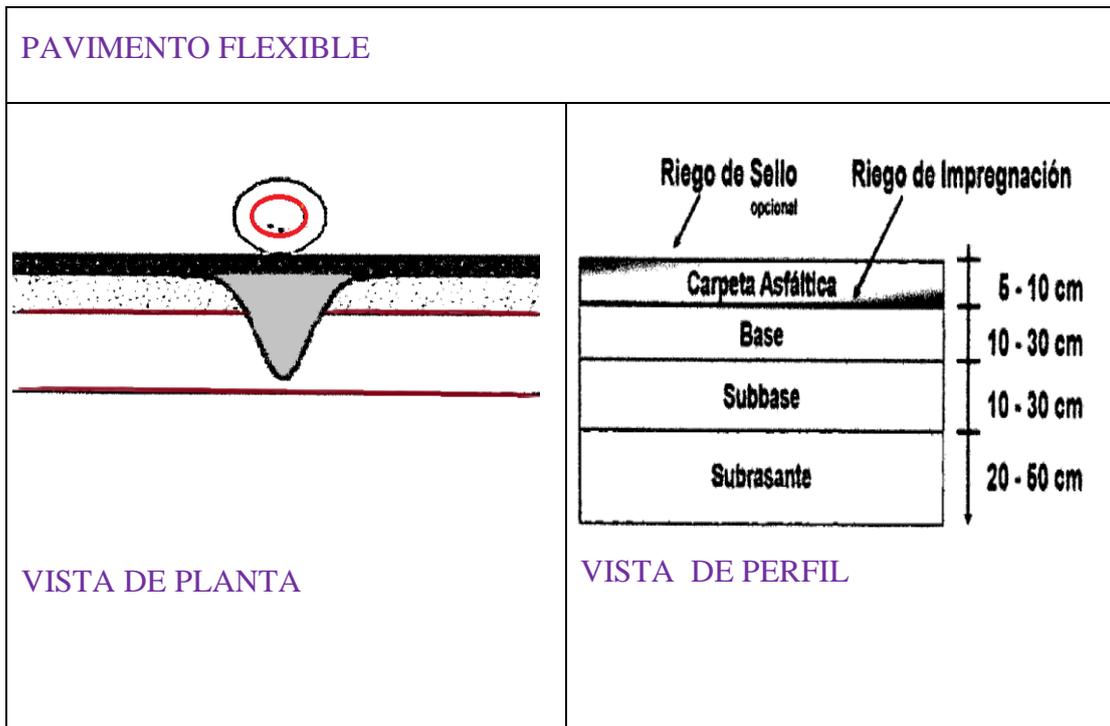
Clasificación de pavimentos

Los pavimentos según los materiales utilizados se clasifican de la siguiente manera:

#### **PAVIMENTOS FLEXIBLES**

También llamado pavimento de asfalto, formado por una carpeta de asfalto en la superficie, que permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle; la base y la subbase, todas soportadas en la subrasante. Es más barato en su construcción. El pavimento flexible es más económico en su construcción inicial y tiene una vida útil de entre 10 a 15 años.

Figura 2.1: estructura de pavimento flexible



Fuente: elaboración propia

### **Características del pavimento flexible**

Las características del pavimento flexible, que debe cumplir son las siguientes:

Resistencia estructural.

Deformabilidad.

Durabilidad.

Requisitos de conservación.

Confort

## **Elementos de los pavimentos flexibles:**

Coronado<sup>12</sup>, los pavimentos flexibles son aquellos que están integrados por una superficie de rodadura generalmente soportada en capas no rígidas, la base, la sub-base y el sub-grado que se describen a continuación:

### **a) Sub-rasante**

Es la cobertura del suelo de una carretera que se superpone a la estructura del pavimento y se ensancha a una profundidad que no afecta la carga de diseño que corresponde al tráfico esperado.

El grosor del pavimento dependerá en gran medida de la característica del subsuelo, por lo que debe desempeñar con los requisitos de severidad, impenetrabilidad e inmunidad a la expansión y contracción debido a los bienes de la humedad.

### **b) Sub-base**

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub-rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub-base.

La sub-base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares.

Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una sub-rasante o sub-base adecuada.

**c) Base granular**

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub-base y a través de ésta a la sub-rasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.

Esta base está constituida por piedra de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno o bien por una combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural. Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, y todas estas propiedades dependerán de la proporción de finos con respecto al agregado grueso.

**d) Superficie de rodadura o carpeta asfáltica**

Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos.

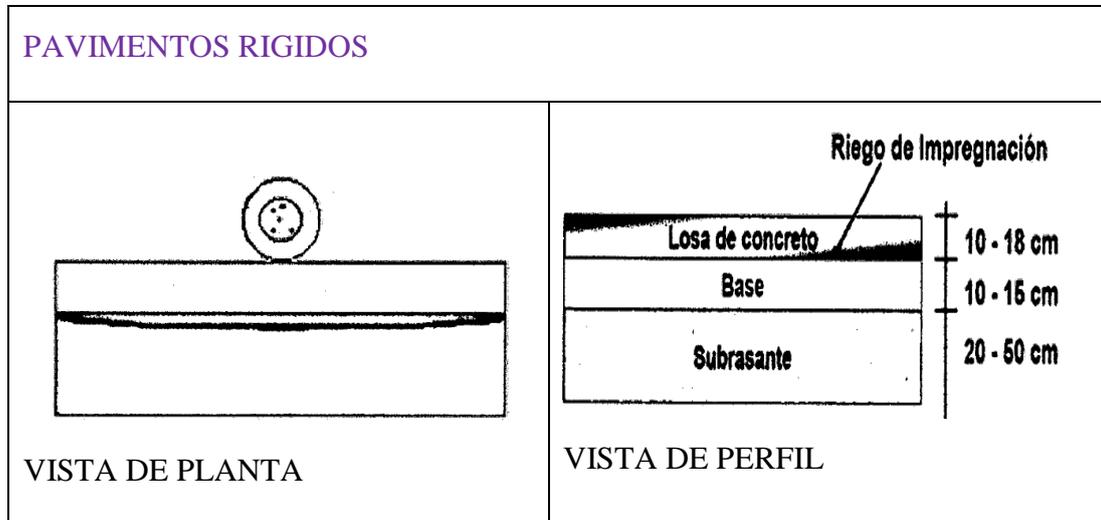
**PAVIMENTOS RÍGIDOS**

También llamado pavimento hidráulico, se compone de losas de hormigón que a veces tienen acero de refuerzo, esto es en la base granular y en la subrasante. Este tipo de piso no permite la deformación de las capas inferiores.

El pavimento rígido tiene un costo inicial más alto que el pavimento flexible y una

vida útil entre 20 y 40 años.

Figura 2.2: estructura de pavimento rígido

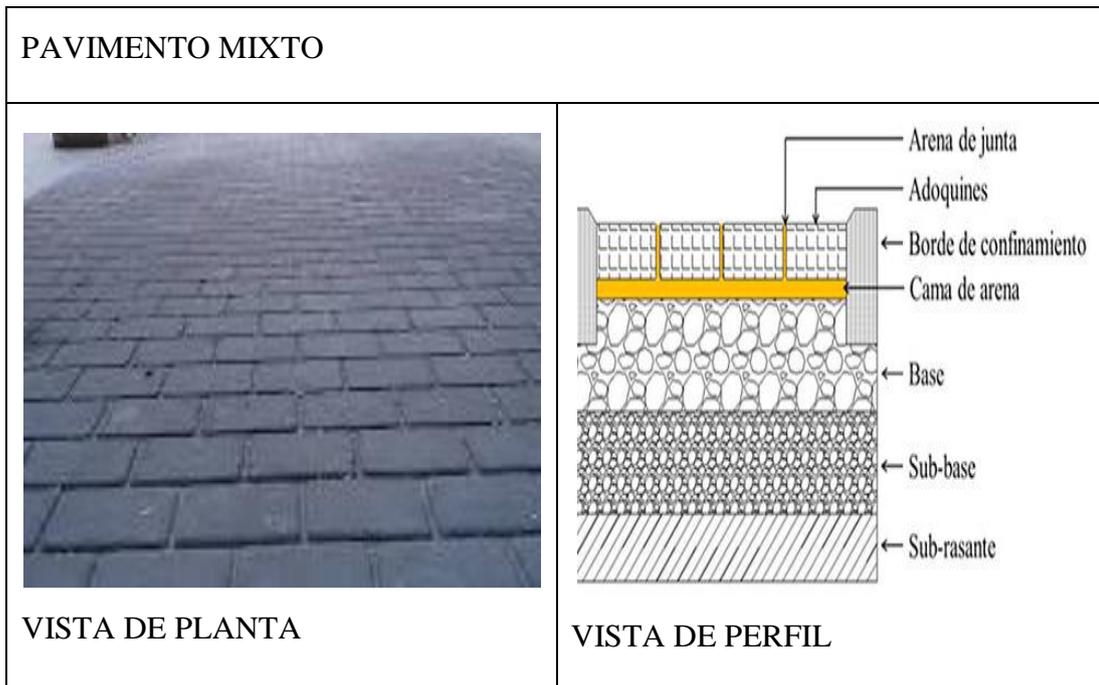


Fuente: elaboración propia

### PAVIMENTOS MIXTOS

Llamado también pavimento híbrido, es una combinación de flexible y rígido, se colocan bloques de concreto prefabricado en lugar de la carpeta asfáltica. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que los bloques producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

Figura 2.3: estructura de pavimento mixto



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

#### ROSAS<sup>8</sup> CARGA DE TRÁNSITO

Para el dimensionamiento de los pavimentos, las cargas más pesadas del eje son interesantes, como se espera en el carril de diseño más solicitado, que determina la estructura del pavimento. Durante el período de diseño adoptado. La repetición de cargas, curvas, zonas de frenado y aceleración también se tendrán en cuenta en cuenta.

## **CONDICIONES AMBIENTALES**

Las condiciones ambientales que más afectan a un pavimento: lluvias y cambios bruscos de temperatura.

Las lluvias, debido a la elevación del napa freático, lo que influye en la resistencia, la compresión y los cambios volumétricos de los suelos de la subrasante, especialmente.

Los cambios en la temperatura pueden ocasionar daños ser muy altos, que en algunos casos pueden ser más altos que los generados por las cargas de los vehículos que circulan en él.

## **SUBRASANTE**

El espesor de un pavimento depende en gran medida de la calidad de este. Esta es la razón por la cual los cambios volumétricos se deben a la resistencia del suelo.

## **MATERIALES**

Los materiales utilizados deben ser agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales; Además de la cantidad deseada debe ser homogénea, que puede cumplir con el costo disponible, las instalaciones de operación y el precio, la condición en gran parte debido a la distancia de la misma. Etapas que deben seguir un pavimento

Las aceras antes y después de su vida útil, admiten diferentes problemas para esto requieren un buen proceso de construcción, pero también la rehabilitación y el mantenimiento.

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

En esta etapa comprende todas las actividades necesarias para la realización y puesta en servicio la infraestructura vial incluye aspectos de diseño utilización, y de ejecución, comprende también estudios como: análisis de tráfico, calidad de materiales, capacidad portante del terreno, impacto ambiental, etc.

## **MANTENIMIENTO**

Son los trabajos, actividades, operaciones, acciones y cuidados rutinarios, periódicos o de emergencia, destinados a lograr que la infraestructura vial preserve la condición superficial, funcional, estructural y de seguridad requerida ,a efectos de asegurar la satisfacción de los usuarios y en general atender de manera adecuada el tránsito .

## **REHABILITACIÓN**

Es la actividad necesaria para devolver a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se diseñó, así como su nivel de servicio en termino de seguridad y comodidad; son obras que se ejecutan como consecuencia de la existencia de problemas en la condición superficial, funcional, estructural y/o de seguridad en sectores de infraestructura vial, con el objeto de darles solución, previa a la demolición parcial o total de las estructuras existentes.

### **3.2.2. PATOLOGÍAS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Rodríguez<sup>6</sup> Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tráfico vehicular y el medio ambiente. Estos factores combinados son la causa del deterioro progresivo del pavimento, una situación que se ve agravada por la falta de mantenimiento de la carretera.

Hay dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Los primeros son aquellos que causan un deterioro en el paquete de pavimento estructural, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento. Las fallas funcionales, por otro lado, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de la carretera, la estética de la pista y la seguridad que proporciona al usuario.

A continuación se detallan algunas de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles, que también se consideran dentro del método PCI.

### **3.2.2.1. TIPOS DE PATOLOGÍAS**

#### **1) Piel de cocodrilo**

Descripción: Las grietas por fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen de esta falla es por fatiga de la capa de asfalto bajo la acción repetida de las cargas de tráfico. El agrietamiento comienza en la parte inferior de la capa de asfalto (o base estabilizada) donde las tensiones y la tensión son mayores en la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas.

Figura 2.4: piel de cocodrilo –nivel de severidad –alta

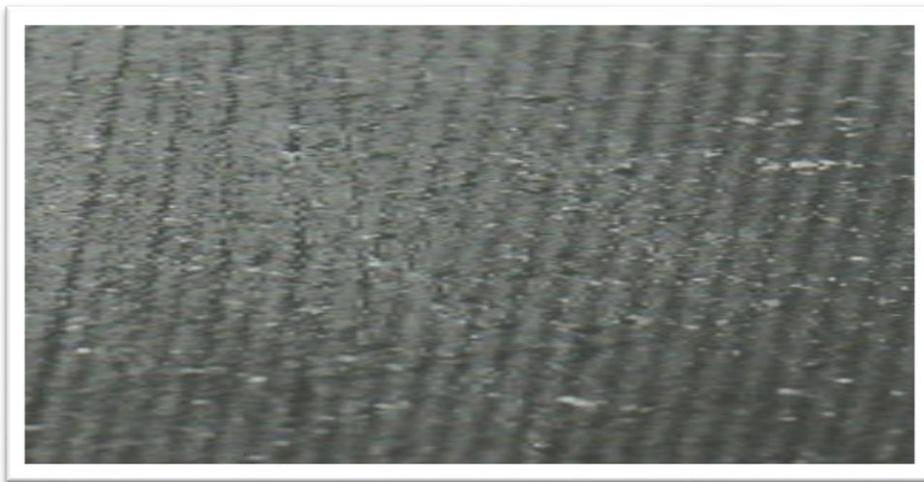


Fuente: Rodríguez (2009)

## **2)Exudación**

Descripción: La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, que forma una superficie brillante, cristalina y reflectante que generalmente se vuelve pegajosa. La exudación es causada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellador de asfalto o bajo contenido de vacíos de aire.

Figura 2.5: Exudación de alta severidad



Fuente: Rodríguez (2009)

## **3) Agrietamiento en bloque.**

Descripción: Las grietas de bloques son grietas interconectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0

Figura 2.6: Grietas en bloque de alta severidad.



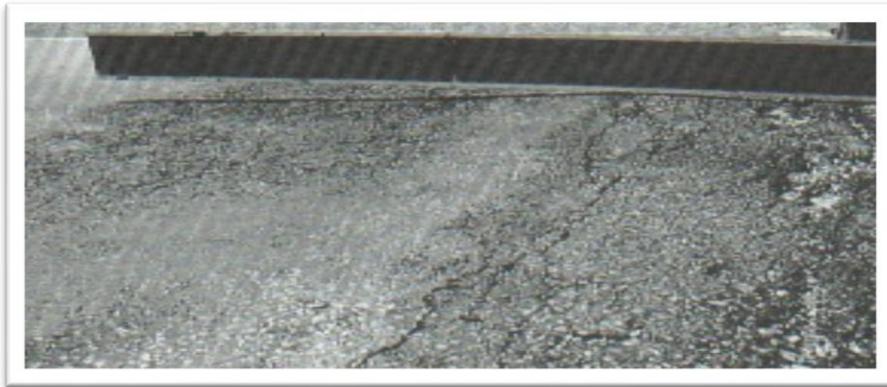
Fuente: Rodríguez (2009)

#### **4) Abultamiento y hundimiento**

Descripción: Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba ubicados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, porque estos últimos son causados por pavimentos inestables.

El hundimiento es un desplazamiento hacia abajo pequeño y abrupto de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren en áreas grandes del pavimento, causando depresiones grandes o largas, se llaman "ondulaciones" (hinchamiento: swelling).

Figura 2.7 Abultamientos y hundimientos de alta severidad.

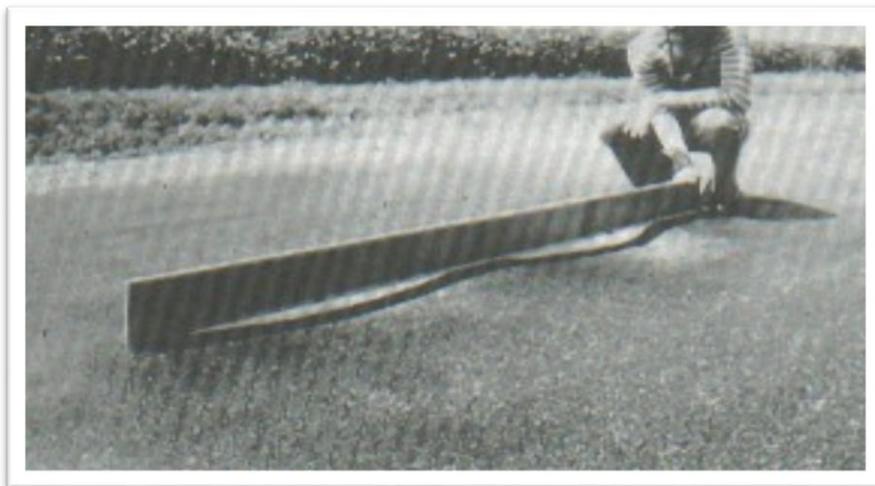


Fuente: Rodríguez (2009)

### 5) Corrugación

Descripción: Corrugación es una serie de cimas y depresiones muy cercanas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente menos de 3.0 m. Los picos son perpendiculares a la dirección del tráfico.

