

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



### **TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**“Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la urbanización el Bosque-Trujillo, aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI).”**

---

#### **Área de Investigación:**

Transportes

#### **Autor:**

Br. Díaz Tirado, Miguel Angel

#### **Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

**Secretario:** Durand Orellana, Rocío Del Pilar

**Vocal:** Luján Silva, Enrique Francisco

#### **Asesor:**

Vargas López, Segundo Alfredo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-7631-5226>

**TRUJILLO – PERÚ  
2021**

**Fecha de sustentación: 2021/12/23**



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



### **TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**“Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la urbanización el Bosque-Trujillo, aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI).”**

---

#### **Área de Investigación:**

Transportes

#### **Autor:**

Br. Díaz Tirado, Miguel Angel

#### **Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

**Secretario:** Durand Orellana, Rocío Del Pilar

**Vocal:** Luján Silva, Enrique Francisco

#### **Asesor:**

Vargas López, Segundo Alfredo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-7631-5226>

**TRUJILLO – PERÚ  
2021**

**Fecha de sustentación: 2021/12/23**

## **DEDICATORIA**

Mi eterno agradecimiento a Dios, Quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante.

Con inmenso amor a mis padres JUAN y CATALINA quienes con su amor, apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre en todo momento, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, y coraje para conseguir mis objetivos.

Con cariño a mis queridos hermanos Doris, José, y Marco por su cariño y apoyo que siempre me brindaron a lo largo de mi vida.

Con mucho amor a mi esposa Jenny, mis hijos Miguel Sebastián y Mikela por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más; con su amor iluminan cada día de mi vida.

**MIGUEL ANGEL DIAZ TIRADO**

## RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación fué utilizar el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para evaluar la superficie de la calzada en la Avenida Víctor Andrés Belaunde en la urbanización El Bosque-Trujillo. Utilizamos este método para enfocarnos en los daños que tiene el pavimento y cuantificar su estado de conservación, es un método completo y preciso el cual requirió de una inspección visual. En este trabajo de investigación, se realizó un recorrido a lo largo de la avenida y se inspeccionó visualmente, se registraron las fallas existentes en la vía, de esta manera se logró determinar el estado actual de la calzada, utilizando el manual del PCI y los parámetros establecidos como son: PCI = 0 se evalúa como un pavimento malo y cuando PCI = 100 es un pavimento excelente.

Al ejecutar este método en la Avenida Víctor Andrés Belaunde, considerando que consta de dos carriles con un solo sentido, el ancho de la vía es de 6,00 metros; la longitud total es de 930 metros lineales, siguiendo las indicaciones del método se dividió el área en unidades de muestra de 229,8 m<sup>2</sup>. y se evaluaron 12 unidades. En la evaluación de campo, se inspeccionó visualmente los diferentes tipos de fallas como abultamientos, hundimientos, huecos, parches, grietas longitudinales y desprendimiento de agregado, en el cual se registró su área de manera longitudinal y transversal con el uso de un flexómetro manual, una regla de aluminio. Finalmente, se determinó que el índice de condición de pavimento obtuvo un promedio de 52.02, por lo que se encuentra en un estado Regular.

## ABSTRACT

The purpose of this research work was to use the Pavement Condition Index (PCI) method to evaluate the road surface on Avenida Víctor Andrés Belaunde in the El Bosque-Trujillo urbanization. We use this method to focus on the damage to the pavement and quantify its state of conservation, it is a complete and accurate method which required a visual inspection. In this research work, a tour was carried out along the avenue and it was visually inspected, the existing faults in the road were recorded, in this way it was possible to determine the current state of the road, using the PCI manual and the Established parameters such as: PCI = 0 is evaluated as a bad pavement and when PCI = 100 is an excellent pavement.

When executing this method on Avenida Víctor Andrés Belaunde, considering that it consists of two lanes with only one direction, the width of the road is 6.00 meters; the total length is 930 linear meters, following the indications of the method, the area was divided into sample units of 229.8 m<sup>2</sup> and 12 units were evaluated. In the field evaluation, the different types of failures were visually inspected such as bulges, subsidence, gaps, patches, longitudinal cracks and aggregate detachment, in which their area was recorded longitudinally and transversely with the use of a manual tape measure. an aluminum ruler. Finally, it was determined that the pavement condition index obtained an average of 52.02, which is why it is in a Regular state.

## PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado: De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa de Apoyo al Desarrollo de Tesis de la Facultad de Ingeniería, pongo a vuestra disposición la presente Tesis titulada: “Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la urbanización el Bosque-Trujillo, aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI)”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presente trabajo ha sido desarrollado de acuerdo al manual Pavement Condition Index (PCI) orientado a la descripción de las diferentes herramientas para la evaluación

funcional y estructural de pavimentos flexibles, así como también de consulta de fuentes bibliográficas y con la asesoría del Ingeniero Segundo Alfredo Vargas López.

El Autor.

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Dedicatoria .....	iv
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
Presentación.....	vii



## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	01
1.1 Problema de Investigación .....	01
a. Enunciado del Problema.....	02
1.2 Objetivos .....	02
1.2.1 Objetivo general .....	02
1.2.2 Objetivos Especificos .....	02
1.3. Justificación.....	03
II. MARCO DE REFERENCIA.....	04
2.1. Antecedentes .....	04
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	04
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	09
2.1.3 Antecedentes Locales .....	14
2.2 Marco teórico .....	20
2.2.1 Pavimento.....	20
2.2.1.1 Clasificación de los Pavimentos .....	20
A. Pavimento Rígido.....	20
B. Pavimento Semirrígido.....	21
C. Pavimento Flexible.....	21
2.2.1.2 Elementos estructurales que integran un pavimento .....	23
2.2.1.3 Evaluación de los pavimentos .....	24
2.2.2 Importancia de la evaluación de los pavimentos.....	24
2.2.3 Fallas en el pavimento.....	25
2.2.4 Tipos de evaluación de pavimentos .....	26
2.3 Marco Conceptual .....	30
2.4 Hipótesis.....	33
Variables .Operacionalización de variables .....	33
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	34
3.1 Tipo y nivel de Investigación .....	34
3.2 Población y muestra de estudio.....	34
3.3 Diseño de investigación.....	37

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación .....	37
3.4.1 Identificar el tramo de estudio.....	38
3.4.2 Muestreo y Unidades de muestra .....	38
3.4.3 Determinar las Unidades de Muestreo .....	40
3.4.4 Inspección de campo .....	42
3.4.5 Cálculo del PCI .....	46
3.5 Procesamiento y análisis de datos .....	49
3.5.1 Unidad de Muestra 01 .....	49
3.5.2 Unidad de Muestra 02 .....	51
3.5.3 Unidad de Muestra 03 .....	53
3.5.4 Unidad de Muestra 04 .....	55
3.5.5 Unidad de Muestra 05 .....	57
3.5.6 Unidad de Muestra 06 .....	59
3.5.7 Unidad de Muestra 07 .....	61
3.5.8 Unidad de Muestra 08 .....	63
3.5.9 Unidad de Muestra 09 .....	65
3.5.10 Unidad de Muestra 10 .....	67
3.5.11 Unidad de Muestra 11 .....	69
3.5.12 Unidad de Muestra 12 .....	71
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	73
4.1 Análisis e interpretación de resultados .....	73
4.2 Docimasia de hipótesis.....	76
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	77
VI. CONCLUSIONES .....	78
VII. RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS .....	82
ANEXOS.....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Se muestra las condiciones de escala del pavimento.....	27
Tabla N° 02: Intervención en base al rango de PCI .....	28
Tabla N° 03: Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas.....	29
Tabla N° 04: Operacionalización de la variable.....	34
Tabla N° 05: Longitudes de unidades de muestreo asfálticos.....	38
Tabla N° 06: Evaluación de la unidad de muestra 01 .....	49
Tabla N° 07: Evaluación de la unidad de muestra 02 .....	51
Tabla N° 08: Evaluación de la unidad de muestra 03 .....	53
Tabla N° 09: Evaluación de la unidad de muestra 04 .....	55
Tabla N° 10: Evaluación de la unidad de muestra 05 .....	57
Tabla N° 11: Evaluación de la unidad de muestra 06 .....	59
Tabla N° 12: Evaluación de la unidad de muestra 07 .....	61
Tabla N° 13: Evaluación de la unidad de muestra 08 .....	63
Tabla N° 14: Evaluación de la unidad de muestra 09 .....	65
Tabla N° 15: Evaluación de la unidad de muestra 10 .....	67
Tabla N° 16: Evaluación de la unidad de muestra 11 .....	69
Tabla N° 17: Evaluación de la unidad de muestra 12 .....	71
Tabla N° 18: Cuadro resumen de las unidades de muestra .....	73
Tabla N° 19: Porcentaje de calificación .....	74
Tabla N° 20: Cuadro resumen de fallas.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N° 01: Estructura Típica de un Pavimento.....	20
Fig. N° 02: Estructura típica de Pavimento Rígido .....	21
Fig. N° 03: Estructura de un Pavimento semirrígido .....	21
Fig. N° 04: Sección del Pavimento Flexible .....	22
Fig. N° 05: Esquema del Comportamiento de Pavimentos Flexibles y Rígidos.....	22
Fig. N° 06: Estructura del pavimento flexible.....	24
Fig. N° 07: Ubicación de la av. Víctor Andrés Belaunde Urb. El Bosque.....	36
Fig. N° 08: Vista de la av. Víctor Andrés Belaunde Urb. El Bosque.....	37
Fig. N° 09: Progresivas y unidades de muestra de la avenida Víctor Andrés Belaunde....	41
Fig. N° 10: Progresivas y unidades de muestra de la avenida Víctor Andrés Belaunde....	42
Fig. N° 11: Flexómetro manual de 5 metros de longitud .....	43
Fig. N° 12: Toma de medidas con el flexómetro manual.....	43
Fig. N° 13: Desprendimiento de agregados .....	44
Fig. N° 14: Parcheo .....	44
Fig. N° 15: Huecos .....	45
Fig. N° 16: Grietas Longitudinales.....	45

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Curva de valores deducidos corregidos .....	48
Gráfico N° 02: Densidad y severidad de fallas en UM 01 .....	50
Gráfico N° 03: Densidad y severidad de fallas en UM 02 .....	52
Gráfico N° 04: Densidad y severidad de fallas en UM 03 .....	54
Gráfico N° 05: Densidad y severidad de fallas en UM 04 .....	56
Gráfico N° 06: Densidad y severidad de fallas en UM 05 .....	58
Gráfico N° 07: Densidad y severidad de fallas en UM 06 .....	60
Gráfico N° 08: Densidad y severidad de fallas en UM 07 .....	62
Gráfico N° 09: Densidad y severidad de fallas en UM 08 .....	64
Gráfico N° 10: Densidad y severidad de fallas en UM 09 .....	66
Gráfico N° 11: Densidad y severidad de fallas en UM 10 .....	68
Gráfico N° 12: Densidad y severidad de fallas en UM 11 .....	70
Gráfico N° 13: Densidad y severidad de fallas en UM 12 .....	72
Gráfico N° 14: PCI en Unidades de Muestra .....	74
Gráfico N° 15: Calificación de las unidades de muestra.....	75

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Problema de Investigación**

Existen múltiples factores que causan el deterioro del pavimento, entre los cuales esta un mal diseño del paquete estructural, también puede ser producto de la mala calidad de los materiales, malas prácticas constructivas, un deficiente sistema de drenaje, entre otros.

El principal factor consiste en que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado de la vía, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave. Lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparaciones menores, y no de reconstrucción.

Los pavimentos flexibles de las principales vías de la ciudad de Trujillo, durante mucho tiempo han sufrido por falta de mantenimiento y como consecuencia de ello presentan variedad de fallas superficiales ya sea por haber llegado al término de su vida útil o por efectos climatológicos como el fenómeno El Niño Costero y las recientes lluvias que llegan a fin de año, esto causa deterioro en la carpeta asfáltica y como consecuencia malestar en los usuarios de estas vías.

Actualmente la avenida Víctor Andrés Belaunde, vía que fué objeto de estudio en esta investigación presenta muchos daños superficiales que se distinguen fácilmente al hacer un recorrido a lo largo de su calzada, ésta vía es muy transitada por vehículos particulares y de transporte público y como consecuencia de la severidad de las fallas en su pavimento perjudica la comodidad del público usuario de estas unidades.

En vista de los problemas de deterioro que presenta el pavimento en estudio, es necesario realizar algunas intervenciones de mantenimiento para mejorar la condición operacional que

actualmente tiene el pavimento, por eso se realizó una evaluación de la avenida Víctor Andrés Belaunde (entre las calles Carlos Wiesse y Guzmán Barrón), en la urbanización El Bosque en la ciudad de Trujillo con la finalidad de aplicar el método índice de condición de pavimento.

### **a. Enunciado del problema**

¿En qué medida la aplicación de la metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI) determina el estado de conservación, en la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque-Trujillo?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Evaluar el Estado de Conservación del Pavimento Flexible de la Avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque-Trujillo, Aplicando el Método Índice de Condición del Pavimento (PCI).

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Inspeccionar y analizar la superficie de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque.
- Identificar las fallas superficiales del pavimento de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque y realizar el levantamiento de información respecto a las fallas existentes en el pavimento flexible de la zona en estudio según la clasificación de la norma ASTM D6433.

- Determinar los distintos niveles de severidad del pavimento flexible de la zona de estudio de acuerdo a cada tipo de falla encontrada, según la norma ASTM D6433, que es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” a través de inspecciones visuales.
- Calcular el índice de condición de pavimento para cada sección de pavimento.
- Proponer alternativas de intervención de acuerdo a los resultados de la evaluación del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque.

### **1.3 Justificación**

El presente proyecto busca diagnosticar el estado del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque en la ciudad de Trujillo y las causas que originan sus fallas, de acuerdo a los resultados se podrá atacar el problema y encontrar posibles soluciones a la misma y así establecer un aporte en el mejoramiento, prevención, recuperación y control de dicha Vía, con esto buscamos darle un mayor tiempo de vida útil y disminuir la congestión vehicular.



## **II.MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Antecedentes**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

##### **Antecedente 1**

**Título:** “Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha”.

**Autor:**

Hurtado Arias William Marcelo

Universidad Internacional del Ecuador

**País:** Ecuador

**Año:** 2016

Hurtado, W. (2016) En la Tesis: “Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha”, el objetivo general es, “Verificar el estado superficial del pavimento de la avenida Abdón Calderón actualmente en servicio, a través de una evaluación funcional y estructural que determinen los deterioros y condición de la vía”.

**Conclusión:**

Hurtado, W. (2016) concluye “Luego de analizado el estado actual del pavimento se determina que el Índice de Condición del Pavimento es de 41, que en relación con la escala de evaluación del PCI, corresponde a un estado Malo, de allí la necesidad de realizar una intervención vial de forma inmediata para reparar los daños, a través de un tratamiento de

sobrecapas y la reconstrucción de algunos tramos altamente deteriorados, además se propone realizar algunas actividades de estabilización en sectores más vulnerables a la acción de agentes erosivos que han acelerado el proceso de deterioro de la vía”, Hurtado, W. (2016).

Esta tesis se podría tomar en cuenta como aporte por la manera adecuada de una rehabilitación de la capa de rodadura, de dicho tramo en estudio, como la reducción de costos en los mantenimientos y la utilización del manual del PCI en los daños existentes en la vía en estudio.

## **Antecedente 2**

**Título:** “Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la Vía Azogues-Cojitambo- Deleg- La Raya”

**Autor:**

Garcés Velecela Diana Patricia

Universidad de Cuenca.

**País:** Ecuador

**Año:** 2017

Garcés, D. (2017). En la Tesis: “Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la Vía Azogues- Cojitambo-Deleg- La Raya”, el objetivo general es, “Identificar las fallas existentes en el pavimento de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg - La Raya, y presentar soluciones para la rehabilitación y mantenimiento del mismo, para brindar una estructura vial cómoda y funcional”.

**Conclusión:**

Garcés, D. (2017) concluye “Luego de analizado el estado actual del pavimento se determina que el Índice de Condición del Pavimento es de 41, que en relación con la escala de evaluación del PCI, corresponde a un estado Malo, de allí la necesidad de realizar una intervención vial de forma inmediata para reparar los daños, a través de un tratamiento de sobrecapas y la reconstrucción de algunos tramos altamente deteriorados, además se propone realizar algunas actividades de estabilización en sectores más vulnerables a la acción de agentes erosivos que han acelerado el proceso de deterioro de la vía”, Garcés, D. (2017).

La información y el aporte de esta tesis son de gran utilidad porque en su estudio de evaluación de pavimento le dio como resultado un pavimento en mal estado, y ofrece un mantenimiento adecuado para la vía en estudio.

**Antecedente 3**

**Título:** “Evaluación del estado de pavimentos flexibles en la zona urbana de La Calera”.

**Autores:**

Cruz Duarte Juan Pablo

Restrepo García Giovanni

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**País:** Colombia

**Año:** 2017

Cruz, J. y Restrepo, G. (2017). En la Tesis: “Evaluación del estado de pavimentos flexibles en la zona urbana de La Calera”, el objetivo general es, “Conocer el estado de los pavimentos flexibles en el casco urbano del municipio de La Calera”.

**Conclusión:**

Cruz, J. y Restrepo, G. (2017) concluye “Con los resultados de cada sección se puede deducir que la condición del pavimento flexible de La Calera en su mayoría está en muy mal estado. El 44 % del área en estudio se encuentra en estado malo y muy malo, esto quiere decir que el pavimento analizado requiere ser reconstruido.”, Cruz, J. y Restrepo, G. (2017).

La metodología que plantea el PCI es una herramienta sencilla para el desarrollo de una gestión de pavimentos.

**Antecedente 4**

**Título:** “Determinación del Índice de Condición del Pavimento en la av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo”.

**Autor:**

Freire Ochoa Jhon Enrique

Universidad Técnica De Machala

**País:** Ecuador

**Año:** 2019

Freire, J. (2019). En la Tesis: “Determinación del Índice de Condición del Pavimento en la av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo”, el objetivo general es, “Determinar los deterioros del pavimento en la avenida Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo, mediante el método del PCI, con el propósito de establecer las operaciones de mantenimiento necesarias ante las fallas encontradas”.

**Conclusión:**

Freire, J. (2019) concluye “El valor promedio del PCI actual en el trayecto de la vía que se evalúa es de 69.83, por lo que este pavimento asfáltico está en un estado bueno. Esta magnitud promedio del PCI se lo obtuvo de todas las muestras realizadas en el carril derecho e izquierdo, todo este proceso se lo elaboró según la Normativa ASTM D6433”, Freire, J. (2019).

El autor recomienda realizar una sustitución de los parches que se encuentran en mal estado, un tratamiento superficial.

**Antecedente 5**

**Título:** “Procedimiento Estratégico para la Detección de daños en Pavimento Flexible en la Infraestructura Vial del Municipio de Fusagasugá Mediante las Metodologías Vizir y PCI”.

**Autor:**

Parra Hernández Ingrid Julieth

Universidad Piloto de Colombia

**País:** Colombia

**Año:** 2018

Parra, I. (2018). En la Tesis: “Procedimiento Estratégico para la Detección de daños en Pavimento Flexible en la Infraestructura Vial del Municipio de Fusagasugá Mediante las Metodologías Vizir y PCI”, el objetivo general es, “Establecer el procedimiento detallado de la detección de daños en pavimento flexible mediante las metodologías VIZIR y PCI, con el fin de que sea practico a implementar en la infraestructura vial del municipio de Fusagasugá, y se pueda definir fácilmente el estado de las vías diseñadas en pavimento asfaltico”.

**Conclusión:**

Parra, I. (2018). Concluye “Analizando a fondo cada una de las dos metodologías se observa que la Metodología PCI es más completa pues como se enuncio anteriormente abarca la totalidad de los daños sin importar si estos son estructurales o funcionales, su clasificación al tener un rango de evaluación más amplio (0-100) y más niveles de clasificación (7) permite tener información más precisa de la calidad del tramo evaluado. Sin embargo, el método de análisis es más complejo, debido al uso de gráficas para determinar el valor deducido de cada daño y la posterior iteración que se debe realizar para obtener el máximo valor deducido por tramo, estas operaciones hacen que el análisis sea más tedioso y convierten la metodología PCI en un análisis más técnico.”, Parra, I. (2018). El aporte de este proyecto es la utilización de distintos métodos para evaluar el pavimento flexible.

**2.1.2 Antecedentes Nacionales****Antecedente 1**

**Título:** “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”.

**Autores:**

Tacza Herrera Erica Betsabe

Rodríguez Páez Braulio Omar

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

**País:** Perú.

**Año:** 2018.

Tacza,E y Rodriguez,B.(2018):En la tesis: “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado” el objetivo general es: “proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible existente en el carril segregado del corredor Javier Prado”.

### **Conclusión**

Tacza,E y Rodriguez,B.(2018) concluyen “El valor del PCI para la vía en estudio equivale a 57, este valor se ubica en el punto B de la curva de deterioro del pavimento denominado como Zona óptima de rehabilitación; por tanto, es necesario aplicar intervenciones de manera inmediata para evitar el incremento acelerado del deterioro”, Tacza,E y Rodriguez,B.(2018).

Esta tesis refleja la importancia sobre el estudio de pavimentación flexible y sus patologías generadas por su uso y falta de mantenimiento.

### **Antecedente 2**

**Título:** “Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. Aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017”.

**Autor:**

Coari Pelinco Edgar Froilan

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

**País:** Perú.

**Año:** 2017.

Coari, E. (2017): En la Tesis: “Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017” el objetivo general es, “Realizar la evaluación del estado de conservación del pavimento flexible a nivel superficial de la Av. Aviación, aplicando el método PCI mediante el cual se podrá determinar si la vía está apta para brindar adecuadas condiciones para los usuarios”.

### **Conclusión:**

La conclusión de Coari, E. (2017) es” Mediante la aplicación del método de Índice de Condición del Pavimento (PCI) se determinó que la Av. Aviación tiene un PCI de 35.24 y se encuentra en un estado de conservación MALO, se encuentra deteriorada mostrando fallas superficiales en todo el tramo de la vía permitiendo mala condición de serviciabilidad para los usuarios”, Coari, E. (2017).

El principal aporte de esta investigación es la propuesta del procedimiento para la evaluación del método PCI.