Figura 2.8 Corrugación de Alta severidad

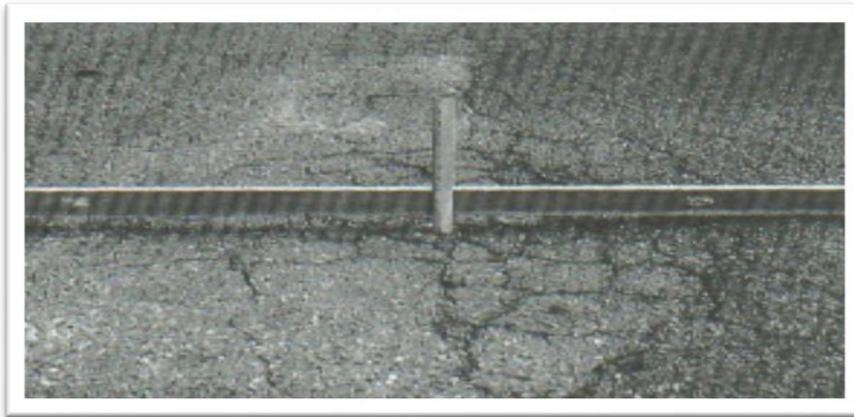


Fuente: Rodríguez (2009)

## **6) Depresión.**

Descripción: Son áreas localizadas de la superficie del pavimento a su alrededor. En muchas ocasiones, las depresiones suaves solo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un "baño de pájaros". En el pavimento seco las depresiones se pueden ubicar gracias a las manchas causadas por el agua almacenada.

Figura 2.9 depresión de alta severidad



Fuente: Rodríguez (2009)

## **7) Grieta de borde.**

Descripción: Las grietas del borde son paralelas y generalmente están entre 0.30 y 0.60 m desde el borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tráfico y puede ser causado por el debilitamiento, debido a las condiciones climáticas, la base o la subrasante cerca del borde del pavimento

Figura 2.10. Grietas de borde alta severidad



Fuente: Rodríguez (2009)

**8) Grieta de reflexión de junta (de losas de concreto de cemento p<sup>ó</sup>rtland).**

Descripción: Este daño solo existe en pavimentos con superficie de asfalto construida sobre una capa de cemento Portland. No incluye grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de los suelos de cemento Portland, inducido por la temperatura o la humedad, debajo de la superficie del concreto asfáltico.

Figura 2.11. grietas por flexión de juntas alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### 9) Desnivel de carril o berma

Descripción: La diferencia de nivel ferroviario / berma es una diferencia en los niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento de la berma o la colocación de parcheos en el pavimento sin ajustar el nivel de la berma.

Figura 2.12. desnivel de carril/berma alta severidad



Fuente: Rodríguez (2009)

### 10) Grietas longitudinales y transversales

Descripción: Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de riel de pavimento mal construida.
2. Contracción de la superficie de hormigón asfáltico debido a bajas temperaturas o endurecimiento.
3. Una grieta de reflejo causada por agrietamiento debajo de la capa base,

incluyendo grietas en las losas de concreto de cemento Portland, pero no en las juntas de concreto del pavimento.

4. Las grietas transversales se extienden.

Figura 2.13 Grietas longitudinales y transversales de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### **11) Parcheo**

Descripción: Un parche es un área de pavimento que ha sido reemplazado con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto, sin importar qué tan bien se comporte (generalmente, un área parcheada o el área adyacente no se comporta tan bien como la sección original del pavimento). En general, se cree que la aspereza está asociada con este daño

Figura 2.14 parcheo de alta severidad.

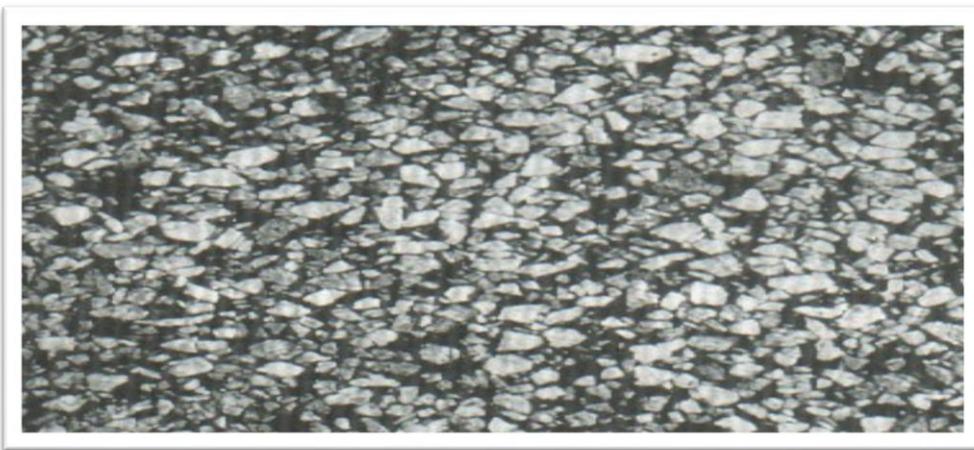


Fuente: Rodríguez (2009)

### **11) Pulimiento de agregados**

Descripción: Este daño es causado por la repetición de cargas de tráfico. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con los neumáticos del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está en la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo

Figura 2.15 pulimiento de agregados de alta severidad.

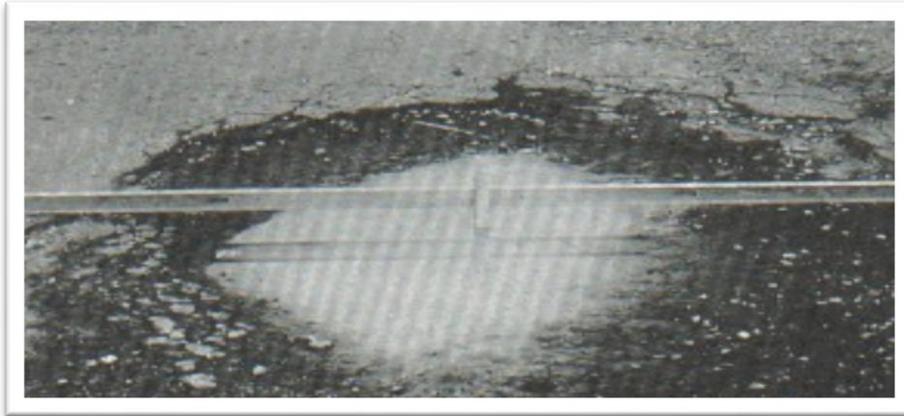


Fuente: Rodríguez (2009)

### 13) Huecos.

Descripción: Los huecos son pequeñas depresiones en la superficie del pavimento, generalmente con diámetros menores a 0.90 m en forma de cuenco. En general, hay bordes filosos y lados verticales en las proximidades de la zona superior.

Figura 2.16 hueco de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### 14) Cruce de vía férrea.

Descripción: Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Figura 2.17 cruce de vía férrea de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### **15) Ahuellamiento.**

Descripción: El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las pistas causada por las ruedas. Puede presentar el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados de la rutina, pero, en muchos casos, solo es visible después de la lluvia, cuando las huellas están llenas de agua.

Figura 2.18 ahuellamiento de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### **16) Desplazamiento.**

Descripción: El desplazamiento es un desplazamiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producida por cargas de tráfico. Cuando el tráfico empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie

Figura 2.19 desplazamiento de alta severidad.

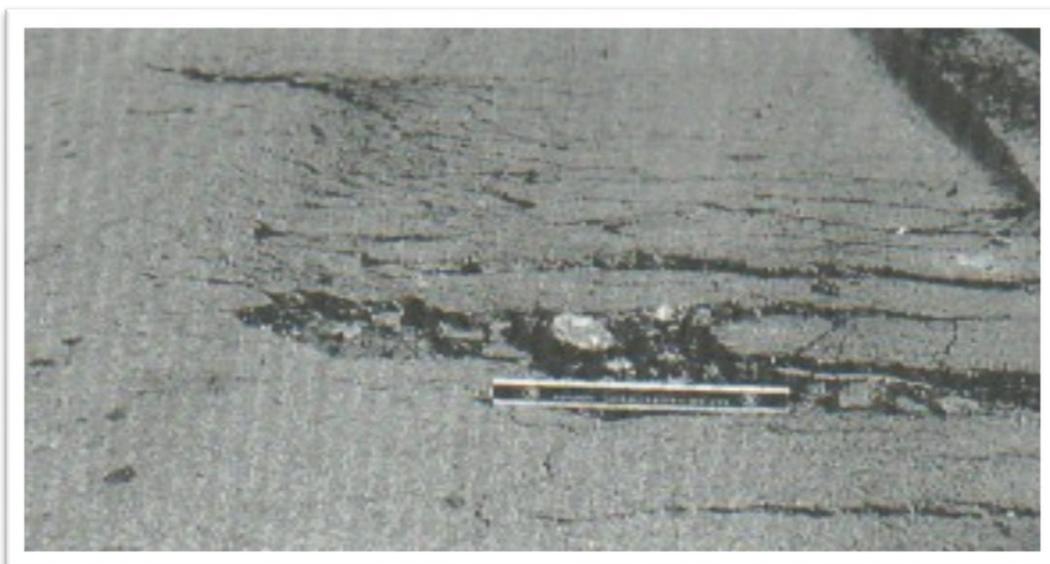


Fuente: Rodríguez (2009)

### **17) Grietas parabólicas (slippage).**

Descripción: Las grietas parabólicas por deslizamiento (deslizamiento) son grietas en forma de media luna creciente. Se producen cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento.

Figura 2.20 grietas parabólicas de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### 18) Hinchamiento.

Descripción: La hinchazón se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento, una onda larga y gradual con una longitud superior a 3,0 m. La hinchazón puede ir acompañada de agrietamiento de la superficie. Por lo general, este daño es causado por la congelación en la subrasante o por áreas potencialmente expansivas.

Figura 2.21 hinchamiento de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### 19) Meteorización / desprendimiento de agregados.

Descripción: La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida de aglutinante de asfalto y partículas de agregados sueltos. Este daño indica que el aglutinante de asfalto se ha mantenido apreciablemente o que la mezcla es de baja calidad.

Figura 2.22 Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad.



Fuente: Rodríguez (2009)

### **3.2.2.2. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, que presenta el estado en que se encuentra la superficie del mismo, con el fin de poder adoptar las medidas de reparación y mantenimiento adecuadas, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de mucha importancia elegir y llevar a cabo una evaluación que sea objetiva y acorde con el entorno en el que se ubica.<sup>13</sup>.

### **3.2.2.3. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

La evaluación de pavimentos es importante, ya que permitirá conocer oportunamente los deterioros presentes en la superficie, y de esta forma realizar las correcciones, obteniendo de esta forma una oferta de servicio óptima para el usuario. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento, será posible predecir el nivel de vida de una red o proyecto.

La evaluación de pavimentos también optimizará los costos de rehabilitación, ya que si un deterioro se trata a tiempo, su vida útil se prolonga, ahorrando de este modo mayores gastos.

### **3.2.2.4. OBJETIVIDAD EN LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva<sup>12</sup>.

### **3.2.2.5. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO**

El procedimiento para la evaluación de un pavimento incluye: una etapa de trabajo de campo en la que los daños se identifican teniendo en cuenta su clase, gravedad y características de cada uno de ellos y una segunda fase que es el cálculo de las áreas afectadas.

Para la evaluación de pavimentos, la clase de patologías está relacionada con el tipo de degradación que ocurre en la superficie de un pavimento entre las patologías más comunes se encuentran, piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento de bloques, ahuellamiento, entre otras, cada una de ellas se describe en el PCI.

La gravedad representa es estado crítico del deterioro en términos de progresión; Cuanto más severo es el daño, más importante, las medidas para su corrección. De esta forma, se debe evaluar la calidad del viaje, la percepción que tiene el usuario cuando viaja en un vehículo a velocidad normal; Así es como se describe una guía general para ayudar a establecer el grado de severidad de la calidad del tráfico:

Leve, (L): las vibraciones se perciben en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero la reducción de velocidad no es necesaria para la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y el hundimiento individual provocan un ligero rebote del vehículo, pero no causan incomodidad.

Moderado, (M): las vibraciones del vehículo son fuertes y requieren una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; Los baches individuales o los hundimientos causan una nueva reacción y crean incomodidad.

Alto, (H): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que la velocidad se reduce por comodidad y seguridad; causan un rebote excesivo del vehículo, lo que crea una incomodidad considerable o un alto riesgo de daño o daños al vehículo.

### **3.2.2.6. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO**

Como ya se ha indicado anteriormente, en la presente investigación se utilizará el método normado por la ASTM, que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin, 1976 – 1994); utilizado para la evaluación de aeropuertos, caminos y lotes de parqueaderos.

En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en nuestra ciudad de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de los pavimentos.

### **3.2.2.7. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – PAVEMENT CONDITION INDEX)**

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este.

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

Tabla 1.1. Rangos de Clasificación del PCI

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

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

### **3.2.2.8. OBJETIVOS DEL PCI**

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del método PCI son:

- Determinar la condición de un pavimento en términos de su integridad estructural y nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar la condición y el comportamiento de los pavimentos con un criterio uniforme.

- Obtener criterios racionales para justificar la programación de trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información de retroalimentación relevante sobre el comportamiento de las soluciones adoptadas en los criterios de diseño, evaluación y mantenimiento de pavimentos.

### **3.2.2.9. TERMINOLOGÍA**

Los siguientes términos utilizados en el método del PCI, que es vital para la comprensión y la aplicación correcta.

Red de pavimento: es el conjunto de pavimentos a gestionar, es una entidad única y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o avenida, es una red de pavimento.

Sección de pavimento: una sección es una parte identificable del pavimento. Por ejemplo, un pavimento o estacionamiento es una sección separada. La sección de pavimento es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

Unidad de muestra de pavimento: esta es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m<sup>2</sup>, si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para las condiciones de campo específicas.

Muestra al azar: unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para inspección mediante técnicas de muestreo aleatorias.

Además, hay una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente en las unidades de muestra seleccionadas para la visualización de la condición del pavimento.

Índice de condición del pavimento (PCI): es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía de cero (0), para un pavimento defectuoso o en malas condiciones, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa del estado del pavimento.

#### **3.2.2.10. MATERIALES E INSTRUMENTOS**

Hoja de datos de campo: documento donde se puede registrar toda la información durante la inspección visual: fecha, ubicación, sección, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de gravedad, cantidades y nombres del personal a cargo de la inspección.

Regla o cuerda para medir la distorsión longitudinal y transversal del pavimento en estudio.

Conos de seguridad vial. Encerrando el área de la calle en estudio, ya que el tráfico significa un peligro para los inspectores que tienen que caminar sobre el pavimento.

Equipo de protección individual.

#### **3.2.2.11. MUESTREO Y UNIDAD DE MUESTRA**

El muestreo se llevó a cabo siguiendo el siguiente procedimiento:

Identifique secciones o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plan de distribución, historias tales como pavimentos y estacionamientos.

Divida cada sección en secciones de acuerdo con criterios tales como el diseño del pavimento, el historial de construcción, el tráfico y las condiciones.

Divida las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra.

Identifique las unidades de las muestras individuales que pueden inspeccionar para que los inspectores puedan ubicarlas en la superficie del pavimento. Es necesario que las unidades de muestra se reubiquen fácilmente, de modo que sea posible la verificación de las fallas existentes, el examen de los cambios en la unidad de tiempo con futuras inspecciones de la misma unidad de muestra si es necesario

Se seleccionó las unidades de muestra que se inspeccionarán. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar de la siguiente manera: considerando todas las unidades de muestra en la sección, teniendo en cuenta las unidades de muestra que alcanzan un nivel de confianza del 95% o un número menor de unidades de muestra.

-Todas las unidades de muestra en la sección pueden ser inspeccionadas para determinar el valor PCI promedio en la sección. Este tipo de análisis es ideal para una mejor estimación del mantenimiento y las reparaciones necesarias.

-El número mínimo de unidades de muestra "n" para inspeccionar en una determinada sección, para obtener un valor estadísticamente adecuado (95% de confiabilidad), se calcula usando la siguiente ecuación y redondeando el valor obtenido de "n" a número de tiempo entero mayor.

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

Dónde:

$e$  = error admisible en el cálculo PCI de la sección ( $e = + / - 5$  puntos PCI)

$\sigma$  = Desviación estándar de la PCI de una muestra a otra en la misma sección.

$N$  = Número total de unidades de muestra en la sección.

$n$  = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

- Al realizar la inspección, se supone que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe verificarse como se describe después de haber determinado los valores de PCI. Para inspecciones posteriores, se debe usar la desviación estándar de la inspección anterior para determinar el valor. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menos de cinco

( $n < 5$ ), se espera que evalúe todas las unidades.

- Obtenga una confiabilidad del 95% en crítico, se debe verificar la conveniencia de la cantidad de unidades inspeccionadas. El número de unidades de muestra se estimó en función de un valor de desviación estándar asumido. Calcule el valor real de la desviación estándar de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^p 1 (PCI_i - PCI_f)^2}{n-1}}$$

Dónde:

$PCI_i$  = PCI de la unidad de muestra  $i$ .

$PCI_f$  = PCI promedio de las unidades de muestra analizadas.

$n$  = Número total de unidades de muestra analizadas.

$s$  = Desviación estándar.

- Calcular el número mínimo de unidades de muestra que se inspeccionarán utilizando el valor real de la desviación estándar. Si el número de unidades inspeccionadas a inspeccionar es mayor que el número de muestras, seleccione e inspeccione las unidades de la muestra al azar.

Estas unidades de muestra deben estar espaciadas uniformemente en toda la sección. Repita este proceso para verificar el número de unidades de muestra revisadas e inspeccione aleatoriamente las unidades de muestra adicionales hasta el número total de unidades de la muestra de mar inspeccionada igual o mayor que el número mínimo de unidades de muestra " $n$ ", use el total de la desviación estándar de muestras reales.

- Una vez que se define el número de unidades de muestra a inspeccionar, calcule el intervalo de separación de las unidades utilizando la asignación aleatoria sistemática. Las muestras deben espaciarse en toda la sección para seleccionar la primera muestra al azar. El intervalo de separación " $I$ " de las unidades y el nombre del alumno al siguiente entero más pequeño:

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

$N$  = número total de unidades de muestra en la sección.

$n$  = número de unidades de muestra a inspeccionar.

- Se deben inspeccionar unidades de muestra adicionales solo cuando se observen fallas no representativas. Estas unidades de muestra son elegidas por el usuario.

### **3.2.2.12. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

- a) Inspeccione individualmente cada unidad de muestra seleccionada.
- b) Registre la sección y el número de sección, así como el número y tipo de unidad de muestra (aleatoria o adicional).
- c) Registre el tamaño de la unidad de muestra.
- d) Realice la inspección de las fallas, cuantifique cada nivel de severidad y registre la información obtenida.
- e) El método de medición se detalla en la descripción de cada patología.
- f) Repita este procedimiento para cada unidad de muestra que se inspeccionará.