### **Antecedente 3**

**Título:** “Evaluación superficial del pavimento en la Av. Sebastián Lorente, Cercado de Lima, Lima, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI), en el año 2020”.

### **Autor:**

Panduro Tupia Cristhian Carlos

Universidad Tecnológica del Perú.

**País:** Perú.

**Año:** 2020.



Panduro, C. (2020): En la Tesis: “Evaluación superficial del pavimento en la Av. Sebastián Lorente, Cercado de Lima, Lima, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI), en el año 2020” el objetivo general es, “Determinar el estado de conservación del pavimento superficial de la Av. Sebastián Lorente – Barrios Altos, Cercado de Lima, Lima, aplicando la metodología del índice de condición de pavimento (PCI) en el año 2020”.

**Conclusión:**

La conclusión de Panduro, C. (2020) es” Se concluye de los resultados, que se obtuvieron del pavimento son mínimos en error para un estado de conservación de Muy Bueno y un índice de 74; pues se evaluó a lo largo de los 1025 metros de la vía estudiada.”, Panduro, C. (2020).

El principal aporte de esta investigación es el análisis del área de estudio.

**Antecedente 4**

**Título:** “Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura”.

**Autores:**

Correa Vásquez María Alexandra

Del Carpio Molero Luis Guillermo

Universidad de Piura.

**País:** Perú.

**Año:** 2019.

Correa, M. y Del Carpio, L. (2019): En la Tesis: “Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura” el objetivo general es,

“Evaluar mediante el método PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura”.

**Conclusión:**

La conclusión de Correa, M. y Del Carpio, L. (2019) es “la falla denominada hueco se convierte en el tipo de daño que se repite más veces en la vía, abarcando el 50% de las fallas existentes, este tipo de fallas se formaron muy probablemente por la retención de agua, debido a las constantes precipitaciones causadas por El Niño Costero sobre los hundimientos ya existentes antes del inicio de este fenómeno natural, y por la infiltración del agua a través de las grietas existentes que generaron saturación bajo la carpeta asfáltica, haciendo que las diferentes cargas vehiculares produzcan el colapso de la estructura en estas zonas puntuales.”, Correa, M. y Del Carpio, L. (2019).

El principal aporte de esta investigación es la propuesta de un mantenimiento (rutinario y periódico) realizándose actividades como parchado, colocación de capa nivelante, sello asfáltico, limpieza general, aplicación de pintura para demarcaciones, etc.

**Antecedente 5**

**Título:** “Evaluación del pavimento flexible de la av. Leoncio Prado tramo entre la calle Real y la av. Huancavelica, distrito de Chilca de Huancayo en el año 2016”.

**Autor:**

García Suasnabar Ricardo Miguel

Universidad Peruana Los Andes.

**País:** Perú.

**Año:** 2017.

Garcia, R. (2017): En la Tesis: “Evaluación del pavimento flexible de la av. Leoncio Prado tramo entre la calle Real y la av. Huancavelica, distrito de Chilca de Huancayo en el año 2016” el objetivo general es, “Identificar las alternativas de solución a la condición del pavimento flexible de la Av. Leoncio Prado tramo entre la Calle Real y la Av. Huancavelica haciendo uso del método de evaluación PCI”.

### **Conclusión:**

La conclusión de Garcia, R. (2017) es “El tramo Calle Real-Jr. Arequipa presenta una condición de pavimento muy mala con un valor PCI de 24 y el tramo Jr. Arequipa-Av. Huancavelica se encuentra en buen estado con un valor de PCI de 61”, Garcia, R. (2017).

El principal aporte de esta investigación es la propuesta de realizar una reconstrucción total de la estructura del pavimento por la gravedad de las fallas que se manifestaron en este.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

#### **Antecedente 1**

Título: “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento”.

#### **Autores:**

Guevara Acuña Carlos Eduardo

Urcia Urcia Emanuel Brian

Universidad Privada Antenor Orrego.

**País:** Perú.

**Año:** 2019.

Guevara, C y Urcia, E: (2019): En la Tesis: “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento” el objetivo general es, “Analizar el estado de conservación del pavimento flexible en la Av. Cesar Vallejo de la cuadra 04 a la 15, de la ciudad de Trujillo, utilizando el método índice de condición del pavimento”.

**Conclusión:**

Los autores (Guevara, C y Urcia, E) llegaron a la conclusión, “Se realizó el análisis del estado de conservación de la Av. César Vallejo entre las cuadras 04 al 15, mediante el cual se obtuvo un PCI de 50.56 que según el rango contemplado en el Manual de aplicación de PCI se encuentra en un estado de conservación REGULAR”, (Guevara, C y Urcia, E).

La información de esta tesis es de gran aporte, porque en su estudio de evaluación de pavimento dio como resultado un pavimento regular debido a que si le dan un mantenimiento adecuado para conservar su estado estructural aumentando así su vida útil del pavimento.

**Antecedente 2**

Título: “Evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa, El Bosque - Avenida Ricardo Palma, mediante el método del índice de condición del pavimento PCI, año 2016”.

**Autor:**

Sánchez Chávez Adolfo Emilio

Universidad Privada de Trujillo

**País:** Perú.

**Año:** 2016.

Sánchez, A. (2016): En la Tesis: “Evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa, El Bosque - Avenida Ricardo Palma, mediante el método del índice de condición del pavimento PCI, año 2016” el objetivo general es, “Evaluar el estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo Mercado Santa Rosa el Bosque - Av. Ricardo Palma, utilizando el Método Índice de Condición del Pavimento PCI”.

**Conclusión:**

El autor Sánchez, A. llegó a la conclusión, “Las patologías que afectan al pavimento en la calle Rafael Sanzio, son las fallas de: parches, huecos, desprendimientos de agregados, pulimentos de agregados, abultamiento y hundimientos, agrietamientos en bloque, piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales con una severidad baja, media y alta de afectación. De todas las unidades de muestreo en los cuatro tramos finalmente se concluye que el estado promedio del PCI es 57. En toda la vía, por lo que se concluye que el estado actual del pavimento es Bueno, cumpliendo con el planteamiento de la hipótesis”. (Sánchez, A.).

El principal aporte de esta investigación es el procedimiento para el diseño del pavimento.

**Antecedente 3**

Título: “Evaluación superficial del pavimento con el Método del índice de condición PCI en la avenida Honorio delgado, provincia y distrito de Trujillo, La libertad, 2020”.

**Autores:**

Roque Sucasaca, Edgar

Roque Sucasaca, Raúl

Universidad Privada de Trujillo

**País:** Perú.

**Año:** 2020.

Roque, E. y Roque, R. (2020): En la Tesis: “Evaluación superficial del pavimento con el Método del índice de condición PCI en la avenida Honorio delgado, provincia y distrito de Trujillo, La libertad, 2020” el objetivo general es, “Evaluar el estado superficial del pavimento con el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Avenida Honorio Delgado, Provincia y Distrito de Trujillo, Región La Libertad, 2020”.

**Conclusión:**

Los autores Roque, E. y Roque, R. llegaron a la conclusión, “Se determinó que la Avenida Honorio Delgado de pavimento asfáltico del Distrito y Provincia de Trujillo en el año 2020, según la evaluación del método de índice de condición de pavimento (PCI) tiene un valor de  $PCI = 47$  que de acuerdo con las escalas que nos brinda el PCI para su evaluación podemos indicar que el pavimento se encuentra en un estado BUENO”. (Roque, E. y Roque, R.).

El principal aporte de esta investigación es la recomendación del mantenimiento correctivo que incluya: sello de grietas, bacheos, limpieza, tratamiento superficial de arena o agregado precalentado.

#### **Antecedente 4**

Título: “Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método pavement condition index (PCI) en la av. Ricardo palma de la ciudad de Trujillo - La Libertad”.

#### **Autores:**

Asto Polo, Roy Jener

Fernández Carranza, Jhampier Ricardo

Universidad Privada Antenor Orrego

**País:** Perú.

**Año:** 2021.

Asto, R. y Fernández, J. (2021): En la Tesis: “Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método pavement condition index (PCI) en la av. Ricardo palma de la ciudad de Trujillo - La Libertad” el objetivo general es, “Evaluar la superficie del pavimento flexible empleando la metodología PCI para determinar el estado de conservación de la Av. Ricardo Palma, de la ciudad de Trujillo.”.

#### **Conclusión:**

Los autores Asto, R. y Fernández, J. llegaron a la conclusión, “Se obtiene por resultado que la evaluación de la superficie en el pavimento flexible de la Av. Ricardo Palma se encuentra en estado Malo por lo que requiere mantenimiento general en toda la sección”. (Asto, R. y Fernández, J.).

El antecedente contribuye así al complemento de estudio de evaluación superficial del pavimento ya que se tiende a observar datos reales realizados en campo.

### **Antecedente 5**

**Título:** “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible para evaluar el estado de conservación de la av. Pedro Muñiz, distrito Trujillo-Trujillo-La Libertad”.

**Autor:**

Flores Hernández, Einner Jhoan

Universidad Privada Antenor Orrego

**País:** Perú.

**Año:** 2019.

Flores, E. (2019): En la Tesis: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible para evaluar el estado de conservación de la av. Pedro Muñiz, distrito Trujillo-Trujillo-La Libertad” el objetivo general es, “Determinar el Índice de condición del pavimento a fin de obtener el estado de conservación en la Av. Pedro Muñiz, del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, en cumplimiento con las especificaciones de la norma ASTM D6433”.

**Conclusión:**

El autor Flores, E.: llegó a la conclusión, “Concluyo que al habiendo aplicado la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento de la avenida Pedro Muñiz se obtuvo como resultado final que el estado de conservación del pavimento es Buena, tomando en cuenta que el valor de PCI es de 61.20 en toda la distancia determinada que es de 1.6469 Km, cumpliendo así nuestro primer objetivo propuesto”. (Flores, E.).

El antecedente contribuye con un buen estudio de la vía.

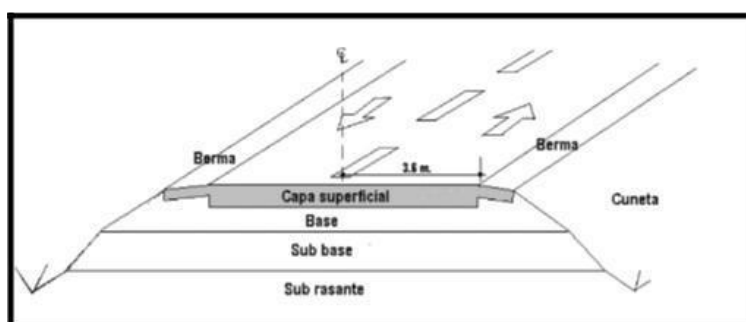


## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Pavimento

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2013), define al pavimento “como una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura” (MTC, 2013, pág. 23).

Figura N° 01: Estructura Típica de un Pavimento



Fuente: Sánchez Sabogal, 2009

#### 2.2.1.1 Clasificación de pavimentos

##### A. Pavimento rígido.

El pavimento rígido (Sánchez Sabogal, 2009, pág. 86) “Es un pavimento constituido por un conjunto de losas de concreto que, dependiendo de las solicitaciones de cargas, pueden presentar acero de refuerzo”. (Sánchez Sabogal, 2009, pág. 86).

Figura N° 02: Estructura típica de Pavimento Rígido.

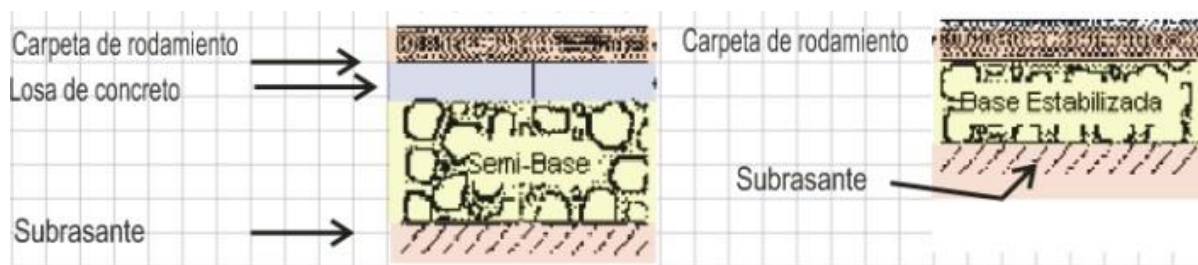


Fuente: Plinio Estuardo Herrera

### B. Pavimento semirrígido.

“El pavimento semirrígido es una estructura compuesta por una carpeta asfáltica (en caliente) sobre una base tratada con asfalto, concreto o cal”. (MTC, 2013, pág. 24).

Figura N° 03: Estructura de un Pavimento semirrígido

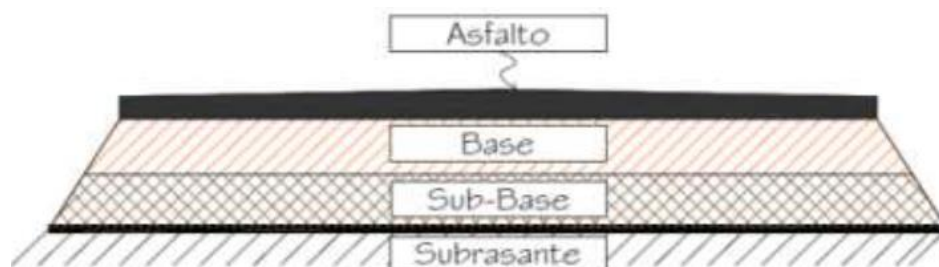


Fuente: civilgeeks

### C. Pavimento Flexible.

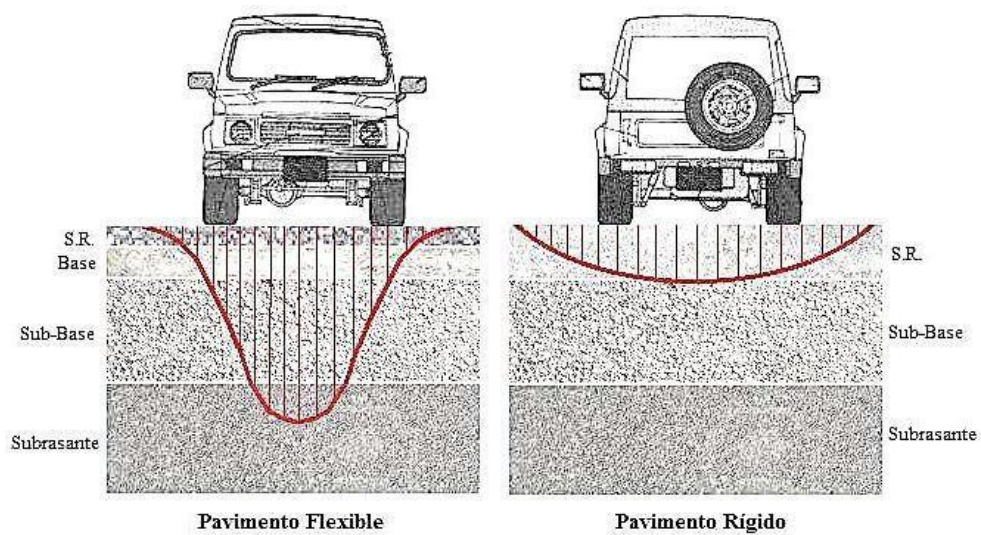
“Es una estructura compuesta por base, sub base (capas granulares) y una capa de rodadura constituida con agregados, materiales bituminosos (aglomerantes) y aditivos (de ser el caso)”. (MTC, 2013, pág. 24).

Figura N° 04: Sección del Pavimento Flexible



Fuente: Bermúdez, 2006

Figura N° 05: Esquema del Comportamiento de Pavimentos Flexibles y Rígidos



Fuente: Hiliquín, 2016

### **2.2.1.2 Elementos estructurales que integran un pavimento.**

#### **A. Sub rasante.**

(MTC, 2013, pág. 23). “Esta capa es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se colocan las demás capas estructurales del pavimento”. (MTC, 2013, pág. 23).

#### **B. Sub base.**

(MTC, 2013, pág. 24). “Es una capa construida a base de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento que soporta a la base y carpeta de rodadura. Tiene la función de servir como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua”. (MTC, 2013, pág. 24).

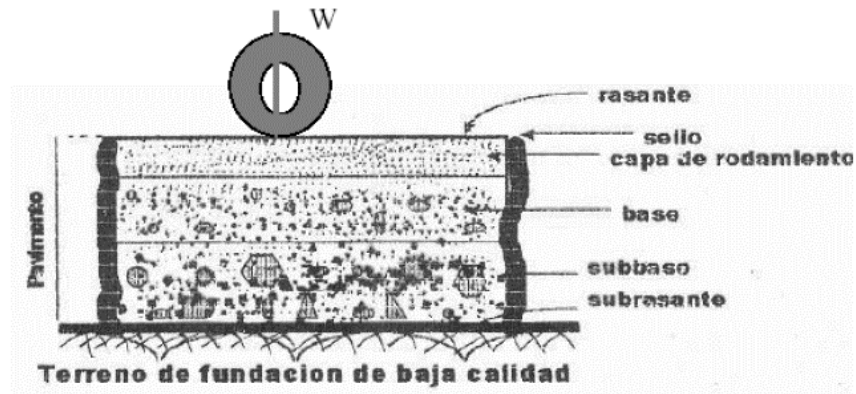
#### **C. Base.**

(MTC, 2013, pág. 24). “Es la capa inferior a la capa de rodadura, construida con material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento. Tiene como función la de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito”, (MTC, 2013, pág. 24).

#### **D. Capa de rodadura.**

(MTC, 2013, pág. 24). “El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos publicado por el ministerio de transportes y comunicaciones (2013), define la capa de rodadura como la parte superior del pavimento que tiene como función, la de sostener directamente el tránsito. Además, puede ser de tipo bituminoso (flexible), de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines”, (MTC, 2013, pág. 24).

Figura N° 06: Estructura del pavimento flexible



Fuente: Rodríguez, M.C. & Rodríguez, M. J. (2004)

### 2.2.1.3 Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento.

### 2.2.2 Importancia en la Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

### **2.2.3 Fallas en el Pavimento**

#### **2.2.3.1 Definición de Falla.**

Rodríguez V. (2009), define las fallas “como el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento que disminuyen la serviciabilidad y funcionalidad del mismo, situación que se agrava si no se da un mantenimiento adecuado a la vía”. (Rodríguez Velásquez, 2009, pág. 11)

#### **2.2.3.2 Clasificación de Fallas.**

##### **2.2.3.3 Fallas Estructurales.**

Según Montejo F. (2002), “comprenden los defectos de la superficie de rodamiento cuyo origen se da en una o varias capas de la estructura del pavimento, ocasionando el rompimiento del mismo.”. (Montejo Fonseca, 2002, pág. 506).

##### **2.2.3.4 Fallas superficiales.**

Para Montejo F. (2002), “este tipo de fallas comprende los defectos de la superficie de rodadura debido a fallas de la carpeta asfáltica y no guardan relación con la estructura del pavimento. Estos tipos de fallas se pueden detectar por simple inspección visual”. (Montejo Fonseca, 2002, pág. 506)

## **2.2.4 Tipos de Evaluación de Pavimentos**

### **2.2.4.1 Evaluación Funcional**

“La evaluación funcional consiste en la inspección superficial efectuada en el pavimento, con el objeto de determinar los deterioros que afectan la regularidad superficial del pavimento, ya que afecta la calidad de la capa de rodadura, lo cual se relaciona con los efectos de las vibraciones, probabilidad de daños en las mercancías transportadas, desgaste de los vehículos y aumento en los tiempos de viaje”, (Dávila Vidarte, Huangal Castañeda, & Salazar Bravo, 2017, pág. 17).

### **2.2.4.2 Evaluación Estructural.**

“La evaluación estructural consiste en la apreciación de los tramos de la vía, cuyo estado de deterioro del pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas; y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible. El principal objetivo de la evaluación estructural es determinar la capacidad estructural efectiva del pavimento existente, ya que de ella va depender que el refuerzo sea correctamente diseñado, se presentan los ensayos destructivos y los no destructivos”, (Dávila Vidarte, Huangal Castañeda, & Salazar Bravo, 2017, pág. 19).

### **2.2.4.3 Evaluación Visual.**

La evaluación visual de un pavimento puede ser definida como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. Con la evaluación superficial se busca reflejar el estado del pavimento a través de sus características superficiales, presentes en el momento de la evaluación.

- El método desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussés – VIZIR.
- Evaluación y calificación superficial del pavimento – Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER).
- Índice de Condición del Pavimento - Pavement Condition Index (PCI).

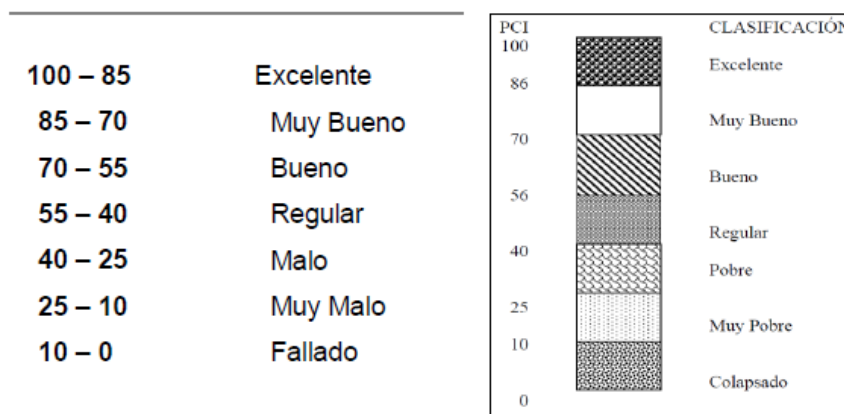
### A. Método PCI

El método PCI (*Pavement Condition Index*) “es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta” (ASTM, 2004).

“Esta metodología califica la condición integral del pavimento en base a una escala que varía entre “0” para un estado fallado y un valor de “100” para un estado excelente”. (ASTM,2004).

Tabla N° 01: Se muestra las condiciones de escala del pavimento

#### Rangos de calificación del PCI



Fuente: ASTM D6433-03 Metodo del PCI



En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la Tabla 07.

Tabla N° 02: Intervención en base al rango de PCI

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Intervención</b>
100 - 71	Bueno	Mantenimiento
31 – 70	Regular	Rehabilitación
0 – 30	Malo	Construcción

Fuente: ASTM D6433-07,2007

## **B. Nivel de Severidad de Fallas.**

### **a. Bajo (L)**

“Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad”, (Vásquez Valera, 2006, pág. 9)

### **b. Medio (M)**

“Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad”, (Vásquez Valera, 2006, pág. 9).