### **3.2.2.13. CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTO FLEXIBLE**

Etapa 1. Cálculo de los valores deducidos (DV)

- Agregue la cantidad total de cada tipo de patología para cada nivel de gravedad. La patología se puede medir en área, longitud o número de acuerdo con su tipo.
- Divida la cantidad total de cada tipo de patología según el nivel de gravedad entre el área total de la unidad de muestra y multiplique el resultado por 100 para la densidad porcentual para cada tipo y gravedad de la patología.

- Determine el valor deducido para cada tipo de patología y su nivel de gravedad mediante las curvas llamadas "Valor de daño deducido" para el pavimento flexible.

Etapa 2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

- Si ninguno o solo un valor individual deducido es mayor al 2%, el valor total deducido se usa en lugar del valor máximo deducible corregido (CDV) para determinar el ICP; de lo contrario, el CDV máximo debe determinarse por los pasos:

-Crear una lista de los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

-El número máximo admisible de valores deducidos (m) se determina utilizando el gráfico de ajuste del número de valores reducidos o la siguiente fórmula:

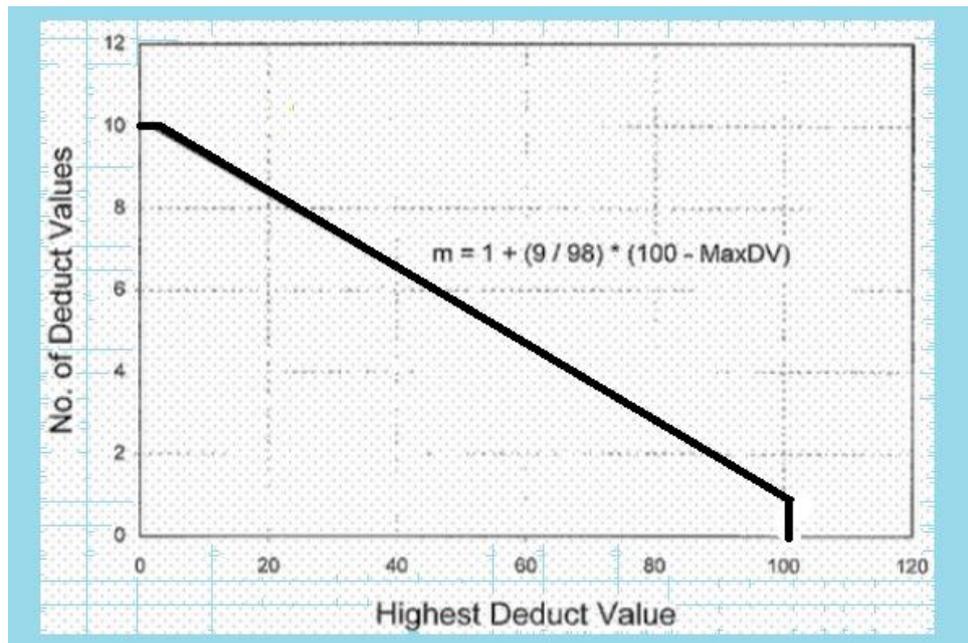
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100.00 - HDV_i)$$

Dónde:

HDV<sub>i</sub> = mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

m = Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo.

Figura 2. 23: Ajuste del número de valores deducidos



Fuente: Rodríguez 2009.

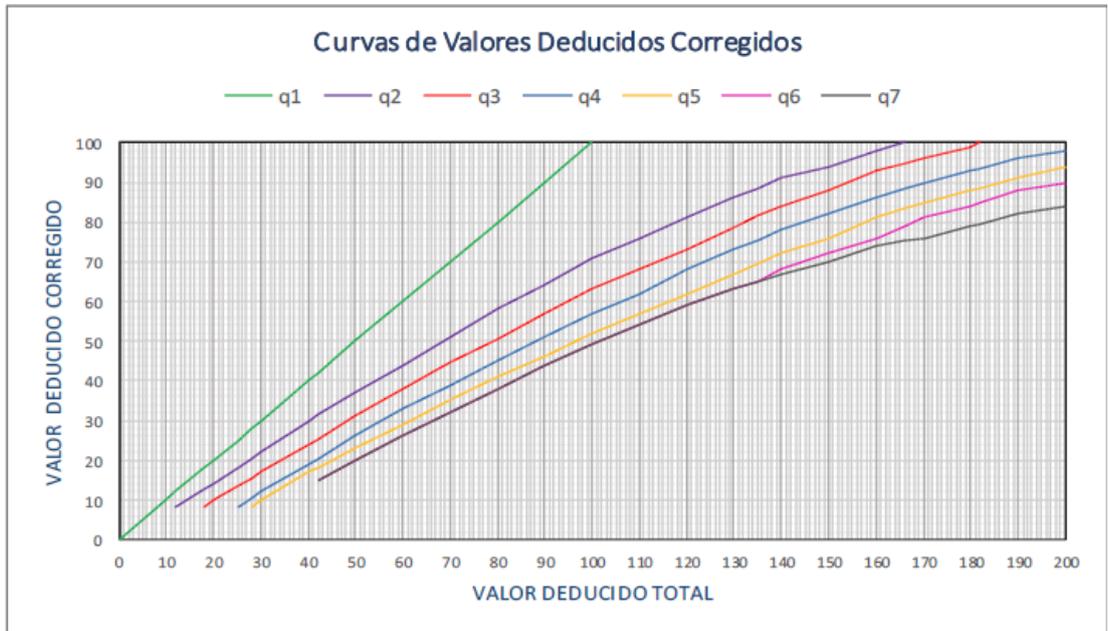
Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).

- Si ninguno o solo un valor individual deducido es mayor al 2%, se usa el valor total deducido en lugar del valor máximo deducible corregido (CDV) para determinar el PCI; de lo contrario, el CDV máximo debe determinarse utilizando los pasos:

- Crear una lista de los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

- El número máximo admisible de valores deducidos (m) se determina utilizando la tabla de ajuste del número de valores reducidos o la siguiente fórmula:

Figura 2. 24: Curvas de corrección para pavimentos de asfaltos.



Fuente: Rodríguez 2009

- En la siguiente iteración, se cambia el valor más bajo deducido por 2% para luego sumar y encontrar un nuevo valor deducido total, en este caso el valor es igual a "m -1". El mismo procedimiento se repite hasta que  $q = 1$ .
- El CDV máximo es el más alto de CDV obtenido en este proceso, un valor que podemos encontrar en el PCI usando la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \max. CDV.$$

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Por el tipo de investigación que hemos realizado, el presente estudio cumple las condiciones metodológicas de una investigación tipo aplicada, en razón que se requiere comprender los aspectos o fenómenos reales con la condición actual sin modificarlos.

La investigación se basa en inspección visual y ordenada y reúne las condiciones metodológicas de tipo aplicada no experimental, de corte transversal, tipo cuantitativo y cualitativo.

#### **Descriptiva**

Ya que describe cada una de las patologías presente en el pavimento flexible, sus causas y posibles soluciones.

#### **No experimental**

Ya se estudia las patologías y se evaluará sin recurrir a ensayos de laboratorio.

La finalidad es de minimizar y reducir las posibles causas que afecten en el futuro a la ejecución de los pavimentos flexibles.

#### 4.1.1. NIVEL DE INVESTIGACION DEL PROYECTO

Descriptivo que nos indica la cantidad de área afectada las posibles soluciones

Evaluamos de forma visual con ayudas de fichas del PCI. La que nos ayuda a determinar la calidad y condición de la patología en la Avenida. Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre, Piura.

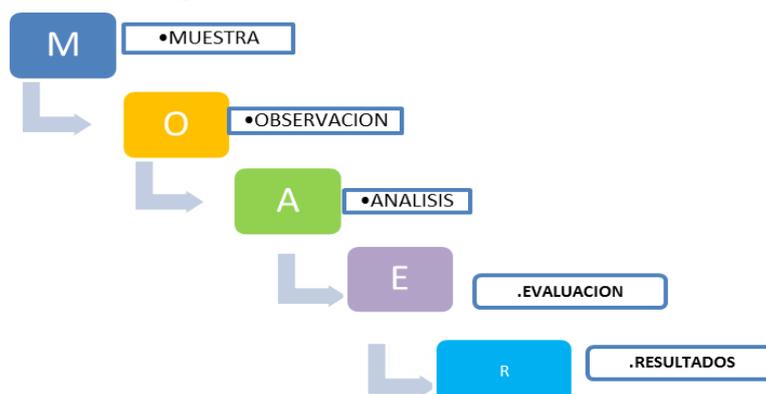
#### 4.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El Se realizado el estudio de forma visual personalizada, descriptivo, cualitativo y cuantitativo, no experimental. La investigación de tramos con área similares para facilitar el estudio.

Para la clasificación de datos aplicaremos estadística con los datos ya obtenidos con ayuda de los formatos del PCI.

Para la determinar la severidad de las patologías se considerado la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre, Piura- 2017.

Se ejecutara de la siguiente manera:



M = muestra

O = Observación

E = Evaluación

A= Análisis

R = Resultados

## **4.2. UNIVERSO Y MUESTRA**

### **4.2.1. EL UNIVERSO**

En la presente tesis, el universo está comprendido por todos los pavimentos existentes en la ciudad de Piura.

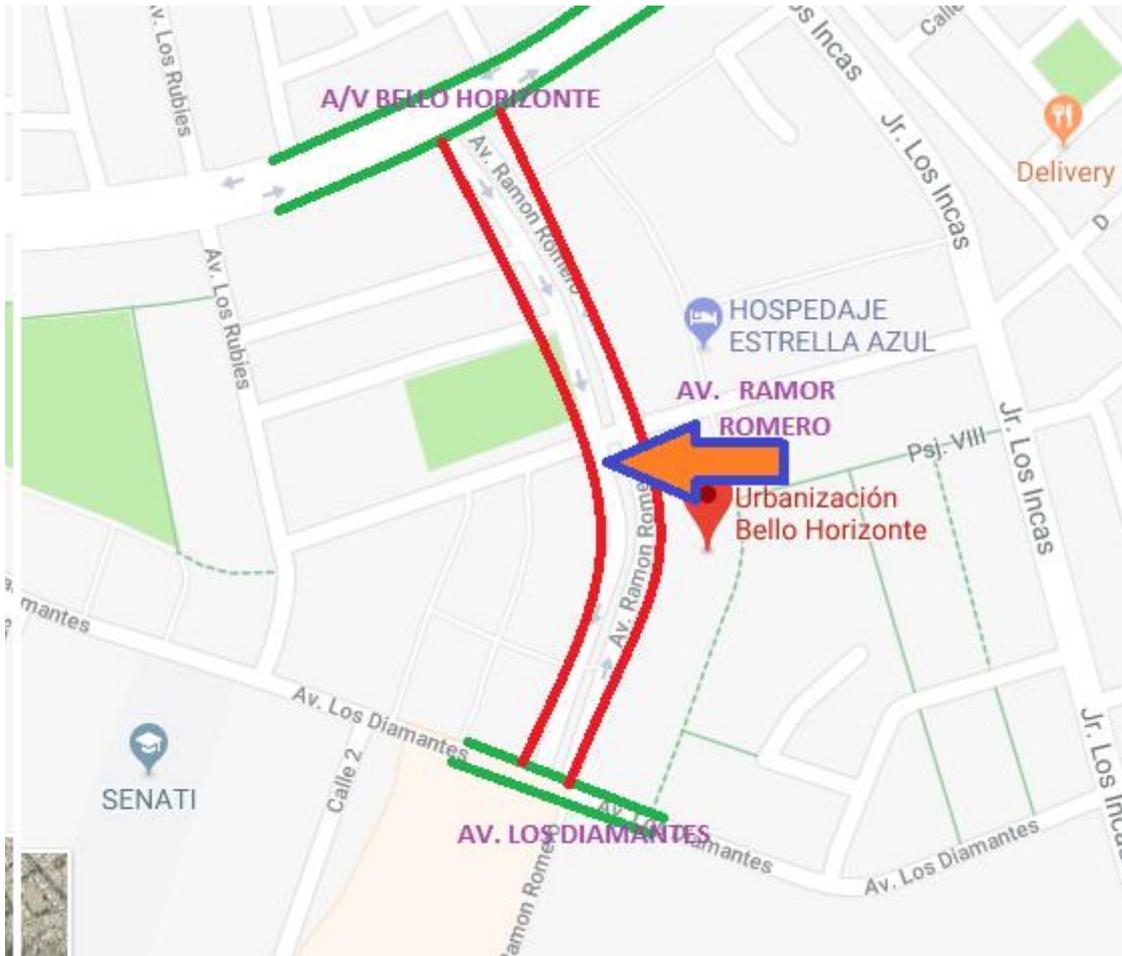
### **4.2.2. POBLACIÓN O MUESTRA**

Se seleccionaron la segunda etapa Avenida Ramón Romero, del distrito veintiséis de octubre.

El muestreo se realizará como se menciona a continuación: Identificar tramos o áreas en el pavimento flexible con distintos usos de división de la red, tales como vías y estacionamientos.

Se ha definido como red de pavimento, a 780.8 lineales metros de pavimento flexible que pertenecen a la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura.

Figura 4. 1: Ubicación de la avenida Ramón Romero.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°1: Longitud de unidades de muestreo

Ancho de Calzada	Longitud de la unidad de Muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (max)	31.50

Fuente: Manual del PCI

El número mínimo de unidades a evaluar (N) será igual a la división entre la longitud total del tramo en estudio y la longitud de la unidad de muestreo:

$$N = \frac{780.8}{35.4} = 22$$

Aplicando la siguiente formula obtenemos las unidades de muestra a estudiar

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

Reemplazando tenemos:

$$n = \frac{22 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (22 - 1) + 10^2} = 9.51 = 10$$

El intervalo de separación será:

$$i = \frac{22}{10} = 2.2 = 2$$

Es decir se cogerán cada 2 unidades hasta completar la muestra a estudiar.

#### 4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>“Determinación y evaluación de las patologías en Pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa distrito veintiséis de octubre Piura, noviembre 2017”</p>	<p>Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tráfico vehicular y el medio ambiente. Estos factores combinados son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se ve agravada por la falta de mantenimiento adecuado de la carretera.</p>	<p>Patologías que presenta la Avenida Ramón Romero II etapa – Piura. como: *Piel de cocodrilo *Abultamiento y hundimiento *Corrugación *Desnivel carril/berma *Huecos *Desprendimiento de agregados</p>	Variabilidad	Tipo de presencia de las patologías.
			Grado de afectación	Clase de falla Nivel de severidad
				-Bajo -Medio -Alto

### **4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **TÉCNICAS**

Las principales técnicas que se utilizará en la investigación fueron:

Se realizó la Evaluación de forma Visual mediante recopilación de datos con el apoyo de una ficha técnica como instrumento de recolección de datos.

#### **INSTRUMENTOS**

La evaluación será visual y se utilizaron instrumentos como:

- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los baches o depresiones.

- Cuaderno de campo, formato de encuesta bolígrafos, lápiz, regla.

Equipos de protección individual etc.

- cámara fotográfica para evidencias del estado en el que se encuentra este pavimento.

- también se utilizó los siguientes programas.

- Excel, Word, estadística.

### **4.4. PLAN DE ANÁLISIS**

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente: La Ubicación del área de estudio segunda etapa, de la Avenida Ramón Romero, del distrito veintiséis de octubre - Piura. El análisis se realizara, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que se está estudiando por tramos para un mejor estudio. Evaluando de manera general, toda la infraestructura, se determinara los diferentes tipos de patologías que existen y poder realizar los cuadros de evaluación.

#### 4.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Enunciado del problema</b> ¿En qué medida la determinación y la evaluación de las patologías del pavimento flexible en la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre, Piura, noviembre 2017, nos permite obtener el estado actual y las condiciones de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?</p> <p><b>Caracterización del problema</b> La Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre, hemos observado que la gran parte del pavimento en el lugar de estudio está en malas condiciones y están sujetos a producir accidentes. El avance tecnológico y el aumento de vehículos motorizados sin duda están acelerando el deterioro del pavimento. Para la cual necesariamente realizaremos una inspección general, pudiendo así determinar y evaluar los distintos tipos de patologías que se presentan.</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida. Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre - departamento de PIURA.</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Identificar las patologías que se presentan en los pavimentos flexibles de Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre -Piura.</li> <li>❖ Determinar el nivel o grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre.</li> <li>❖ Obtener el estado actual y la condición de servicio del pavimento flexible, de acuerdo con los diferentes tipos de patologías que presenta.</li> </ul>	<p><b>Variable independiente:</b> determinación y evaluación del pavimento</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Índice de condición del pavimento</p>	<p>Debido al tipo de investigación que hemos llevado a cabo, este estudio cumple con las condiciones metodológicas de una investigación aplicada, ya que es necesario comprender los fenómenos o aspectos de la realidad con la condición actual sin modificarlos. La metodología radica en una inspección visual y ordenada que cumple con las condiciones metodológicas de tipo aplicado no experimental, de corte transversal, cuantitativo y cualitativo.</p> <p><b>Descriptiva</b> Ya que describe cada una de las patologías presente en el pavimento flexible, sus causas y posibles soluciones.</p> <p><b>No experimental:</b> ya porque se estudia las patologías y se evaluara sin recurrir a ensayos de laboratorio.</p> <p>La finalidad es de minimizar y reducir las posibles causas que afecten en el futuro a la ejecución de los pavimentos flexibles.</p>

#### **4.6. PRINCIPIOS ÉTICOS**

Los principios de una investigación deben cumplir con aspectos morales y científicos que ayuden a ir incrementando el conocimiento y el estado de las cosas.

Rigiéndonos de antecedentes nosotros como ingenieros presentamos una investigación responsable, clara y con originalidad.

Para el presente estudio de investigación se consultará y tomará artículos, autores de tesis, trabajos de investigación, ponencias, textos y otros documentos relacionados al tema respetando la autoría de cada uno de ellos.

## V. RESULTADOS

Cuadro N1: Patologías encontradas en las muestras seleccionadas y su nivel de severidad.