### c. Alto (H)

“Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo”,(Vásquez Varela, 2002, pág. 9).

### C. Clasificación de Daños en Pavimentos Asfálticos

A continuación, se detallan los tipos de fallas, las cuales podrían clasificarse en fallas superficiales y estructurales, como se presenta en la Tabla 03. Las fallas presentadas únicamente son las 19 fallas definidas en la Norma ASTM D6433-03.

Tabla N° 03: Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

<b>Fallas Estructurales</b>	<b>Fallas Superficiales</b>
Piel de Cocodrilo	Exudación
Agrietamiento en Bloque	Corrugación
Abultamiento y Hundimientos	Grieta de Borde
Depresión	Grieta de Reflexión de Junta
Huecos	Desnivel Carril/Berma
Ahuellamiento	Grietas Longitudinales y Transversales
Desplazamiento	Parcheo
Hinchamiento	Pulimiento de Agregados
	Cruce de Vía Férrea
	Grietas Parabólicas
	Desprendimiento de Agregados

Fuente: ASTM D6433-07,2007

## **2.3. Marco conceptual**

### **Piel de Cocodrilo**

“La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento”, (Vásquez Varela, 2002).

### **Exudación**

“La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa”, (Vásquez Varela, 2002).

### **Agrietamiento en bloque**

“Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares”, (Vásquez Varela, 2002).

### **Abultamientos y Hundimientos**

“Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento”, (Vásquez Varela, 2002).

### **Corrugación**

“La corrugación es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m”, (Vásquez Varela, 2002)

**Depresión**

“Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor.”, (Vásquez Varela, 2002)

**Grieta de Borde**

“Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento”, (Vásquez Varela, 2002)

**Grieta de Reflexión de Junta**

“Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland”, (Vásquez Varela, 2002)

**Desnivel Carril/Berma**

“El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma”, (Vásquez Varela, 2002).

**Grietas Longitudinales y Transversales**

“Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción”, (Vásquez Varela, 2002)

**Parcheo**

“Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente”, (Vásquez Varela, 2002).

**Pulimiento de Agregados**

“Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito”, (Vásquez Varela, 2002).

**Huecos**

“Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón”, (Vásquez Varela, 2002).

**Cruce de Vía Férrea**

“Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles”, (Vásquez Varela, 2002)

**Ahuellamiento**

“El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas”, (Vásquez Varela, 2002).

**Desplazamiento**

“El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito”, (Vásquez Varela, 2002).

**Grietas Parabólicas**

“Las grietas parabólicas por deslizamiento son grietas en forma de media luna”, (Vásquez Varela, 2002).

### **Hinchamiento**

“El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual”, (Vásquez Varela, 2002).

### **Desprendimiento de Agregados**

“La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado”, (Vásquez Varela, 2002).

## **2.4 Hipótesis**

Aplicando la metodología PCI se determinará el estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque, con esta información lograremos aplicar el mantenimiento respectivo y se logrará minimizar los costos y tiempo en su rehabilitación.

### **Variables. Operacionalización de variables**

#### **Variable independiente**

X1= Aplicación del Método PCI, para la evaluación del pavimento flexible.

## Operacionalización de la variable.

Tabla N° 04: Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Aplicación del Método PCI, para la evaluación del pavimento flexible</b></p>	<p>PCI, es el Método de índice de condición del pavimento.</p>	<p>Condición de evaluación: 0 condición muy mala y 100 condición excelente del pavimento.</p>	<p>Rangos de calificación del PCI.</p>

Fuente: Elaboración Propia

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1 Tipo y nivel de investigación:

**Tipo:** La investigación es aplicada, porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos basados en la metodología PCI.

**Nivel: Descriptivo** porque se va a detallar el procedimiento de la inspección visual de fallas encontradas en la vía de estudio aplicando el método de evaluación de pavimentos.

#### 3.2 Población y Muestra de estudio

##### Población

Para la presente investigación la población estará representada por el pavimento de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque del Distrito de Trujillo.

## **Ubicación**

Políticamente pertenece:

Departamento : La Libertad  
Provincia : Trujillo  
Distrito : Trujillo  
Localidad : Urb. El Bosque

Geográficamente se encuentra ubicado en:

Este : 719619 UTM  
Norte : 9102741 UTM  
Altitud : 37 msnm

### **DATUM PSAD 56 – ZONA 17**

#### **Características de la zona**

La vía de la avenida Víctor Andrés Belaunde, es una zona de comercio vecinal, comercio zonal y viviendas urbanas, para este proyecto se hizo un recorrido por dicha vía pudiéndose observar distintos tipos de negocios como el mercado Santo Dominguito, restaurantes, tiendas de abarrotes, bodegas, farmacias, grifos, viviendas con edificios unifamiliares y multifamiliares, colegios, etc.



## Muestra

La muestra de estudio es la Avenida Víctor Andrés Belaunde en la Urbanización El Bosque del Distrito de Trujillo, comprende 930 metros lineales, con índice de tráfico vehicular intenso, debido a que es altamente transitado.

## Datos de la vía

### Ancho de la vía:

La medida del ancho de la vía es de 6.0 m.

### Clasificación de la vía:

La vía se clasificó en base al Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas como una vía colectoras, Unidireccional de 2 carriles.

Figura N° 07: Ubicación de la av. Víctor Andrés Belaunde Urb. El Bosque.



Fuente: Google Earth

Figura N° 08: Vista de la av. Víctor Andrés Belaunde Urb. El Bosque.



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Diseño de investigación

**No experimental** porque se analiza el problema sin recurrir a laboratorio, puesto que se realizará la inspección visual del pavimento en su estado real, observándose situaciones existentes y no alteradas.

**Transversal** porque se realiza la recolección de datos con el propósito de describir la variable y analizar su comportamiento.

**Descriptivo:** Es del tipo descriptivo porque describe la realidad del pavimento, sin alterarla.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

El procesamiento se realizó utilizando hojas de cálculo de acuerdo con métodos del manual de PCI. Para el análisis de datos se utilizó el programa Excel para presentarlos en forma de tabla estructurada y mostrar el gráfico de fallas de acuerdo con el nivel de severidad.

### 3.4.1. Identificar el tramo de estudio

El tramo a evaluar es la Avenida Víctor Andrés Belaunde, que es una vía constituida por un pavimento flexible, tiene 930 metros lineales, iniciando en la calle Carlos Wiese y finalizando en la calle Guzmán Barrón.

### 3.4.2. Muestreo y Unidades de Muestra

La vía fue dividida en segmentos o “unidades de muestreo”, nuestra vía cuenta con capa de rodadura asfáltica y ancho de 6.00 metros, según el manual PCI nos dice que el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **230.0 ± 93.0 m<sup>2</sup>**.

Por lo tanto, al tener un ancho de 6.00 m. tendremos como longitud de la unidad de muestreo 38.3 m.

Tabla N° 05: Longitudes de unidades de muestreo asfálticos.

<b>Ancho de Calzada</b>	<b>Longitud de la Unidad de Muestreo(m)</b>
5.0 (o menos)	46.0
5.5	41.8
<b>6</b>	<b>38.3</b>
6.5	35.4
7.3(máximo)	31.5

Fuente: Vásquez L, (PCI) INGEPAV (Ingeniería de Pavimentos), (2002)

Hallamos las unidades de muestra dividiendo la longitud total entre la longitud de la unidad de muestreo.

La vía cuenta con 930 metros de longitud y el ancho es 6.00 metros, en la tabla de longitudes de unidades de muestreo asfálticas tenemos como dato 38.3 metros.

Luego dividimos el total de la longitud del tramo entre la longitud de unidad de muestra.

$$U_m = \text{longitud total} / \text{longitud de unidad de muestreo}$$

$$U_m = 930 \text{ m} / 38.3 \text{ m}$$

$$U_m = 24.28 \text{ unidades}$$

Por lo tanto, obtenemos **24 unidades** de muestra.

Después de haber obtenido la longitud de unidad de muestreo, luego procedemos a hallar el área de cada unidad de muestra.

Área de muestreo = Ancho de calzada \* longitud de unidad de muestreo

$$A_m = 6.00 \text{ m} \times 38.3 \text{ m}$$

$$A_m = 229.8 \text{ m}^2$$

Procedemos a hallar el número mínimo de unidades de muestra “n” para ser inspeccionadas.

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

**Donde:**

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

$\sigma = 10$  Desviación Standard del PCI de una unidad de muestra.

$e = 5\%$  Error aceptable en estimación del PCI en la sección, comúnmente puntos PCI.

$$n = \frac{24x\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2}$$

$$n = \frac{24x10^2}{\frac{5^2}{4}x(N-1) + 10^2}$$

$$n = 9.8$$

Teniendo como resultado  $n=9.8 \approx 10$ , pero queremos tener una mayor precisión en nuestra evaluación así que evaluaremos 12 unidades, por lo tanto, de las 24 unidades de muestra se evaluará 12 unidades en forma aleatoria.

### 3.4.3. Determinar las Unidades de Muestreo

El intervalo de muestreo ( $i$ ) se expresa mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

$N$ : Número total de unidades de muestreo.

$n$ : Número mínimo de unidades de muestra.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

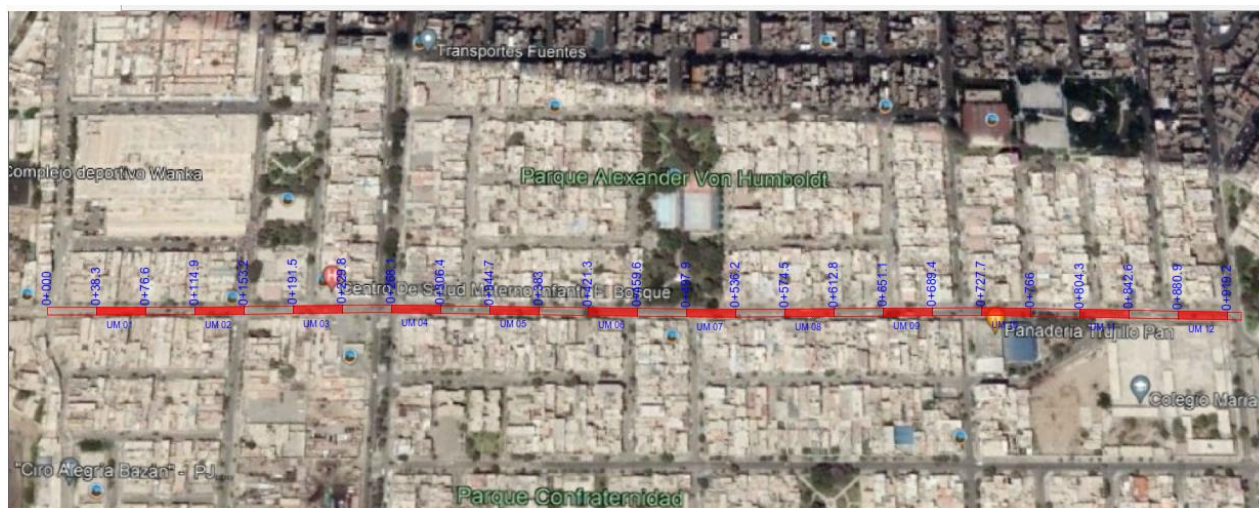
$$i = \frac{N}{n}$$

$$i = \frac{24}{12}$$

$$i = 2$$

El resultado es  $i=2$ , por lo tanto, el intervalo de muestreo será 2.

Figura N° 09: Progresivas y unidades de muestra de la avenida Víctor Andrés Belaunde.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 10: Progresivas y unidades de muestra de la avenida Víctor Andrés Belaunde.

0+000	0+38.3	0+76.6	0+114.9	0+153.2	0+191.5	0+229.8	0+268.1	0+306.4	0+344.7	0+383	0+421.3	0+459.6	0+497.9	0+536.2	0+574.5	0+612.8	0+651.1	0+689.4	0+727.7	0+766	0+804.3	0+842.6	0+880.9	0+919.2	0+930
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	U		U		U		U		U		U		U		U		U		U		U		U		
	M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		M		
	01		02		03		04		05		06		07		08		09		10		11		12		

Fuente: Elaboración Propia

Las secciones de color amarillo son las unidades de muestra a evaluar.

### 3.4.4. Inspección de campo

- Se realizó la inspección de cada unidad de muestra seleccionada hallándose las fallas desprendimiento de agregados, parcheo; huecos, ahuellamiento, abultamientos y hundimientos y finalmente grietas longitudinales y/o transversales
- Luego se registra el tramo y número unidad de muestra.

Se identificaron los daños, teniendo en cuenta su clase y severidad.

- Con ayuda del flexómetro manual se midieron en todas las unidades de muestra las dimensiones de las fallas, así como su profundidad y cuantificando cada nivel de severidad para luego registrar la información obtenida en el formato PCI,
- Se repitió este procedimiento para cada unidad de muestra inspeccionada.



Figura N° 11: Flexómetro manual de 5 metros de longitud.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 12: Toma de medidas con el flexómetro manual.



Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 13: Desprendimiento de agregados



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 14: Parcheo



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 15: Huecos



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 16: Grietas Longitudinales



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.5. Cálculo del PCI

#### a. Determinación del PCI de la unidad de muestra

Se totalizó y registró cada tipo y nivel de severidad de daño hallado en la vía en el formato PCI. El daño se midió por área, longitud o cantidad según su tipo.

Luego se dividió el número total de cada tipo de falla de cada nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y se multiplico el resultado por 100 para obtener el porcentaje de densidad.

Para hallar el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad se utilizaron las tablas denominadas “valor deducido del daño”.

#### b. Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):

Se Determina el máximo valor deducido corregido (CDV).

- Iniciamos creando una lista de valores deducidos individuales en orden descendente.
- Luego se procede a determinar el número de deducciones permisibles, “m”.

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

Donde:

$m_i$ = número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones.

$HDV_i$ = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

- Luego, el número de valores deducidos individuales se reduce al máximo admisible de valores deducidos “m”, también se incluye su parte fraccionaria.
- Si contamos con un número de valores deducidos menor a “m”, todos los valores deducidos deben ser usados.

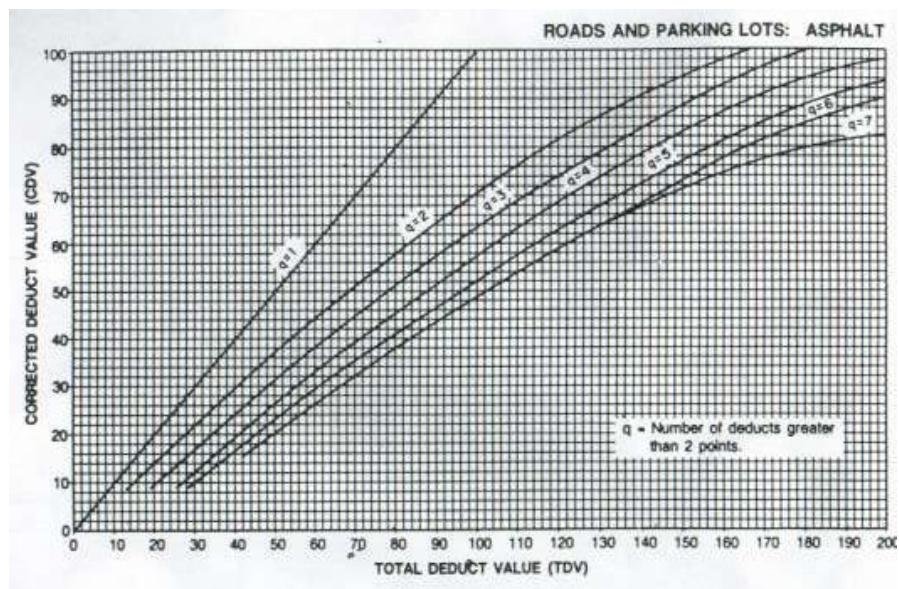
**c. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV):**

- Determinamos el valor deducido total (CDT) que es el resultado de la suma de los valores deducidos individuales.

- Luego hallamos el número de valores deducidos (q) mayores que 2. Procedemos a hallar el “valor deducido total” para lo cual sumamos todos los valores individuales.

- Determinamos el valor deducido corregido (CDV) a partir del valor deducido total (CDT) y del valor de “q” para ello utilizamos la tabla y curvas de corrección para pavimentos flexibles.

Gráfico N° 01: Curva de valores deducidos corregidos



Fuente: ASTM D6433-07,2007

Se reduce a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea mayor a 2.0 y repita las etapas iniciales de esta etapa hasta que sea igual a 1.

El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos.

#### d. Determinar el PCI

Para determinar el PCI de la unidad le restamos a 100 el “máximo CDV”.

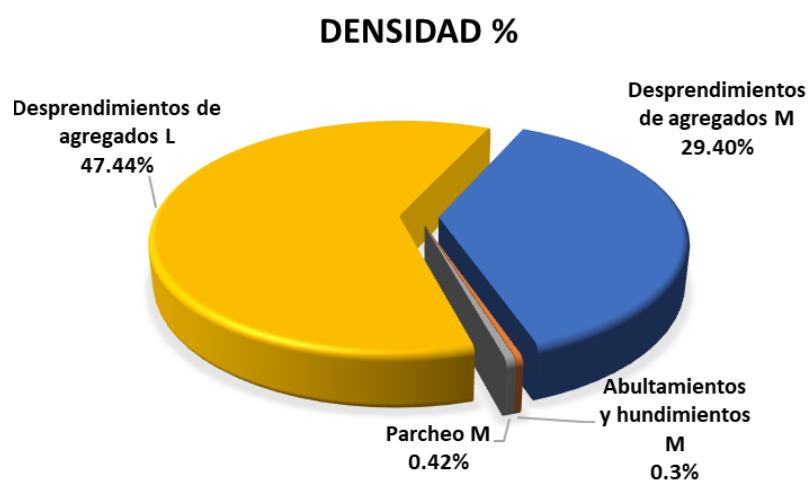
$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

El PCI promedio, viene a ser el promedio de todos los PCI de cada unidad de muestra.



**Máximo VDC:** 35.62  
**PCI:** 64.38  
**CALIFICACIÓN:** BUENO

Gráfico N° 02:Densidad y severidad de fallas en UM 01



Fuente: Elaboración Propia

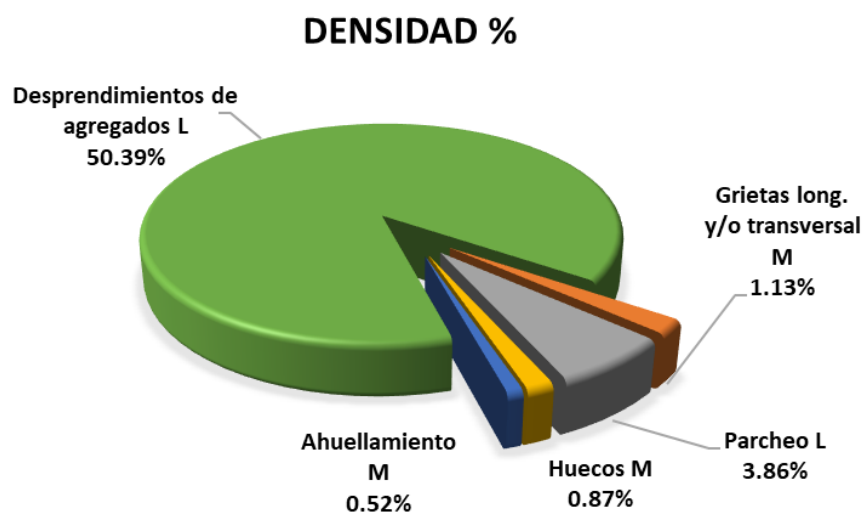






**Máximo VDC:** 37.34  
**PCI:** 62.66  
**CALIFICACIÓN:** BUENO

Gráfico N° 03:Densidad y severidad de fallas en UM 02

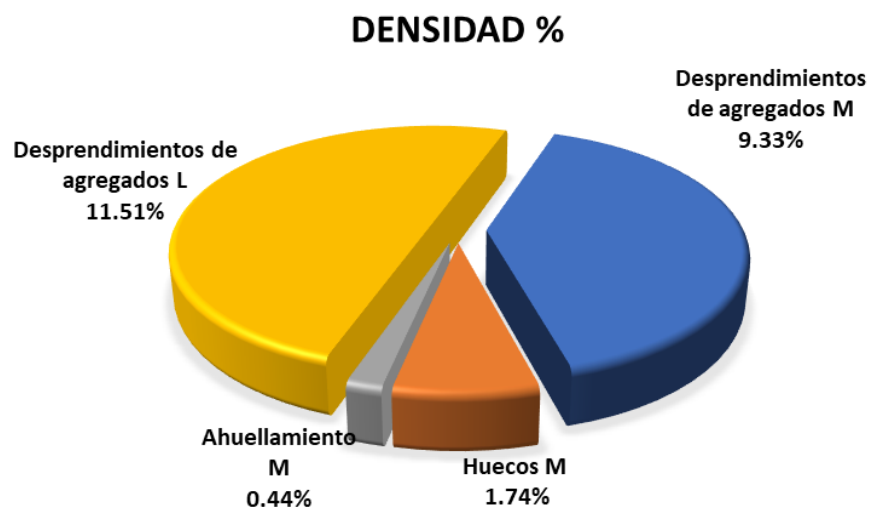


Fuente: Elaboración Propia



**Máximo VDC:** 48.36  
**PCI:** 51.64  
**CALIFICACIÓN:** REGULAR

Gráfico N° 04:Densidad y severidad de fallas en UM 03



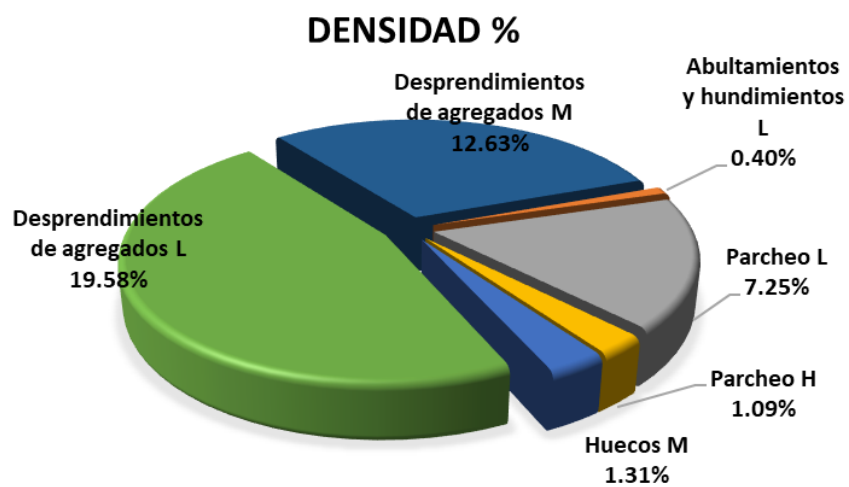
Fuente: Elaboración Propia



CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	36.34	20.66	20.54	13.55	7.86		98.95	5	51.37
2	36.34	20.66	20.54	13.55	2		93.09	4	52.85
3	36.34	20.66	20.54	2	2		81.54	3	51.5
4	36.34	20.66	2	2	2		63.00	2	46.1
5	36.34	2	2	2	2		44.34	1	44.34
									52.85