PATOLOGIAS SEGÚN EL PCI		Nº V	LARGO	ANCH	TOTAL	N.SEVERIDAD
<b>M1</b>	4-Abultamientos y Hundimientos		1.5			LEVE
	9-Desnivel Carril / Berma		1.95			MODERADO
	13-Huecos	3	0.85	0.9	2.3	SEVERO
	19-Desprendimiento de Agregados		23	5.8	133.4	SEVERO
<b>M2</b>	4-Abultamientos y Hundimientos		3			LEVE
	13-Huecos	6	0.8	0.65	3.12	SEVERO
	19-Desprendimiento de Agregados		21	6.2	130.2	SEVERO
<b>M3</b>	1-Piel de Cocodrilo		7.31			MODERADO
	13-Huecos	4	0.8	0.9	2.88	SEVERO
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	5.8	205.32	MODERADO
<b>M4</b>	4-Abultamientos y Hundimientos		2.7			LEVE
	13-Huecos	5	0.85	0.6	2.55	SEVERO
	19-Desprendimiento de Agregados		18	6.5	117	SEVERO
<b>M5</b>	1-Piel de Cocodrilo		3.64			MODERADO
	13-Huecos	6	0.8	0.7	3.36	SEVERO
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	6	212.4	SEVERO
<b>M6</b>	1-Piel de Cocodrilo		6.9			LEVE
	13-Huecos	4	0.65	0.8	2.08	MODERADO
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	5	207.09	MODERADO
<b>M7</b>	4-Abultamientos y Hundimientos		6	0.8	4.8	MODERADO
	13-Huecos	5	0.8	0.7	3.4	SEVERO
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	6	212.4	SEVERO
<b>M8</b>	4-Abultamientos y Hundimientos		4.8			LEVE
	13-Huecos	6	0.85	0.9	4.59	MODERADO
	19-Desprendimiento de Agregados		27	5.2	140.4	SEVERO
<b>M9</b>	4-Abultamientos y Hundimientos		4.5			MODERADO
	13-Huecos	6	0.85	0.65	3.32	LEVE
	15-Ahuellamiento		12	6	7.2	LEVE
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	6	212.4	MODERADO
<b>M10</b>	13-Huecos	12	0.85	0.4	4.08	MODERADO
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	4	141.6	MODERADO
<b>M11</b>	13-Huecos	4	0.85	0.5	1.77	MODERADO
	19-Desprendimiento de Agregados		35.4	5	177	MODERADO

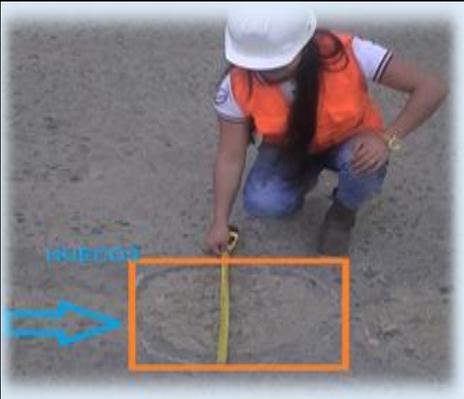
Fuente: elaboración propia

MUESTRA N M1

AREA TOTAL DE LA MUESTRA 230.1

PROGRESIVA 0.00+0.35.4

Tabla N°1: Hoja de registro de la unidad de muestra U1

METODO DEL PCI						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE LA VIA : Av.RAMON ROMERO		SECCION: 1		UNIDAD DE MUESTRA : U1		
EJECUTOR :PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE		FECHA :15/11/2017		AREA : 230.1 m2		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.-FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	15.- AHUELLAMIENTO				
2.-EXUDACION	9.-DESNIVEL DE CARRIL-BERMA	16.-DESPLAZAMIENTO				
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.-FISURAS LONGITUDINALES Y TRANS	17.- GRIETA PARABOLICA				
4.-ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	11.-PARCHES DE CORTES UTILITARIOS	18.-HINCHAMIENTO				
5.-CORRUGACION	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS	19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
6.-DEPRESION	13.- HUECOS					
7.-FISURAS DE BORDE	14.-CRUCE EN LA VIA FERREA					
FALLA	SEVERIDAD	LARGO	ANCHO	TOTAL	DENSIDAD	DEDUCIDO
4	BAJO	1.5		1.5	0.65	2.45
9	MEDIO	1.95		1.95	0.85	2.15
13	ALTO	(3)0.84	0.9	2.3	1.00	51.4
19	ALTO	23	5.8	133.4	57.97	70.35

Fuente: elaboración propia

Tabla N°2 resumen de las patologías de la muestra U1

PATOLGÍAS SEGÚN PCI	LARGO (m)	ANCHO (m)	TOTAL m <sup>2</sup>
1-Piel de Cocodrilo			
2-Exudación			
3-Agrietamiento en Bloque			
4-Abultamientos y Hundimientos	3	0.50	1.5
5-Corrugación			
6-Depresión			
7-Grieta de Borde			
8-Grieta de Reflexión de Junta			
9-Desnivel Carril / Berma	6.5	0.30	1.95
10-Grietas Long. Y Transversal			
11-Parcheo			
12-Pulimento de Agregados			
13-Huecos	0.85	0.90	2.30

14-Cruce de Vía Férrea (3)			
15-Ahuellamiento			
16-Desplazamiento			
17-Grieta Parabólica			
18-Hinchamiento			
19-Desprendimiento de Agregados	23	5.8	133.4

Fuente: elaboración propia

La densidad es hallada a través de la división de la cantidad total de cada tipo de perjuicio de acuerdo con el nivel de gravedad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicada por 100

$$D = \frac{1.5}{230.1} \times 100 = 0.65 = 0.65$$

$$D = \frac{1.95}{230.1} \times 100 = 0.85$$

$$D = \frac{0.72.3}{230.1} \times 100 = 1$$

$$D = \frac{133.4}{230.1} \times 100 = 57.97$$

Para encontrar los CDV utilizamos la siguiente formula:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 70.35) = 3.72$$

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CVR
1	70.35	51.4	2.45	2.15		126.35	4	71.18
2	70.35	51.4	2.45	2		126.2	3	76.41
3	70.35	51.4	2	2		125.75	2	83.88
4	70.35	2	2	2		76.35	1	76.35

Fuente: Elaboración propia

El valor deducido para cada tipo de daño se determina a través de las curvas denominadas “valor de daño deducido”

Valor deducido 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	25.50
0.60	2.20	9.20	27.70
0.70	2.70	10.40	29.70
0.80	3.20	11.20	31.50
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			

interpolamos  
utilizando la  
densidad



El valor deducido corregido se halla a través de las curvas de corrección para pavimentos.

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



Q MAYOR

Para hallar el PCI escogemos el máximo CDV utilizando la siguiente formula

$$\text{PCI} = 100 - \text{max. CDV.}$$

MAX CDV	83.88
PCI	16.12
SEVERIDAD	MUY MALO

$$\text{PCI} = 100 - 83.88 = 16.12$$

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

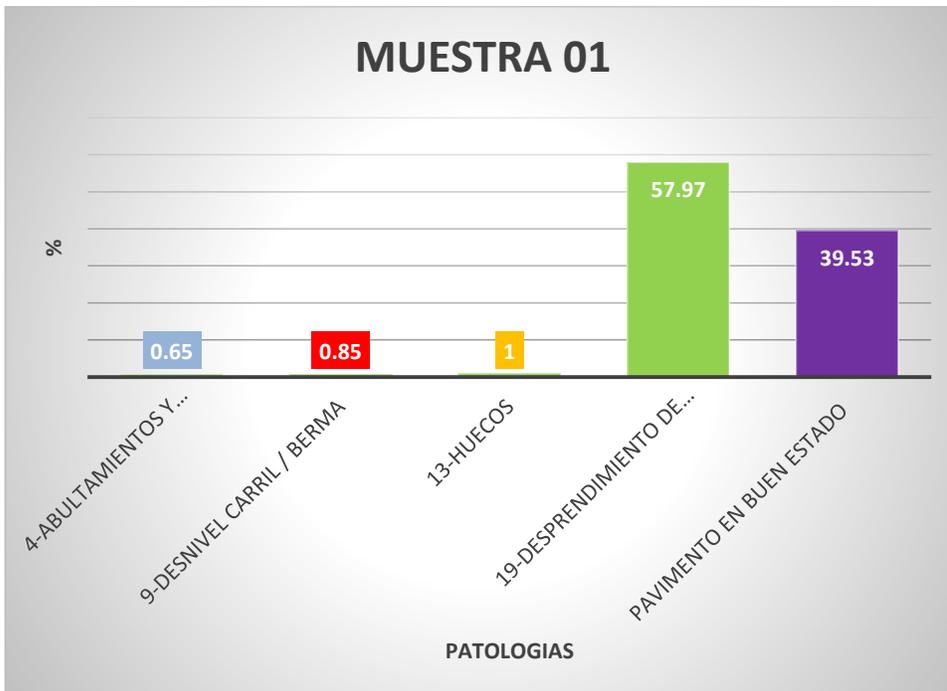
Se puede observar que el PCI se ubica en estado malo.

Tabla N°3: Patologías encontradas en la unidad de muestra U1.

MUESTRA U1	
PATOLOGIAS	TOTAL
4-Abultamientos y Hundimientos	0.65
9-Desnivel Carril / Berma	0.85
13-Huecos	1
19-Desprendimiento de Agregados	57.97
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	39.53
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1: Incidencia de las patologías en la muestra 1



Fuente: Elaboración propia

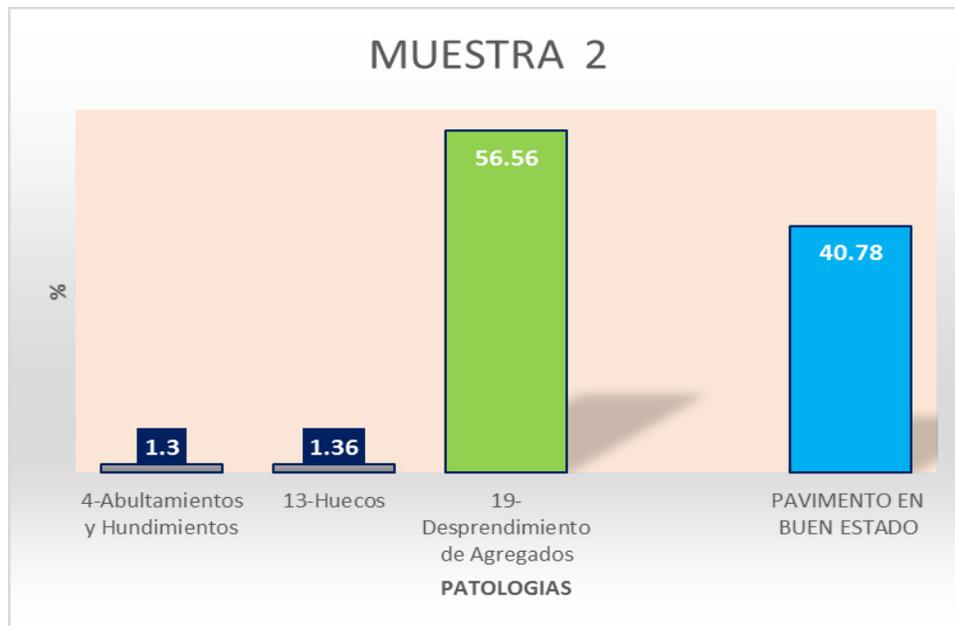


Tabla N°5: Patologías encontradas en la unidad de muestra U2.

MUESTRA U2	
PATOLOGIAS	TOTAL
4-Abultamientos y Hundimientos	1.3
13-Huecos	1.36
19-Desprendimiento de Agregados	56.56
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	40.78
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 2: Incidencia de las patologías en la muestra 2 Fuente:



Elaboración propia

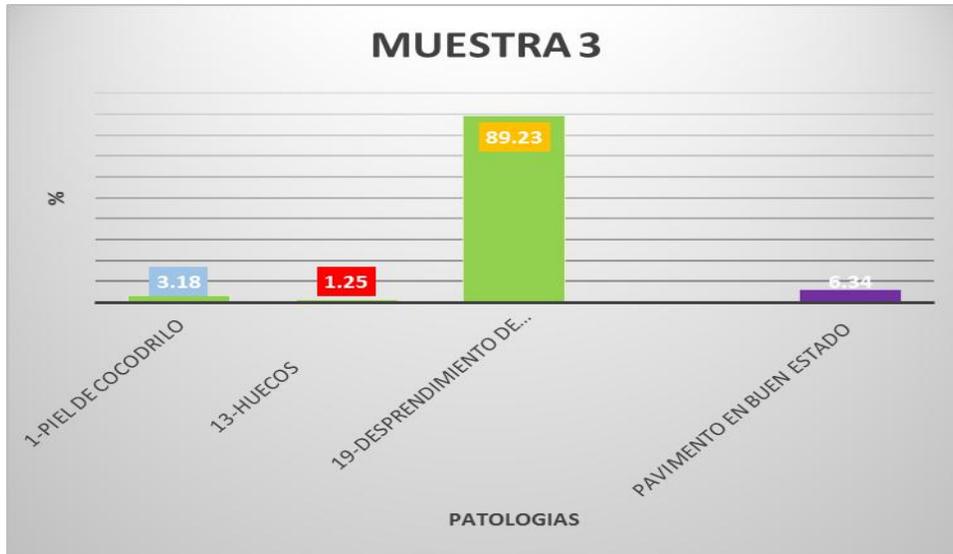


Tabla N°7: Patologías encontradas en la unidad de muestra U3.

MUESTRA U 3	
PATOLOGIAS	TOTAL
1-Piel de Cocodrilo	3.18
13-Huecos	1.25
19-Desprendimiento de Agregados	89.23
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	6.34
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3: Incidencia de las patologías en la muestra 3



Fuente: Elaboración propia.

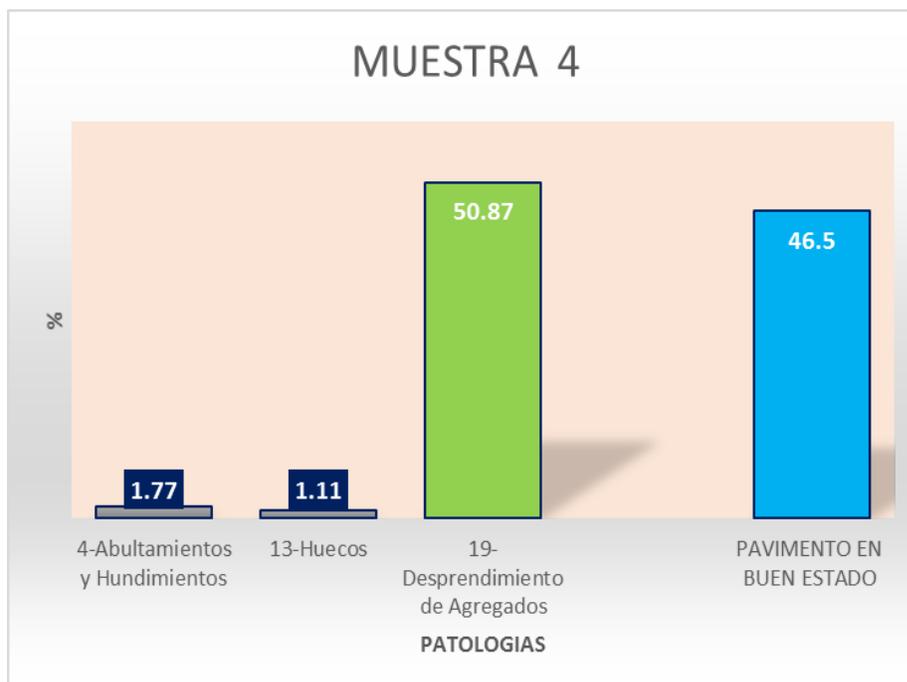


Tabla N°9: Patologías encontradas en la unidad de muestra U4.

MUESTRA U4	
PATOLOGIAS	TOTAL
4-Abultamientos y Hundimientos	1.77
13-Huecos	1.11
19-Desprendimiento de Agregados	50.87
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	46.25
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4: Incidencia de las patologías en la muestra 4.



Fuente: Elaboración propia

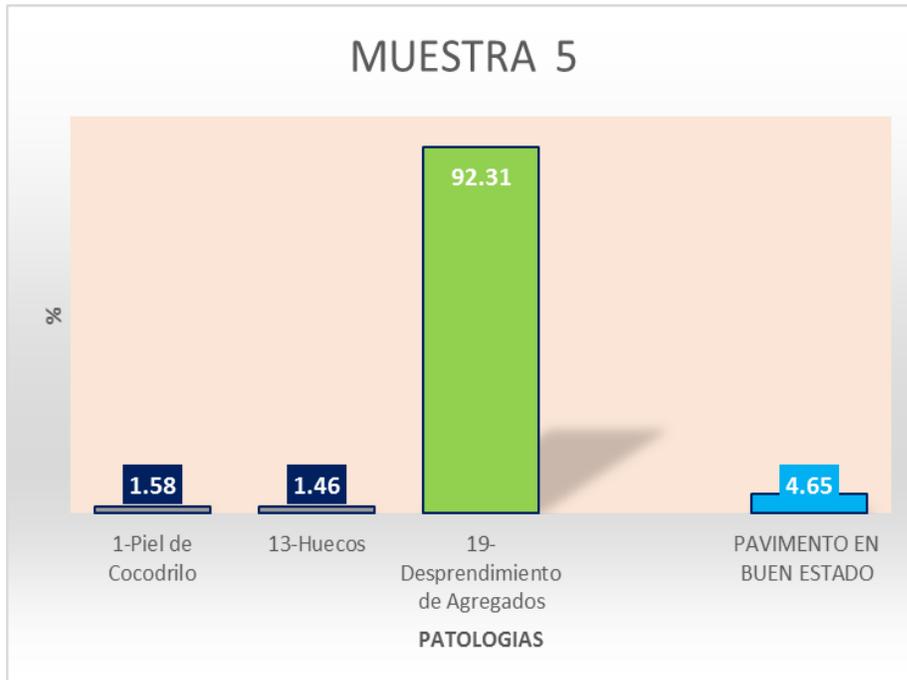


Tabla N°11: Patologías encontradas en la unidad de muestra U5.

MUESTRA U5	
PATOLOGIAS	TOTAL
1-Piel de Cocodrilo	1.58
13-Huecos	1.46
19-Desprendimiento de Agregados	92.31
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	4.65
	100

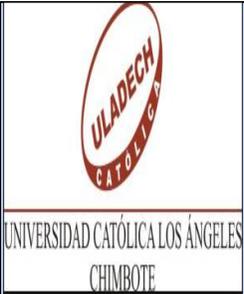
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5: Incidencia de las patologías en la muestra 5



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12: Hoja de registro de la unidad de muestra U6

<b>METODO DEL PCI</b>						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE LA VIA : Av. RAMON ROMERO		SECCION: 6		UNIDAD DE MUESTRA : U6		
EJECUTOR : PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE		FECHA : 15/11/2017		AREA : 230.1 m2		
1.- PIEL DE COCODRILO		8.- FISURA DE REFLEXION DE JUNTA		15.- AHUELLAMIENTO		
2.- EXUDACION		9.- DESNIVEL DE CARRIL-BERMA		16.- DESPLAZAMIENTO		
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		10.- FISURAS LONGITUDINALES Y TRANS		17.- GRIETA PARABOLICA		
4.- ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO		11.- PARCHES DE CORTES UTILITARIOS		18.- HINCHAMIENTO		
5.- CORRUGACION		12.- PULIMIENTO DE AGREGADOS		19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
6.- DEPRESION		13.- HUECOS				
7.- FISURAS DE BORDE		14.- CRUCE EN LA VIA FERREA				
<b>FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>DEDUCIDO</b>
1	BAJO	2.3	3	6.9	3.00	20.7
13	MEDIO	(4)0.65	0.8	2.08	0.90	30
19	MEDIO	35.4	5.85	207.09	90.00	42.1

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 42.1) = 4.8$$

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CVR
1	42.1	30	20.7		92.8	3	58.65
2	42.1	30	2		74.1	2	53.83
3	42.1	2	2		46.1	1	46.1

MAX CDV	58.65
PCI	41.35
SEVERIDAD	REGULAR

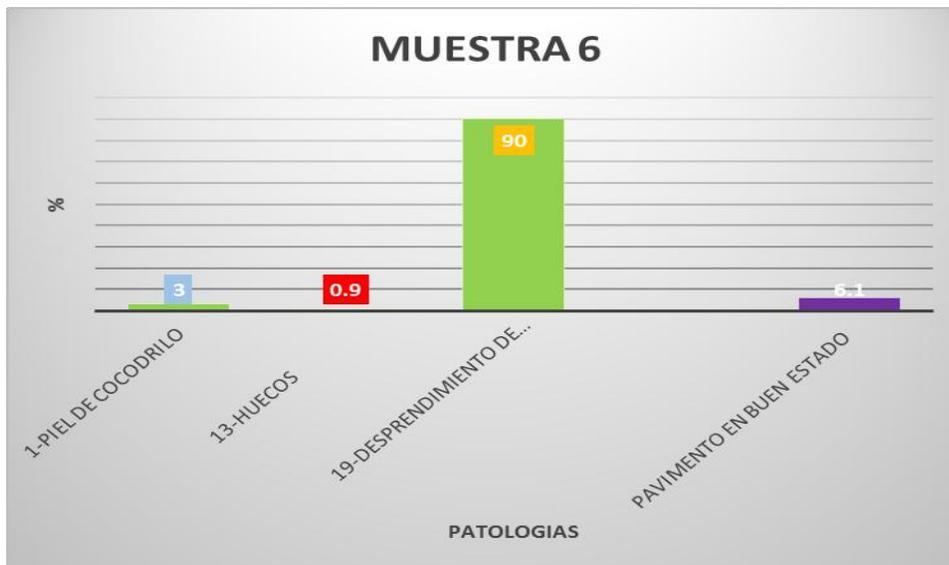
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13: Patologías encontradas en la unidad de muestra U6.

MUESTRA U 6	
PATOLOGIAS	TOTAL
1-Piel de Cocodrilo	3
13-Huecos	0.9
19-Desprendimiento de Agregados	90
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	6.1
	100

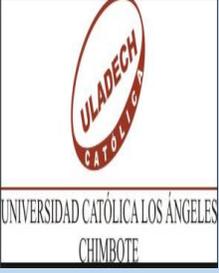
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 6: Incidencia de las patologías en la muestra 6



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°14: Hoja de registro de la unidad de muestra U7

<b>METODO DEL PCI</b>						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE LA VIA : Av.RAMON ROMERO		SECCION: 7		UNIDAD DE MUESTRA : U7		
EJECUTOR :PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE		FECHA :15/11/2017		AREA : 230.1 m2		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.-FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	15.- AHUELLAMIENTO				
2.-EXUDACION	9.-DESNIVEL DE CARRIL-BERMA	16.-DESPLAZAMIENTO				
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.-FISURAS LONGITUDINALES Y TRANS	17.- GRIETA PARABOLICA				
4.-ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	11.-PARCHES DE CORTES UTILITARIOS	18.-HINCHAMIENTO				
5.-CORRUGACION	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS	19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
6.-DEPRESION	13.- HUECOS					
7.-FISURAS DE BORDE	14.-CRUCE EN LA VIA FERREA					
<b>FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>DEDUCIDO</b>
4	MEDIO	4.8		4.8	2.09	17.99
13	SEVERO	(5)0.8	0.7	3.4	1.48	64.04
19	SEVERO	35.4	6	212.4	92.31	77.67

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 77.67) = 3.05$$

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CVR
1	77.67	64.04	17.99		159.7	1	92.85
2	77.67	64.04	2		143.71	2	92.11
3	77.67	2	2		81.67	3	81.67

MAX CDV	92.85
PCI	7.15
SEVERIDAD	FALLADO

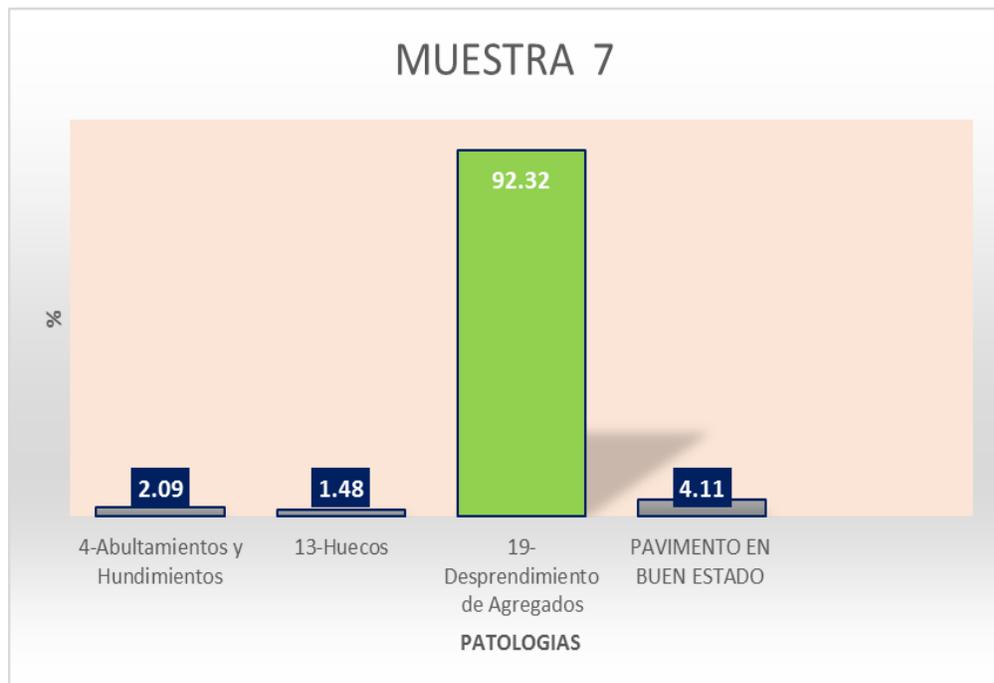
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°7: Patologías encontradas en la unidad de muestra U7.

MUESTRA U7	
PATOLOGIAS	TOTAL
4-Abultamientos y Hundimientos	2.09
13-Huecos	1.48
19-Desprendimiento de Agregados	92.32
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	4.11
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 7: Incidencia de las patologías en la muestra 7



Fuente: Elaboración propia

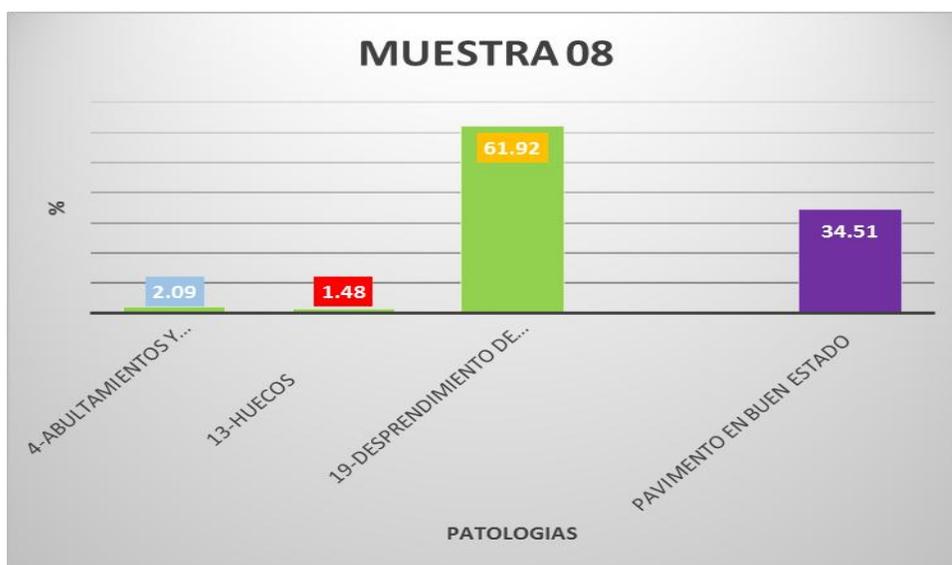


Tabla N°17: Patologías encontradas en la unidad de muestra U8.

MUESTRA U 8	
PATOLOGIAS	TOTAL
4-Abultamientos y Hundimientos	2.09
13-Huecos	1.48
19-Desprendimiento de Agregados	61.92
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	34.51
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 8: Incidencia de las patologías en la muestra 8



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°18: Hoja de registro de la unidad de muestra U9

METODO DEL PCI						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE LA VIA : Av.RAMON ROMERO		SECCION: 9		UNIDAD DE MUESTRA : U9		
EJECUTOR :PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE		FECHA :15/11/2017		AREA : 230.1 m2		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.-FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	15.- AHUELLAMIENTO				
2.-EXUDACION	9.-DESNIVEL DE CARRIL-BERMA	16.-DESPLAZAMIENTO				
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.-FISURAS LONGITUDINALES Y TRANS	17.- GRIETA PARABOLICA				
4.-ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	11.-PARCHES DE CORTES UTILITARIOS	18.-HINCHAMIENTO				
5.-CORRUGACION	12.-PULIMIENTO DE AGREGADOS	19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
6.-DEPRESION	13.- HUECOS					
7.-FISURAS DE BORDE	14.-CRUCE EN LA VIA FERREA					
<b>FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>DEDUCIDO</b>
4	MEDIO	4.5		4.5	1.96	17.4
13	BAJO	(6)0.85	0.65	3.32	1.44	23.59
15	BAJO	12	0.6	7.2	3.13	17.36
19	MEDIO	35.4	6	212.4	92.31	42.4

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 42.4) = 4.8$$

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CVR
1	42.4	23.59	17.4	17.36	100.75	4	57.4
2	42.4	23.59	17.4	2	85.39	3	54.35
3	42.4	23.59	2	2	69.99	2	51
4	42.4	2	2	2	48.4	1	48.4
MAX CDV					57.4		
PCI					42.6		
SEVERIDAD					REGULAR		

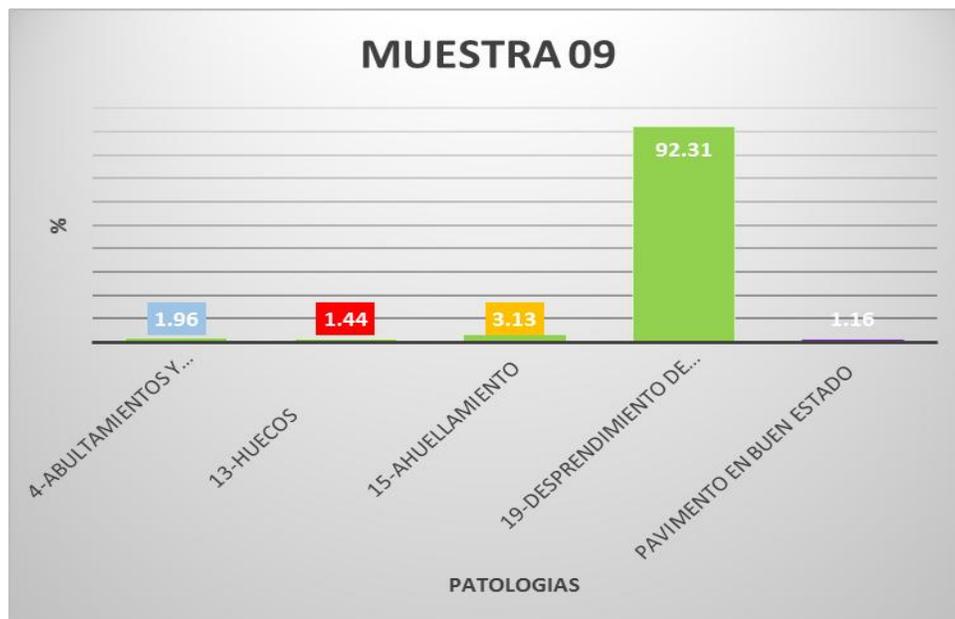
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19: Patologías encontradas en la unidad de muestra U9.

MUESTRA U 9	
PATOLOGIAS	TOTAL
4-Abultamientos y Hundimientos	1.96
13-Huecos	1.44
15-Ahuellamiento	3.13
19-Desprendimiento de Agregados	92.31
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	1.16
	100

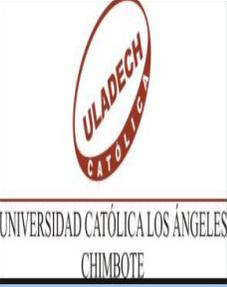
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 9: Incidencia de las patologías en la muestra 9



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: Hoja de registro de la unidad de muestra U10

<b>METODO DEL PCI</b>						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE LA VIA : Av.RAMON ROMERO		SECCION: 10		UNIDAD DE MUESTRA : U10		
EJECUTOR :PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE		FECHA :15/11/2017		AREA : 232.1 m2		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- FISURA DE REFLEXION DE JUNTA	15.- AHUELLAMIENTO				
2.- EXUDACION	9.- DESNIVEL DE CARRIL-BERMA	16.- DESPLAZAMIENTO				
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- FISURAS LONGITUDINALES Y TRANS	17.- GRIETA PARABOLICA				
4.- ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHES DE CORTES UTILITARIOS	18.- HINCHAMIENTO				
5.- CORRUGACION	12.- PULIMIENTO DE AGREGADOS	19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
6.- DEPRESION	13.- HUECOS					
7.- FISURAS DE BORDE	14.- CRUCE EN LA VIA FERREA					
<b>FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>DEDUCIDO</b>
13	MEDIO	(12)0.85	0.4	4.08	1.77	42.78
19	MEDIO	35.4	4	141.6	61.54	37.86

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CVR
1	42.7	37.86			80.56	2	58.6
2	42.7	2			44.7	1	44.7

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 42.4) = 6.2$$

MAX CDV	58.6
PCI	41.4
SEVERIDAD	REGULAR

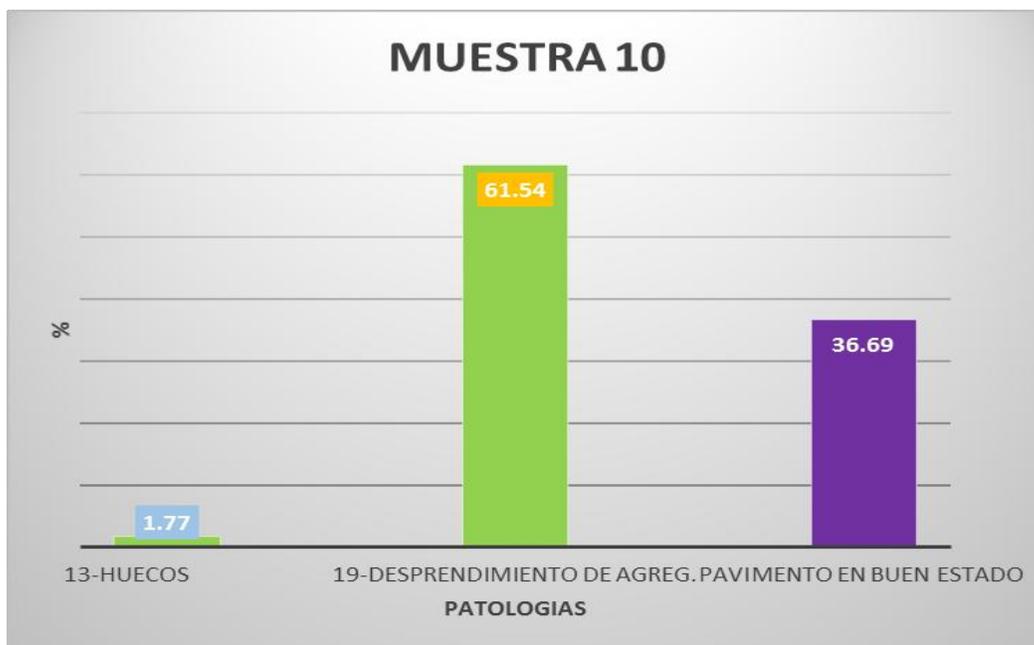
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°21: Patologías encontradas en la unidad de muestra U10.