**Máximo VDC:** 52.85  
**PCI:** 47.15  
**CALIFICACIÓN:** REGULAR

Gráfico N° 05:Densidad y severidad de fallas en UM 04



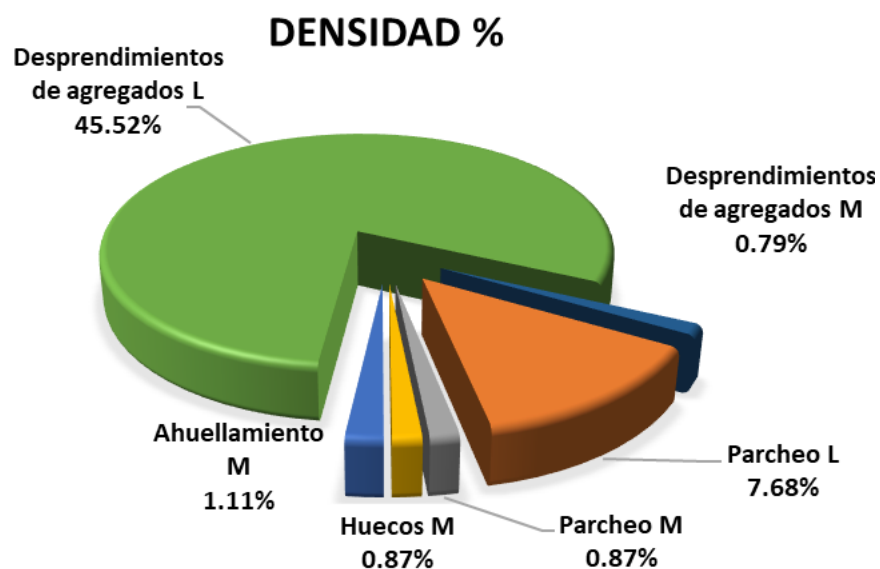
Fuente: Elaboración Propia



CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
	1	29.34	18.98	14.15	12.01	9.49			
2	29.34	18.98	14.15	12.01	9.49	2	85.97	5	43.99
3	29.34	18.98	14.15	12.01	2	2	78.48	4	44.09
4	29.34	18.98	14.15	2	2	2	68.47	3	43.51
5	29.34	18.98	2	2	2	2	56.32	2	41.42
6	29.34	2	2	2	2	2	39.34	1	39.34
									45.13

**Máximo VDC:** 45.13  
**PCI:** 54.87  
**CALIFICACIÓN:** REGULAR

Gráfico N° 06:Densidad y severidad de fallas en UM 05



Fuente: Elaboración Propia

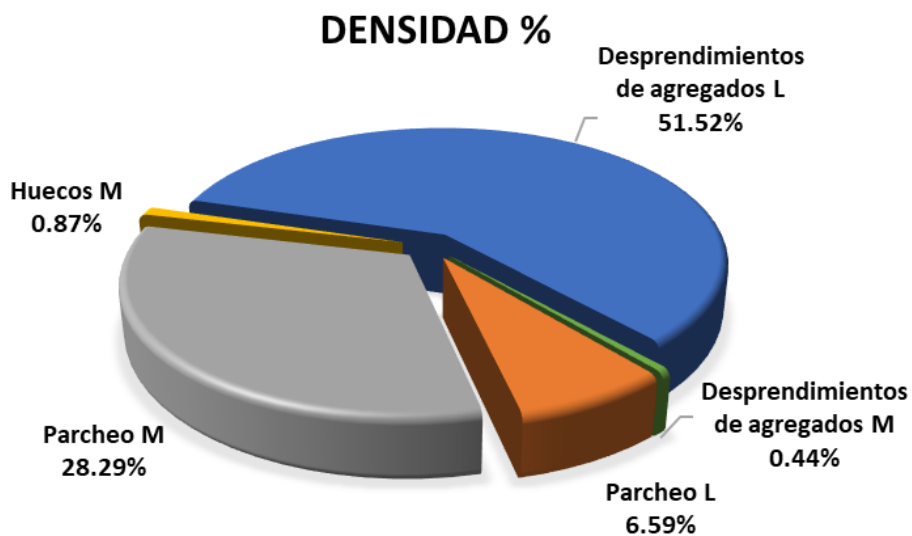




CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	45.97	29.34	12.64	12.59	7.16		107.70	5	55.85
2	45.97	29.34	12.64	12.59	2		102.54	4	58.27
3	45.97	29.34	12.64	2	2		91.95	3	58.17
4	45.97	29.34	2	2	2		81.31	2	58.79
5	45.97	2	2	2	2		53.97	1	53.97
									58.79

**Máximo VDC:** 58.79  
**PCI:** 41.21  
**CALIFICACIÓN:** REGULAR


Gráfico N° 07:Densidad y severidad de fallas en UM 06



Fuente: Elaboración Propia

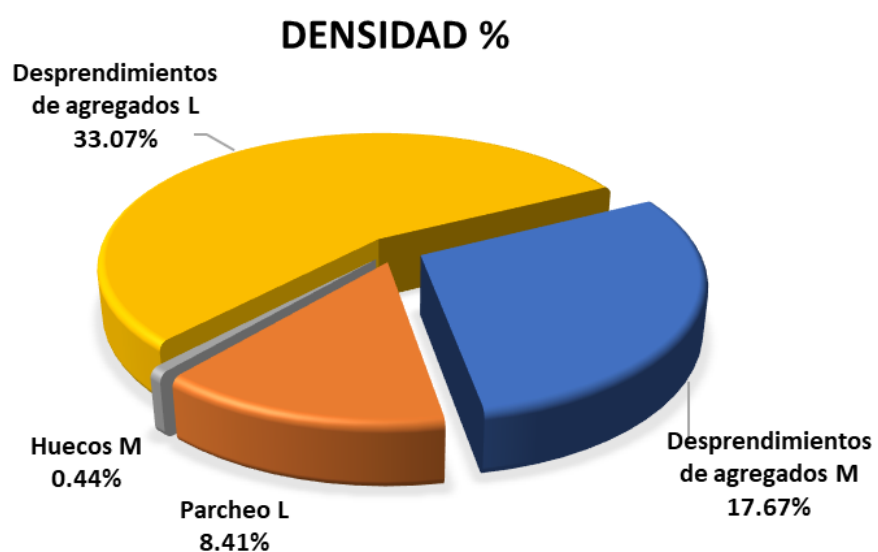
## 3.5.7 Unidad de Muestra 07

Tabla N° 12: Evaluación de la unidad de muestra 07

		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							
		Vía:	Avenida Víctor Andrés Belaunde						
Evaluado por:		Miguel Díaz Tirado	Abscisa inicial:	0+497.9	Área de tramo:	229.8	m <sup>2</sup>		
Fecha:		18 de Octubre del 2021	Abscisa final:	0+536.2					
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11	Parqueo	m <sup>2</sup>				
2	Exudación	m <sup>2</sup>	12	Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>				
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13	Huecos	Unidad				
4	Abultamientos y hundimientos	m <sup>2</sup>	14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>				
5	Corrugación	m <sup>2</sup>	15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>				
6	Depresión	m <sup>2</sup>	16	Desplazamiento	m <sup>2</sup>				
7	Grieta de borde	m <sup>2</sup>	17	Grieta parabólica	m <sup>2</sup>				
8	Grieta de reflexión de junta	m <sup>2</sup>	18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>				
9	Desnivel carril/berma	m <sup>2</sup>	19	Desprendimiento de agregados	m <sup>2</sup>				
10	Grietas Longit. y/o transversal.	m							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	Ubicación		Area-Longitud			Cantidades Parciales	TOTAL
			X(m)	Y(m)	Largo(m)	Ancho(m)	Und		
11	m <sup>2</sup>	L	0.5	0	38.3	0.5		19.15	19.33
11	m <sup>2</sup>	L	4.5	25.5	0.55	0.33		0.18	
13	unidad	M	1.2	20			1	1.00	1.00
19	m <sup>2</sup>	L	1	0	10	2		20.00	76.00
19	m <sup>2</sup>	L	1	14	6	4		24.00	
19	m <sup>2</sup>	L	1	30	8	4		32.00	
19	m <sup>2</sup>	M	4.8	10.5	3	0.2		0.60	40.60
19	m <sup>2</sup>	M	1	25	10	4		40.00	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad %	Valor Deducido	
11	m <sup>2</sup>	L	19.15	0.18		19.33	8.41	15.01	
13	unidad	M	1.00			1.00	0.44	18.52	
19	m <sup>2</sup>	L	20.00	24.00	32.00	76.00	33.07	10.43	
19	m <sup>2</sup>	M	0.60	40.00		40.60	17.67	23.83	
								8.00	
CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	23.83	18.52	15.01	10.43		67.79	4	37.67	
2	23.83	18.52	15.01	2		59.36	3	37.55	
3	23.83	18.52	2	2		46.35	2	34.45	
4	23.83	2	2	2		29.83	1	29.83	
								37.67	