MUESTRA U 10	
PATOLOGIAS	TOTAL
13-Huecos	1.77
19-Desprendimiento de Agregados	61.54
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	36.69
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 20: Incidencia de las patologías en la muestra 10



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22: Hoja de registro de la unidad de muestra U11

<b>METODO DEL PCI</b>						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
HOJA DE REGISTRO						
NOMBRE DE LA VIA : Av. RAMON ROMERO			SECCION: 11		UNIDAD DE MUESTRA : U11	
EJECUTOR : PAOLA CARHUAPOMA PARIAHUACHE			FECHA : 15/11/2017		AREA : 232.1 m2	
1.- PIEL DE COCODRILO		8.- FISURA DE REFLEXION DE JUNTA		15.- AHUELLAMIENTO		
2.- EXUDACION		9.- DESNIVEL DE CARRIL-BERMA		16.- DESPLAZAMIENTO		
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		10.- FISURAS LONGITUDINALES Y TRANS		17.- GRIETA PARABOLICA		
4.- ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO		11.- PARCHES DE CORTES UTILITARIOS		18.- HINCHAMIENTO		
5.- CORRUGACION		12.- PULIMIENTO DE AGREGADOS		19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
6.- DEPRESION		13.- HUECOS				
7.- FISURAS DE BORDE		14.- CRUCE EN LA VIA FERREA				
<b>FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>DEDUCIDO</b>
13	MEDIO	(4)0.85	0.5	1.7	0.74	26.66
19	MEDIO	35.4	5	177	76.92	41.99

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 41.99) = 6.2$$

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CVR
1	57.84	26.66			84.5	2	41.4
2	57.84	2			59.84	1	59.84

MAX CDV	59.84
PCI	40.16
SEVERIDAD	REGULAR

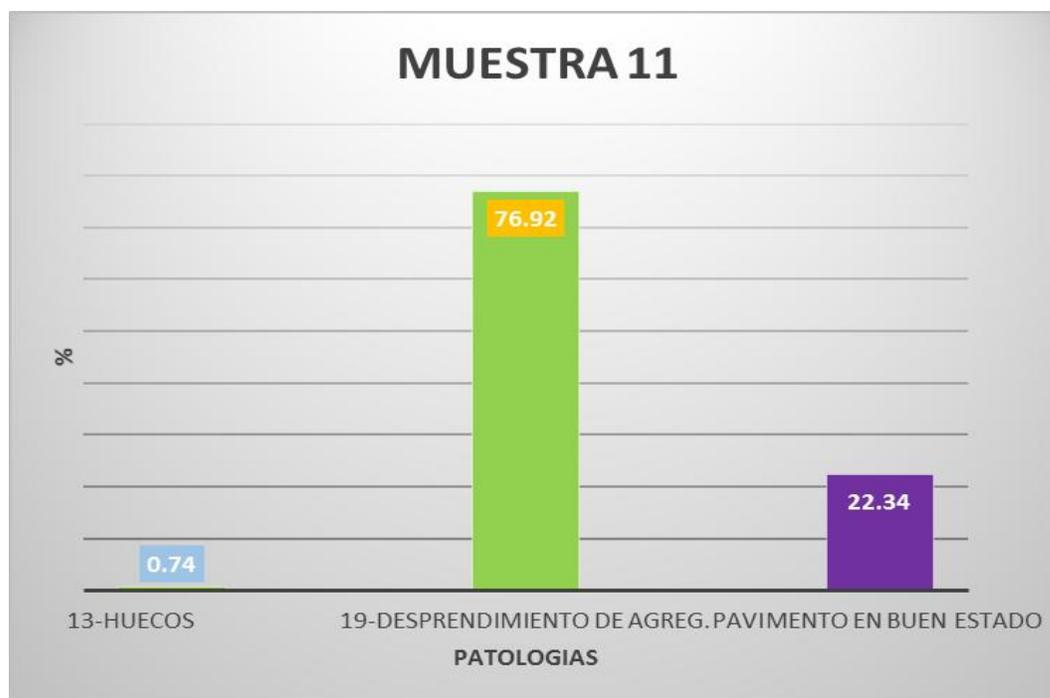
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°23: Patologías encontradas en la unidad de muestra U11.

MUESTRA U 11	
PATOLOGIAS	TOTAL
13-Huecos	0.74
19-Desprendimiento de Agregados	76.92
PAVIMENTO EN BUEN ESTADO	22.34
	100

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 31: Incidencia de las patologías en la muestra 11



Fuente: Elaboración propia

## **5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **Unidad de muestra U1**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Fallas de nivel de severidad bajo: Abultamientos y Hundimientos.
- Fallas de nivel de severidad medio: Desnivel Carril / Berma.
- Fallas de nivel de severidad alto: huecos y desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U2**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Las fallas de nivel de severidad bajo: Abultamientos y Hundimientos.
- Fallas de nivel de severidad alto: huecos y desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U3**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Fallas de nivel de severidad medio: Piel de cocodrilo, Desprendimiento de agregados. Y huecos.

### **Unidad de muestra U4**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Las fallas de nivel de severidad bajo: Abultamientos y Hundimientos.
- Fallas de nivel de severidad alto: huecos, desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U5**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Fallas de nivel de severidad medio: piel de cocodrilo.
- Fallas de nivel de severidad alto: huecos y desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U6**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Las fallas de nivel de severidad bajo: piel de cocodrilo.
- Fallas de nivel de severidad medio: huecos, desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U7**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Fallas de nivel de severidad medio: 4-Abultamientos y Hundimientos.
- Fallas de nivel de severidad alto: huecos y desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U8**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Las fallas de nivel de severidad bajo: Abultamientos y Hundimientos.
- Fallas de nivel de severidad medio: huecos
- Fallas de nivel de severidad alto: desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U9**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Las fallas de nivel de severidad bajo: ahuellamiento y huecos
- Fallas de nivel de severidad medio: abultamiento y hundimiento, desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U10**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Fallas de nivel de severidad medio: huecos, desprendimiento de agregados.

### **Unidad de muestra U11**

Se encontraron las siguientes fallas con un grado de severidad.

- Fallas de nivel de severidad medio: huecos, desprendimiento de agregados.

Tabla N° 24: Patologías encontradas en las unidades de muestra.

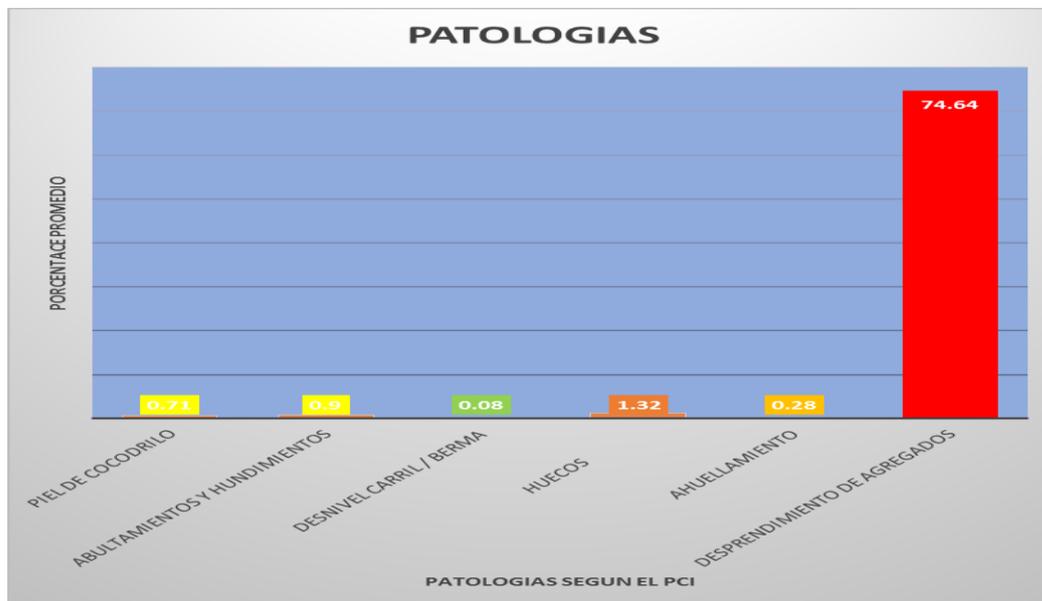
N°	PATOLOGIAS	UNIDADES DE MUESTRA											TOTAL	%PM	
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11			
1	Piel de Cocodrilo			3.18		1.58	3							7.76	0.71
4	Abultamientos y Hundimientos	0.65	1.3		1.77			2.09	2.09	1.96				9.86	0.90
9	Desnivel Carril / Berma	0.85												0.85	0.08
13	Huecos	1	1.36	1.25	1.1	1.46	0.9	1.48	1.99	1.44	1.77	0.74	14.49	1.32	
15	Ahuellamiento									3.13			3.13	0.28	
14	Desprendimiento de Agregados	57.97	56.58	89.23	50.87	92.31	90	92.32	61.02	92.31	61.54	76.92	821.07	74.64	

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje ponderado es obtenido a través del total de la densidad de cada patología entre la cantidad de muestras.

$$\frac{7.76}{11} = 0.71$$

Gráfico N° 12: Patologías encontradas en las unidades de muestra.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico N° 12, se puede observar las patologías encontradas en la Avenida.

Ramón Romero, donde:

El 74.64% es desprendimiento de agregados.

El 1.32 % es huecos.

El 0.90% es abultamiento y hundimiento.

El 0.71% es piel de cocodrilo.

El 0.28% es ahuellamiento. Y

El 0.08% es desnivel de carril o berma.

Tabla N°25: Calificaciones de las patologías según su condición

CLASIFICACION DEL PAVIMENTO	Nº DE VECES	%
REGULAR	4	36.36
MALO	1	9.09
MUY MALO	4	36.36
FALLADO	2	18.18
TOTAL	11	100.00

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 13: Calificación de la condición del pavimento de la Avenida Ramón Romero.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la gráfica 13, se observa las según el PCI el estado en el que se encuentra el pavimento es el siguiente: el 22.77% es regular ,18.18% malo, 36.36% muy malo y el 18.18% se encuentra fallado.

Tabla N° 26: Patologías encontradas en las unidades de muestra.

CÁLCULO PROMEDIO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)				
Avenida Ramón Romero.				
UNIDAD DE MUESTRA	PCI ENCONTRADO	CLASIFICACIÓN	PCI PROMEDIO	CLASIFICACIÓN
M1	16.12	Muy malo	24.72	MUY MALO
M2	11.3	Muy malo		
M3	25.86	Malo		
M4	18.88	Muy malo		
M5	4.84	Fallado		
M6	41.35	Regular		
M7	7.15	Fallado		
M8	22.34	Muy malo		
M9	42.6	Regular		
M10	41.4	Regular		
M11	40.16	Regular		
TOTAL	272			

Fuente: Elaboración propia

## **VI. CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye:

1. Las patologías encontradas en esta tesis de investigación son: el 74.64% es desprendimiento de agregados, el 1.32 % es huecos, el 0.90% es abultamiento y hundimiento, el 0.71% es piel de cocodrilo, el 0.28% es ahuellamiento y el 0.08% es desnivel de carril o berma.
2. La patología predominante es: de desprendimiento de agregados con 74.64%.
3. El grado de severidad que presenta el área estudiada es alto, con una PCI promedio es igual a 24.72. Ubicando al pavimento en un estado MUY MALO.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda llevar a cabo una inspección periódica de la vía en estudio, cada 3 años, para el diagnóstico oportuno de fallas y para la búsqueda de soluciones oportunas.
- Se recomienda determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia. Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.
- Para evitar el desprendimiento de agregados se debe evitar en un pavimento el exceso de carga, se requiere de un buen diseño y del el uso de los materiales adecuados, para su tratamiento se recomienda, tratamiento superficial, reciclaje o reconstrucción.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

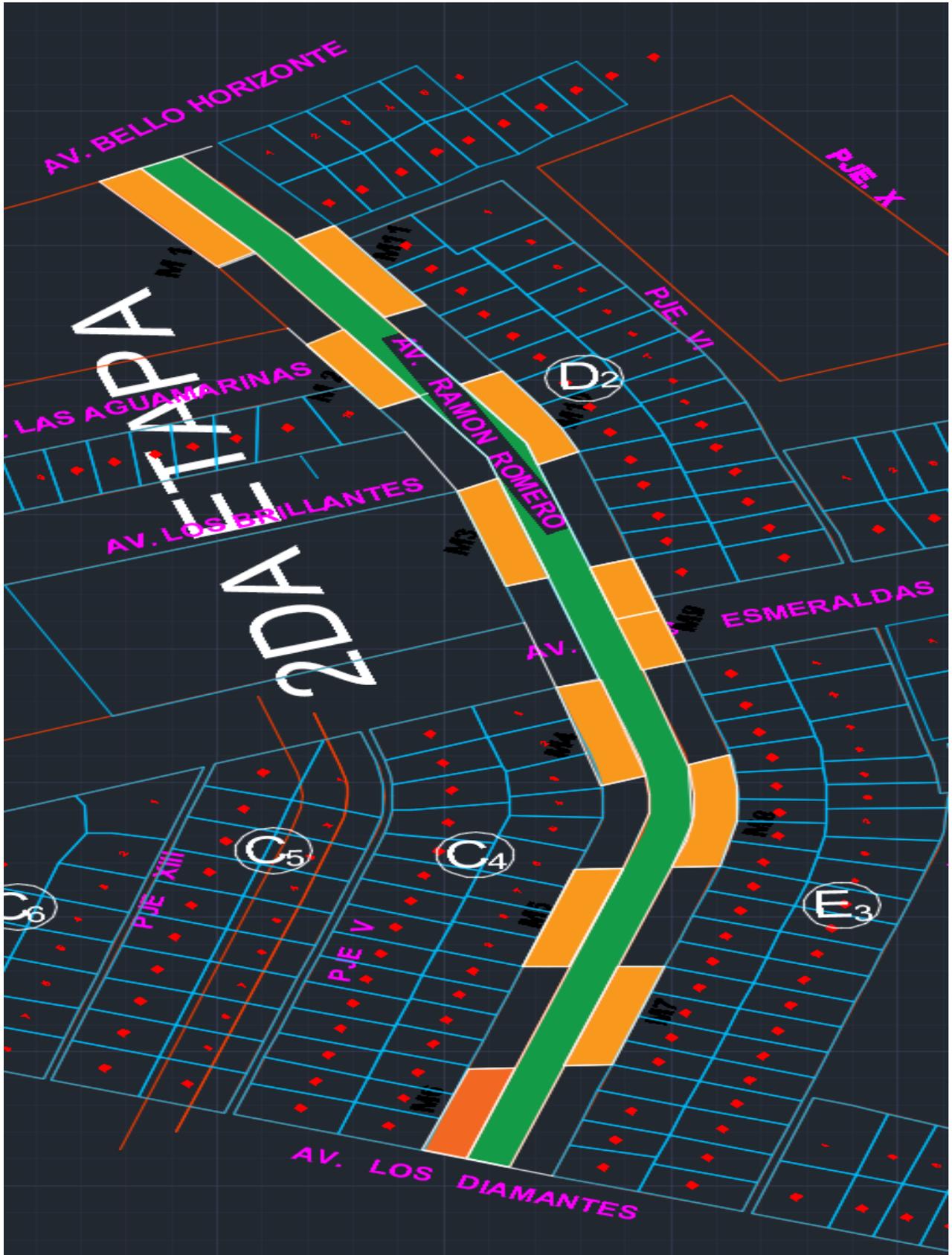
1. Rebolledo, V. Tesis de deterioro en pavimentos flexibles y rígidos. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil]. Chile; 2010.
2. Rodríguez, E. Rodríguez, A. Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles mediante el método de reciclaje. san salvador. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil]. SAN SALVADOR; 2008.
3. Medina, A. De la cruz, M .Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de lince aplicando el método del PCI. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil].Lima; 2015.
4. Gómez, S. “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil].Trujillo; 2014.
5. Leguía, A. “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, COLÓN Y MIGUEL GRAU” (HUACHO-HUAURA-LIMA) [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil].Lima; 2016.

6. Rodríguez, E. "Cálculo del Índice de Condición de Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla - Piura". [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil] .Piura; 2009.
7. Yesquen, A. "gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil] .Piura; 2016.
8. ROSAS.A. "Determinación de las condiciones del pavimento flexible de la Av. JOSÉ AGUILAR SAN SEBASTIAN; TRAMO AVENIDA D URB: IGNACIO MERINO.III ETAPA \_URB.LOS JARDINES AVIFAP II ETAPA DISTRITO DE PIURA. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil] .Piura; 2016.
9. PROVÍAS. Estudios básicos de diseño de pavimentos .Perú; 2012.
10. Mora, S. Pavimentos de concreto hidráulico. Lima 2008
11. Montejo,A.Pavimentos,constitución y conceptos generales .Bogotá 2002
12. Montejo, A. ingeniería de pavimentos para carreteras .Universidad Católica de Colombia. Santa Fe de Bogotá ;2000
13. Vargas, Determinación y evaluación de las patologías del concreto en veredas de la urbanización José Lishner Tudela primera etapa – distrito de tumbes, provincia de tumbes, departamento de tumbes. [Tesis para la obtención del título de ingeniero civil]. Ancash, Perú; 2012.

# AneXos



**PLANO: UBICACIÓN DEL PAVIMENTO EN ESTUDIO**



Fuente: google maps

## UBICACIÓN DEL PAVIMENTO EN ESTUDIO

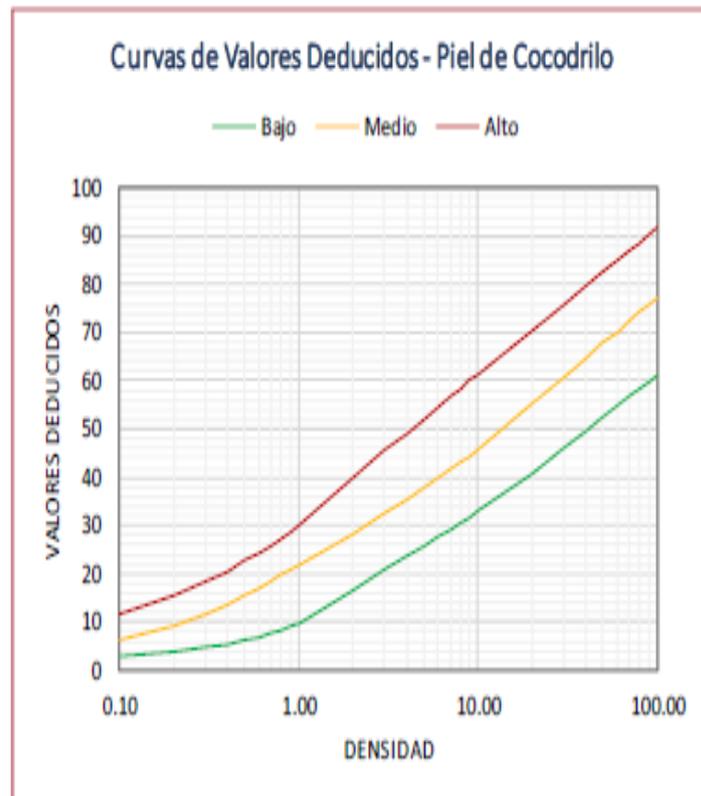


Fuente: google maps.

Anexo 1: curva de valor deducido para piel de cocodrilo.

### 1. PIEL DE COCODRILO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

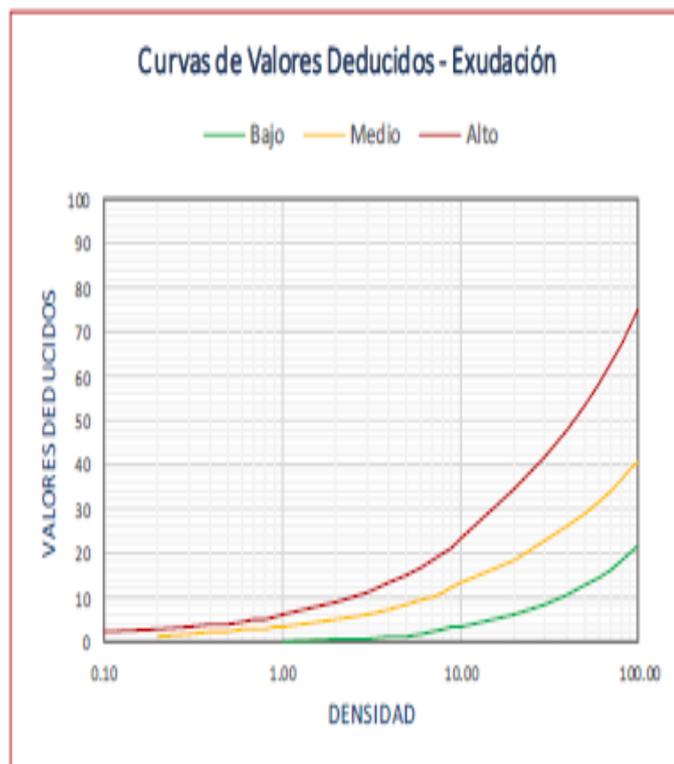


Fuente: manual del PCI.

Anexo 2: curva de valor deducido 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

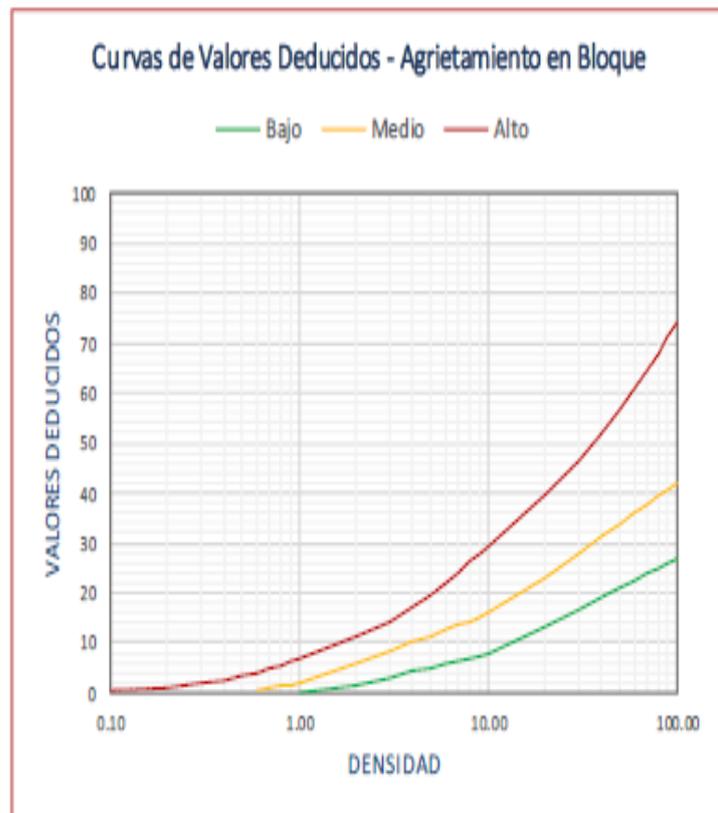


Fuente: manual del PCI.

Anexo 3: curva de valor deducido 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

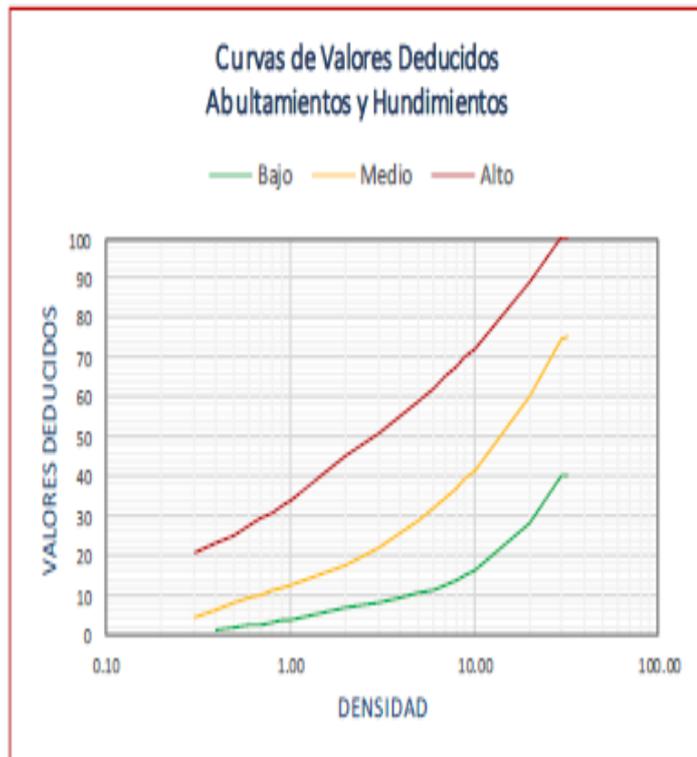


Fuente: manual del PCI.

Anexo 4: curva de valor deducido para abultamientos y hundimientos.

#### 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			

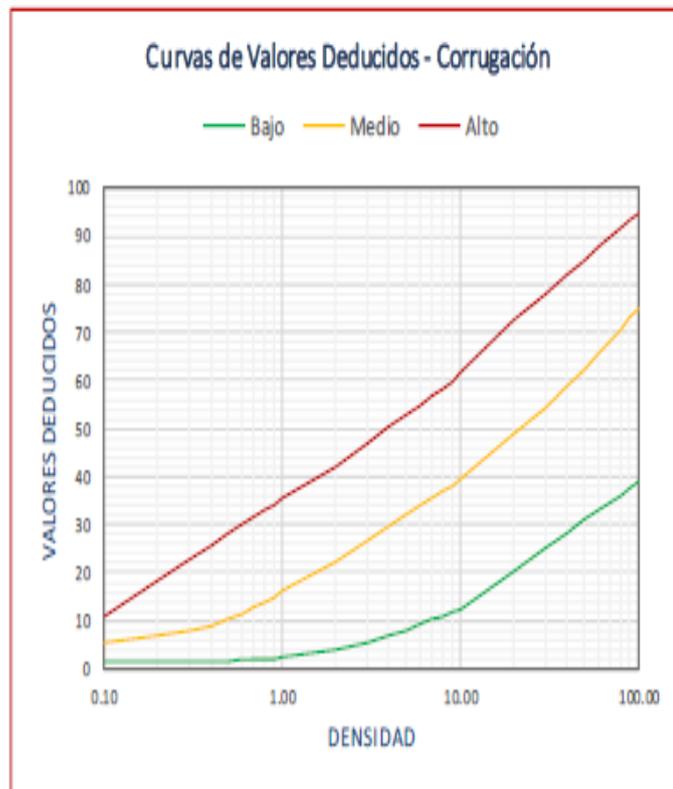


Fuente: manual del PCI.

Anexo 5: curva de valor deducido 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

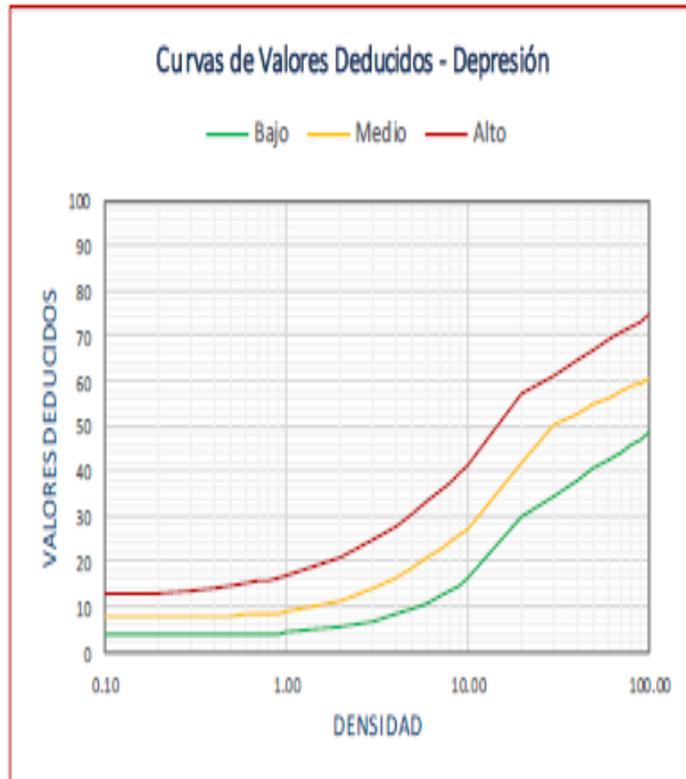


Fuente: manual del PCI.

Anexo 6: curva de valor deducido 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

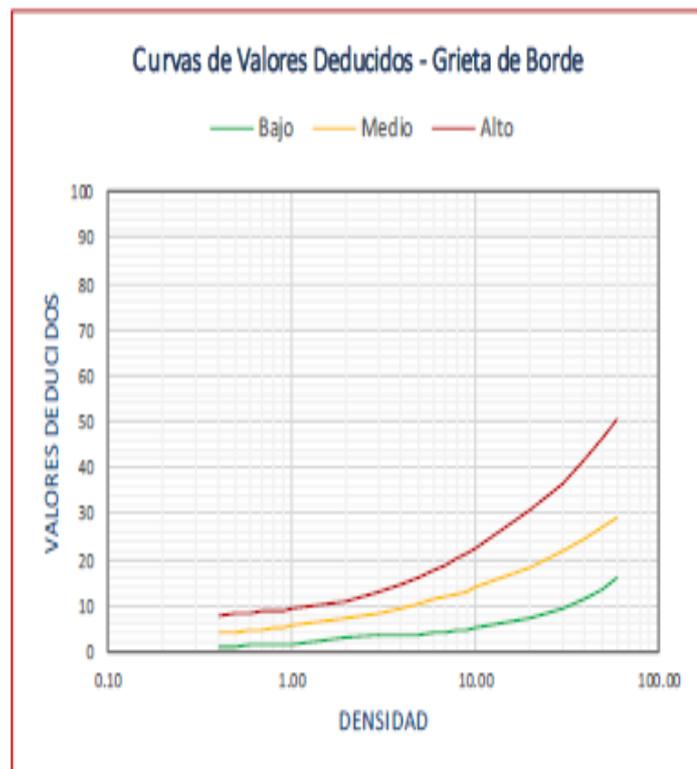


Fuente: manual del PCI.

Anexo 7: curva de valor deducido para grieta de borde.

**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			

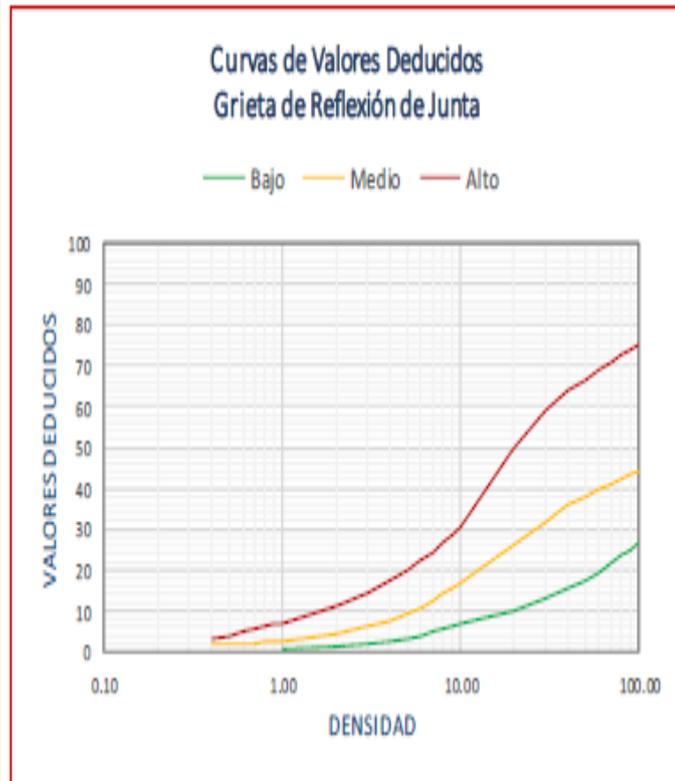


Fuente: manual del PCI.

Anexo 8: curva de valor deducido 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

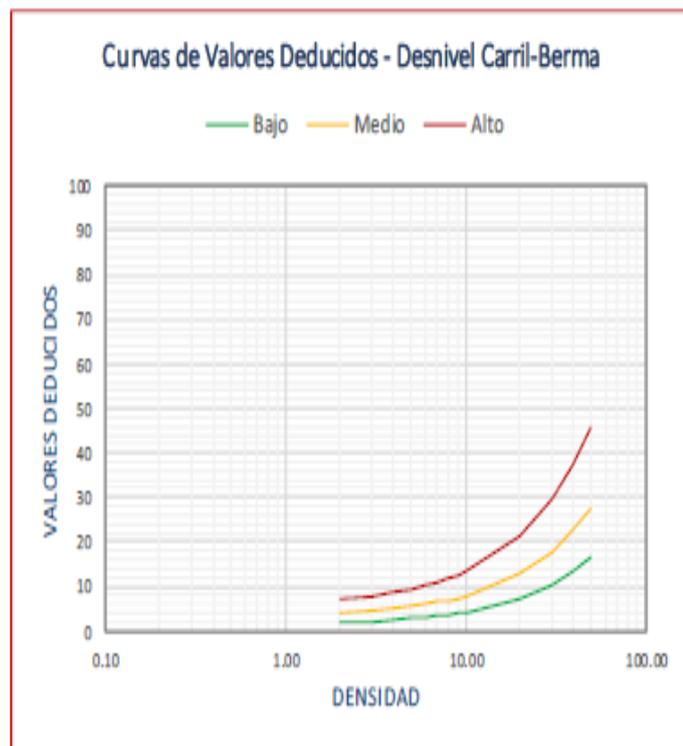


Fuente: manual del PCI.

Anexo 9: curva de valor deducido para desnivel de 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			

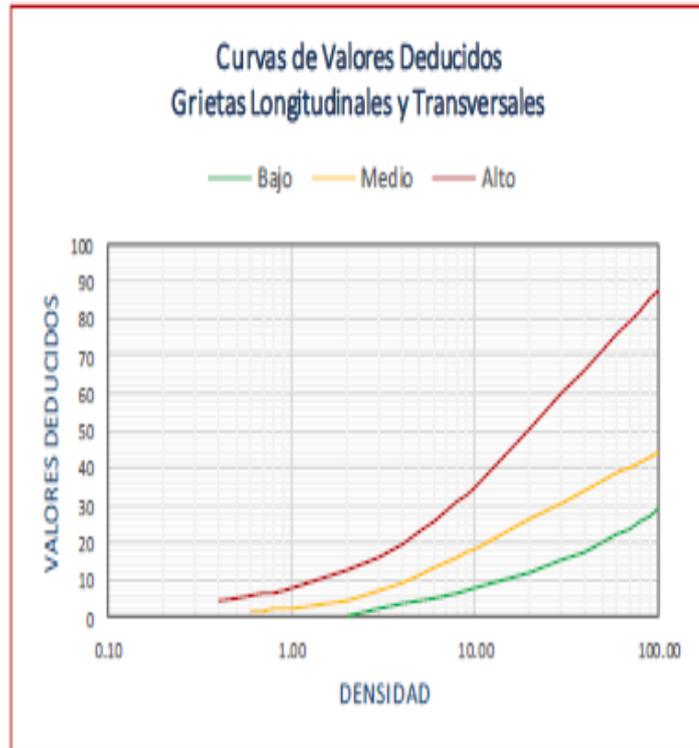


Fuente: manual del PCI.

Anexo 10: curva de valor deducido para grietas longitudinales y transversales.

**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

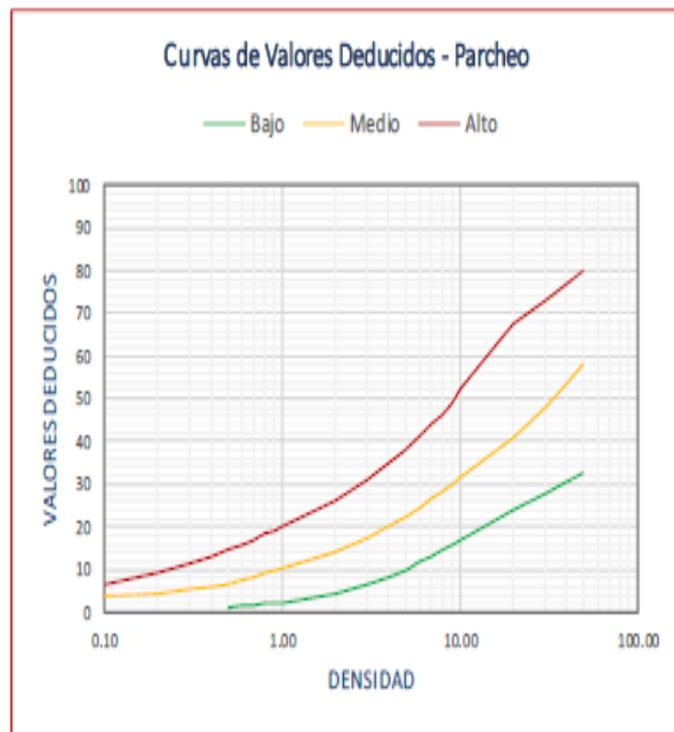


Fuente: manual del PCI.

Anexo 11: curva de valor deducido 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			

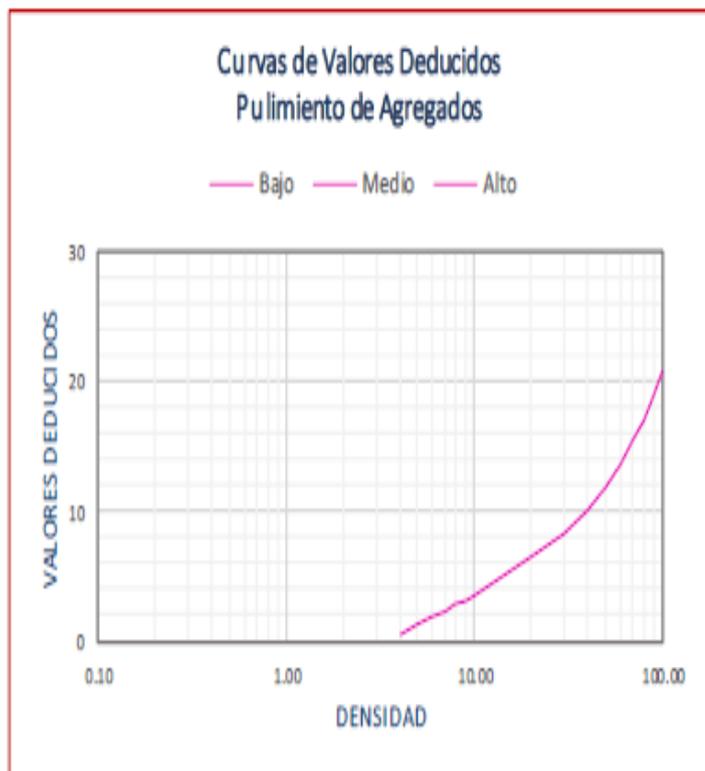


Fuente: manual del PCI.

Anexo 12: curva de valor deducido para pulimiento de agregados.

**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	

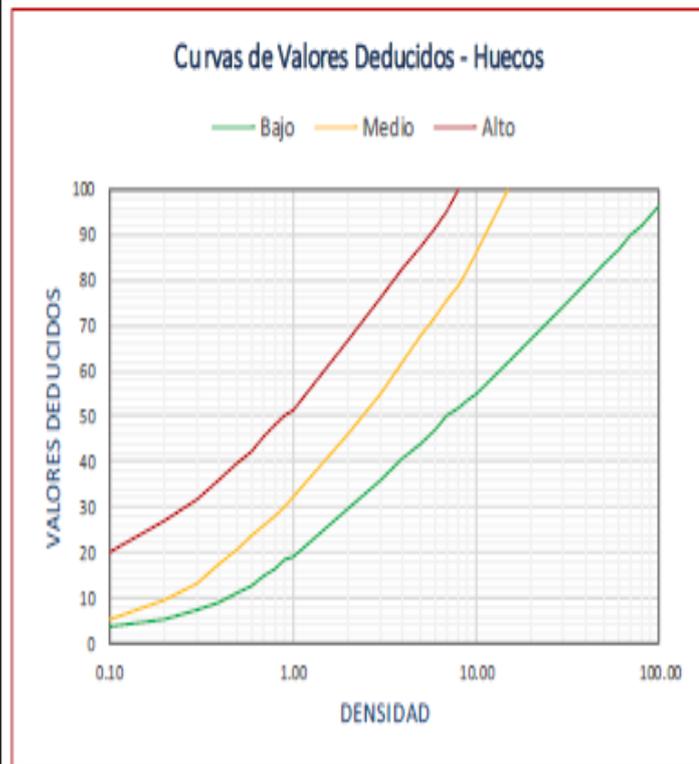


Fuente: manual del PCI.

Anexo 13: curva de valor deducido para huecos.

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		

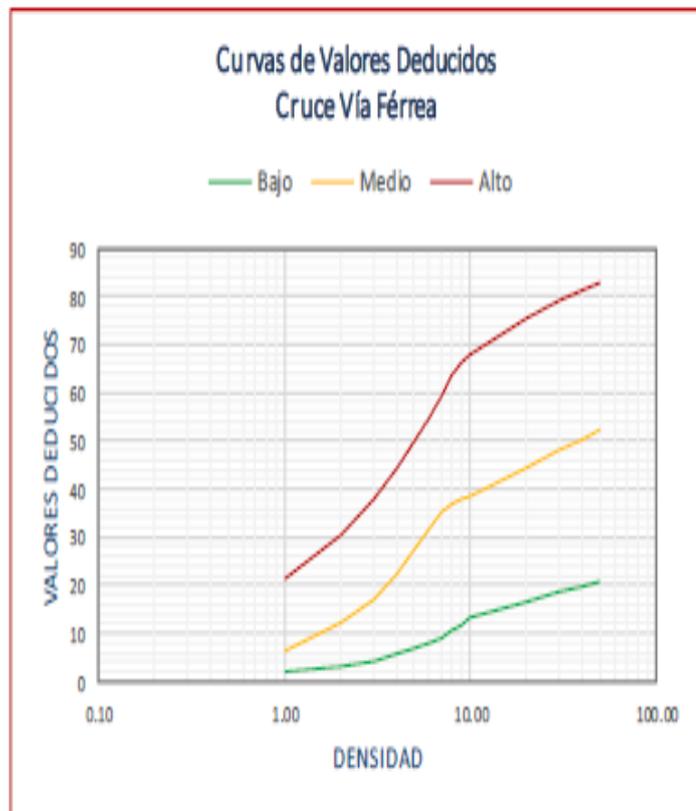


Fuente: manual del PCI.

Anexo 14: curva de valor deducido 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			

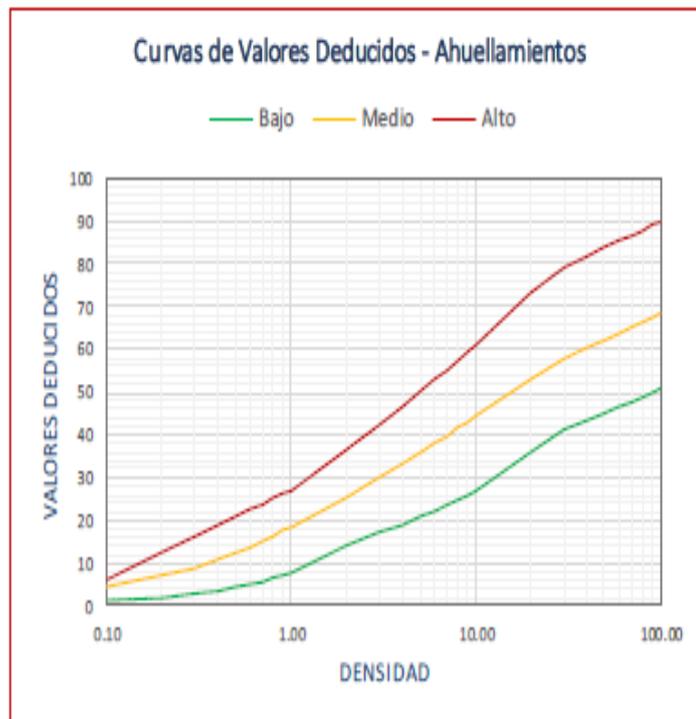


Fuente: manual del PCI.

Anexo 15: curva de valor deducido 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

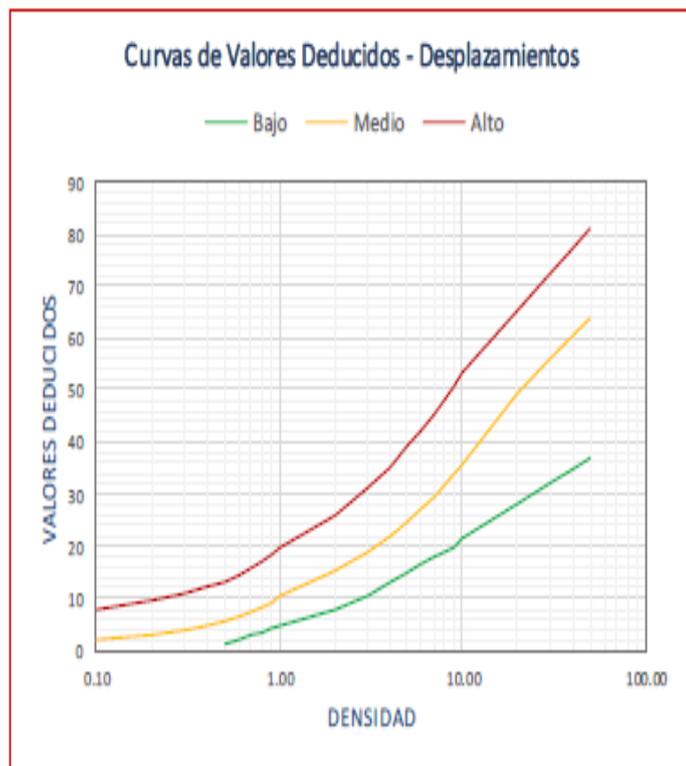


Fuente: manual del PCI.

Anexo 16: curva de valor deducido 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			

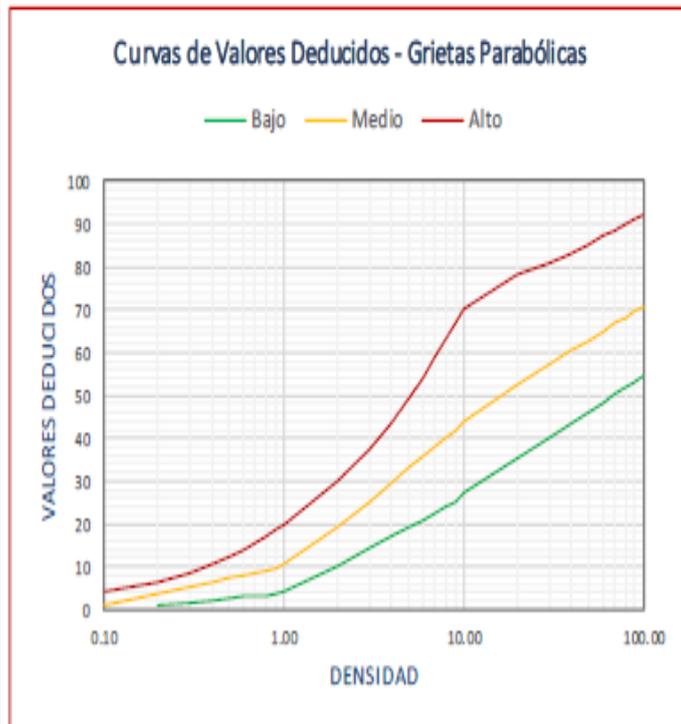


Fuente: manual del PCI.

Anexo 17: curva de valor deducido para grietas parabólicas.

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

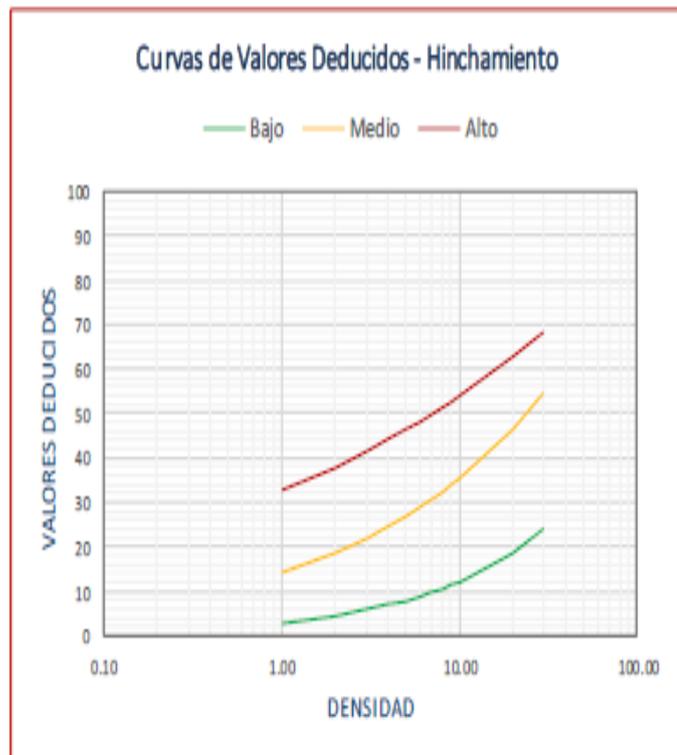


Fuente: manual del PCI.

Anexo 18: curva de valor deducido 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			

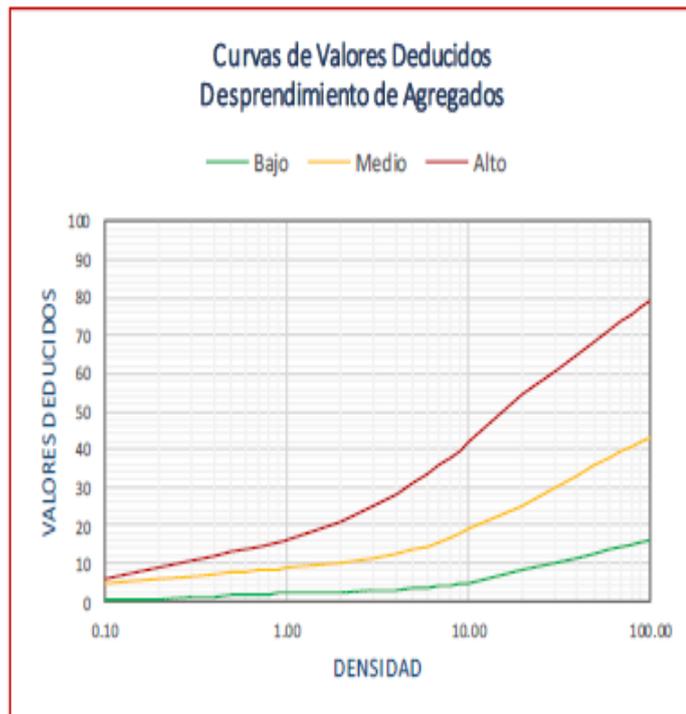


Fuente: manual del PCI.

Anexo 19: curva de valor deducido para desprendimiento de agregados.

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

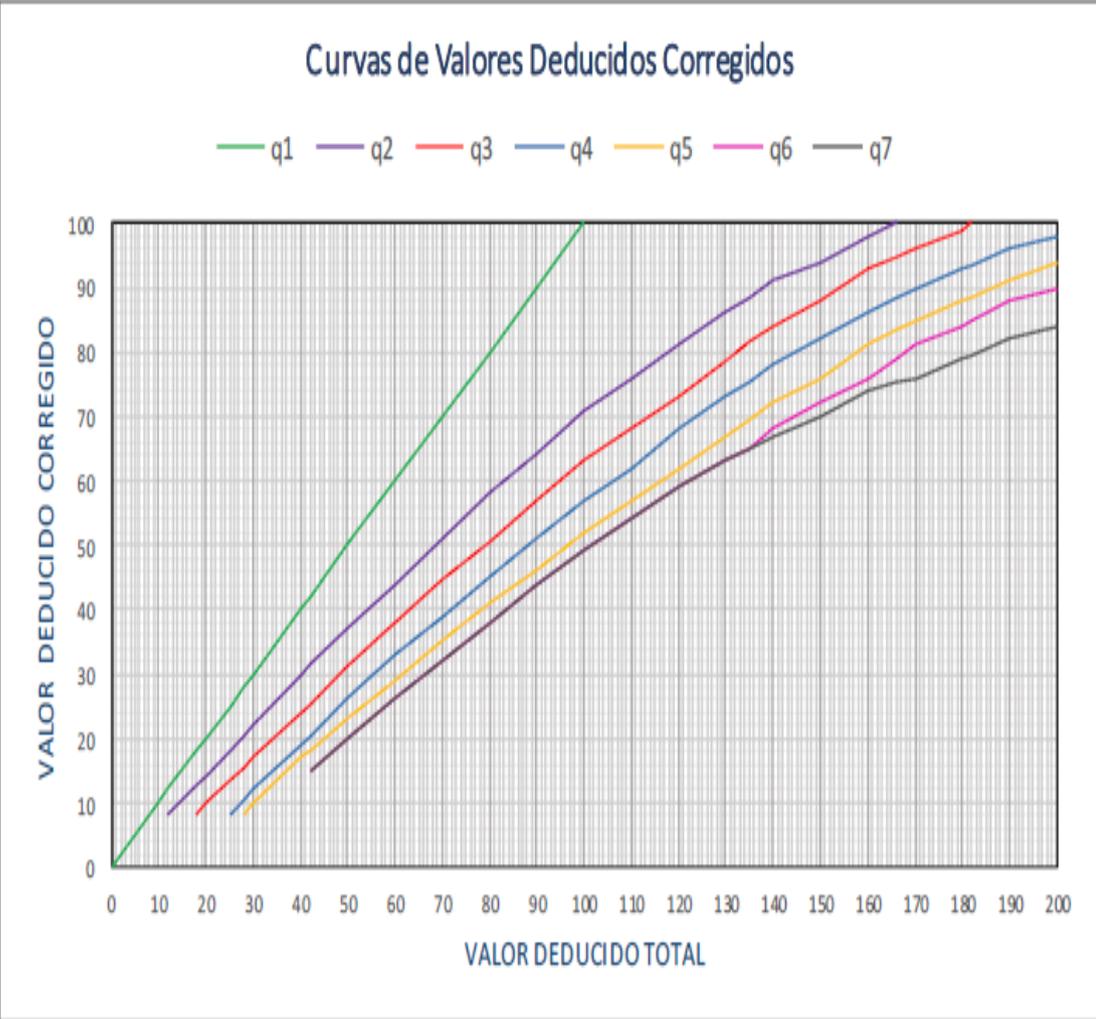


Fuente: manual del PCI.

Anexo 20: curva de valores deducidos corregidos

**VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

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



Fuente: Manual del PCI

Anexo 1. Presencia de desprendimiento de agregados del pavimento.



Fuente: elaboración propia - fotografía de la Avenida. Ramón Romero

Anexo 2. Presencia de huecos.



Fuente: elaboración propia - fotografía de la Avenida. Ramón Romero.