**Máximo VDC:** 37.67  
**PCI:** 62.33  
**CALIFICACIÓN:** BUENO

Gráfico N° 08:Densidad y severidad de fallas en UM 07



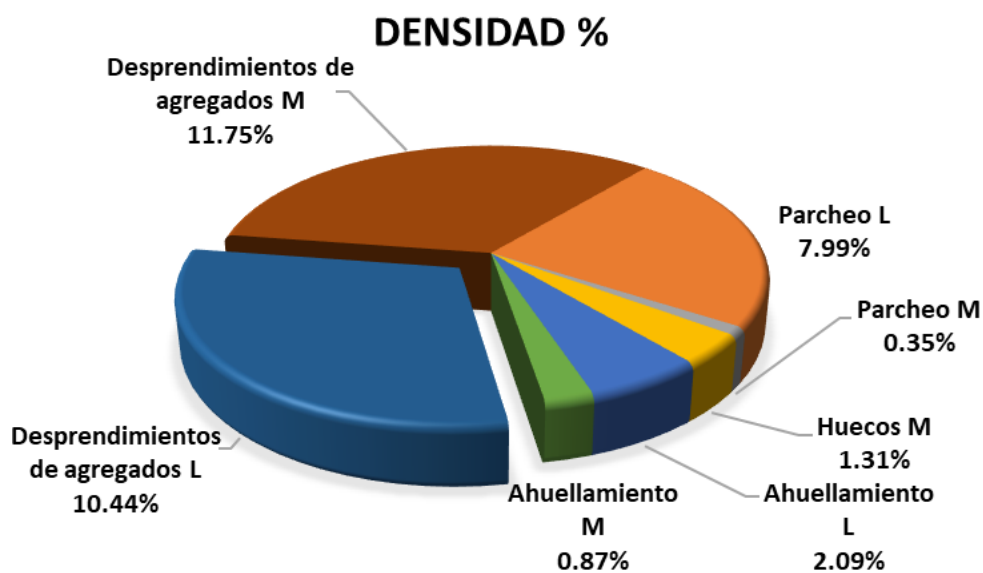
Fuente: Elaboración Propia



CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	36.34	20.1	17.24	14.59	14.28	5.60	4.02	112.17	7	55.09
2	36.34	20.1	17.24	14.59	14.28	5.60	2	110.15	6	54.08
3	36.34	20.1	17.24	14.59	14.28	2	2	106.55	5	55.28
4	36.34	20.1	17.24	14.59	2	2	2	94.27	4	53.56
5	36.34	20.1	17.24	2	2	2	2	81.68	3	51.59
6	36.34	20.1	2	2	2	2	2	66.44	2	48.51
7	36.34	2	2	2	2	2	2	48.34	1	48.34
										55.28

**Máximo VDC:** 55.28  
**PCI:** 44.72  
**CALIFICACIÓN:** REGULAR


Gráfico N° 09:Densidad y severidad de fallas en UM 08



Fuente: Elaboración Propia

## 3.5.9 Unidad de Muestra 09

Tabla N° 14: Evaluación de la unidad de muestra 09

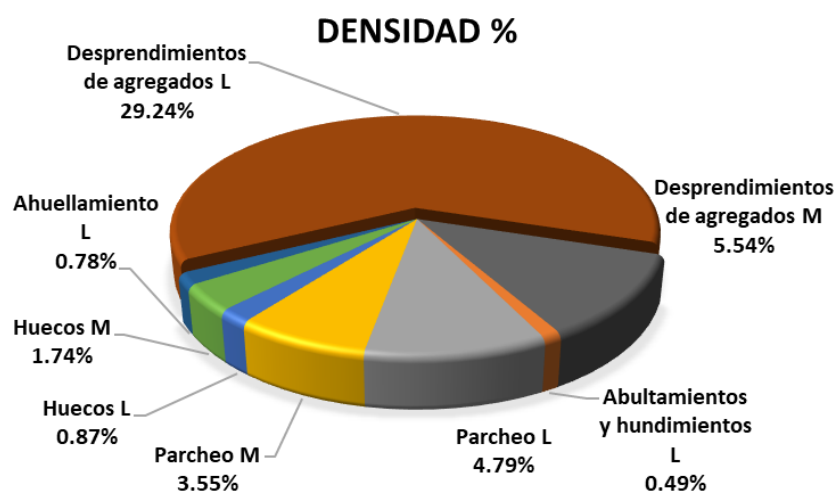
		UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							
		Vía:	Avenida Víctor Andrés Belaunde						
		PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFÁLTICA							
<b>Evaluado por:</b>	Miguel Díaz Tirado	<b>Abscisa inicial:</b>	0+651.1	<b>Área de tramo:</b>	229.8	m2			
<b>Fecha:</b>	18 de Octubre del 2021	<b>Abscisa final:</b>	0+689.4						
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2				
2	Exudación	m2	12	Pulimento de agregados	m2				
3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos	Unidad				
4	Abultamientos y hundimientos	m2	14	Cruce de vía férrea	m2				
5	Corrugación	m2	15	Ahuellamiento	m2				
6	Depresión	m2	16	Desplazamiento	m2				
7	Grieta de borde	m2	17	Grieta parabólica	m2				
8	Grieta de reflexión de junta	m2	18	Hinchamiento	m2				
9	Desnivel carril/berma	m2	19	Desprendimiento de agregados	m2				
10	Grietas Longit. y/o transversal.	m							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	Ubicación		Area-Longitud			Cantidades Parciales	TOTAL
			X(m)	Y(m)	Largo(m)	Ancho(m)	Und		
4	m2	L	2.8	30	2	0.24		0.48	1.13
4	m2	L	2.5	34	1.8	0.36		0.65	
11	m2	L	0.5	10.3	12	0.5		6.00	11.00
11	m2	L	0.5	28.3	10	0.5		5.00	
11	m2	M	0.5	0	10.3	0.5		5.15	8.15
11	m2	M	0.5	22.3	6	0.5		3.00	
13	unidad	L	1.1	3			1	1.00	2.00
13	unidad	L	1.8	20			1	1.00	
13	unidad	M	1	0.2			1	1.00	4.00
13	unidad	M	1.15	4.05			1	1.00	
13	unidad	M	1	5.64			1	1.00	
13	unidad	M	1.2	22			1	1.00	
15	m2	L	3	24	5	0.36		1.80	1.80
19	m2	L	1.5	0.3	8	4		32.00	67.20
19	m2	L	1.1	12	6	3		18.00	
19	m2	L	1.2	33	4.3	4		17.20	
19	m2	M	1.4	7	4	3.18		12.72	

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor Deducido
4	m2	L	0.48	0.65			1.13	0.49	1.53
11	m2	L	6.00	5.00			11.00	4.79	8.79
11	m2	M	5.15	3.00			8.15	3.55	18.89
13	unidad	L	1.00	1.00			2.00	0.87	17.76
13	unidad	M	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.74	42.36
15	m2	L	1.80				1.80	0.78	6.36
19	m2	L	32.00	18.00	17.20		67.20	29.24	9.85
19	m2	M	12.72				12.72	5.54	14
									6.29

CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	42.36	18.89	17.76	14	9.85	8.79	1.87	113.52	7	55.76
2	42.36	18.89	17.76	14	9.85	8.79	2	113.65	6	55.83
3	42.36	18.89	17.76	14	9.85	2	2	106.86	5	55.43
4	42.36	18.89	17.76	14	2	2	2	99.01	4	56.41
5	42.36	18.89	17.76	2	2	2	2	87.01	3	55.06
6	42.36	18.89	2	2	2	2	2	71.25	2	51.88
7	42.36	2	2	2	2	2	2	54.36	1	54.36
										56.41

**Máximo VDC:** 56.41  
**PCI:** 43.59  
**CALIFICACIÓN:** REGULAR

Gráfico N° 10:Densidad y severidad de fallas en UM 09



Fuente: Elaboración Propia

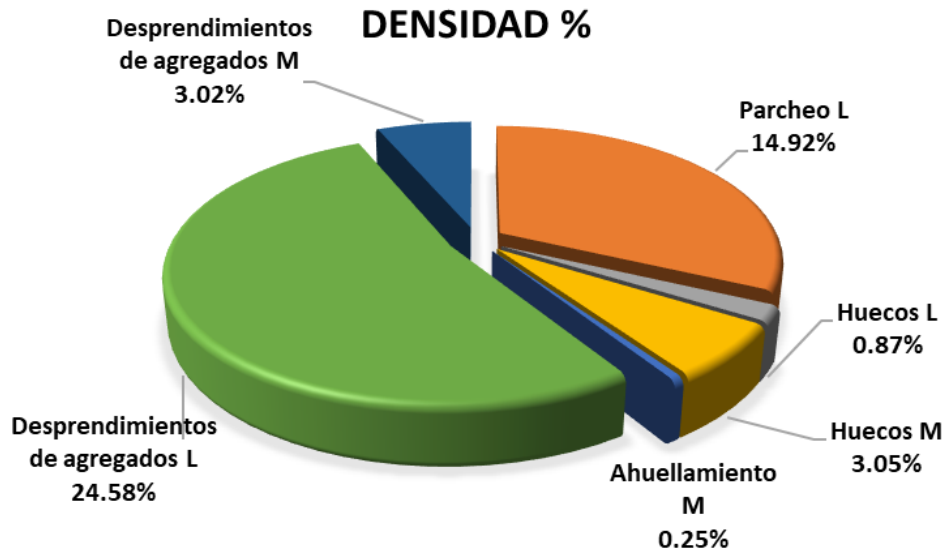




CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	55.36	20.19	17.76	11.22	8.92	0.80		114.25	6	56.13
2	55.36	20.19	17.76	11.22	8.92	2		115.45	5	59.73
3	55.36	20.19	17.76	11.22	2	2		108.53	4	61.27
4	55.36	20.19	17.76	2	2	2		99.31	3	62.59
5	55.36	20.19	2	2	2	2		83.55	2	60.13
6	55.36	2	2	2	2	2		65.36	1	65.36
										65.36

**Máximo VDC:** 65.36  
**PCI:** 34.64  
**CALIFICACIÓN:** MALO

Gráfico N° 11: Densidad y severidad de fallas en UM 10



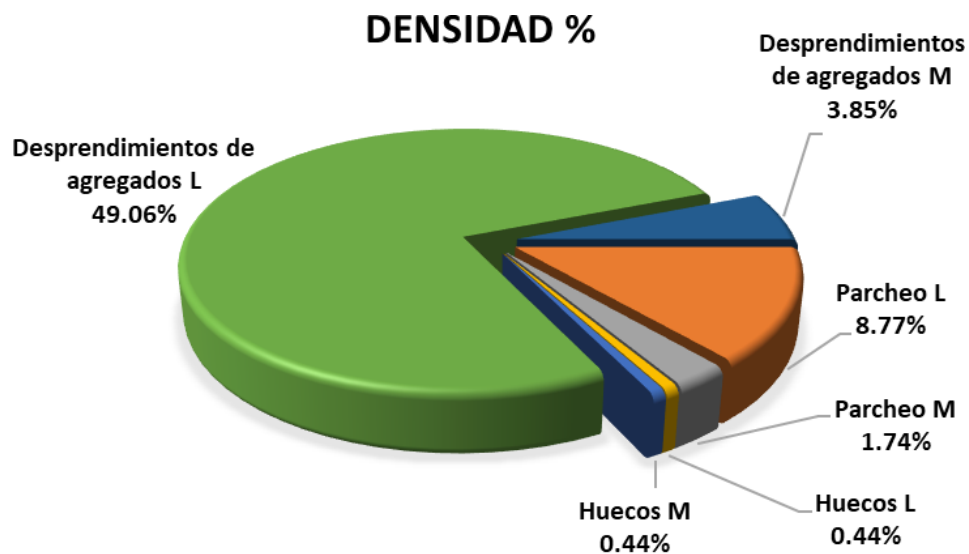
Fuente: Elaboración Propia



CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	18.52	15.45	13.21	12.4	12.14	9.82	81.54	6	38.92
2	18.52	15.45	13.21	12.4	12.14	2	73.72	5	37.23
3	18.52	15.45	13.21	12.4	2	2	63.58	4	35.15
4	18.52	15.45	13.21	2	2	2	53.18	3	33.23
5	18.52	15.45	2	2	2	2	41.97	2	31.38
6	18.52	2	2	2	2	2	28.52	1	28.52
									38.92

**Máximo VDC:** 38.92  
**PCI:** 61.08  
**CALIFICACIÓN:** BUENO

Gráfico N° 12:Densidad y severidad de fallas en UM 11

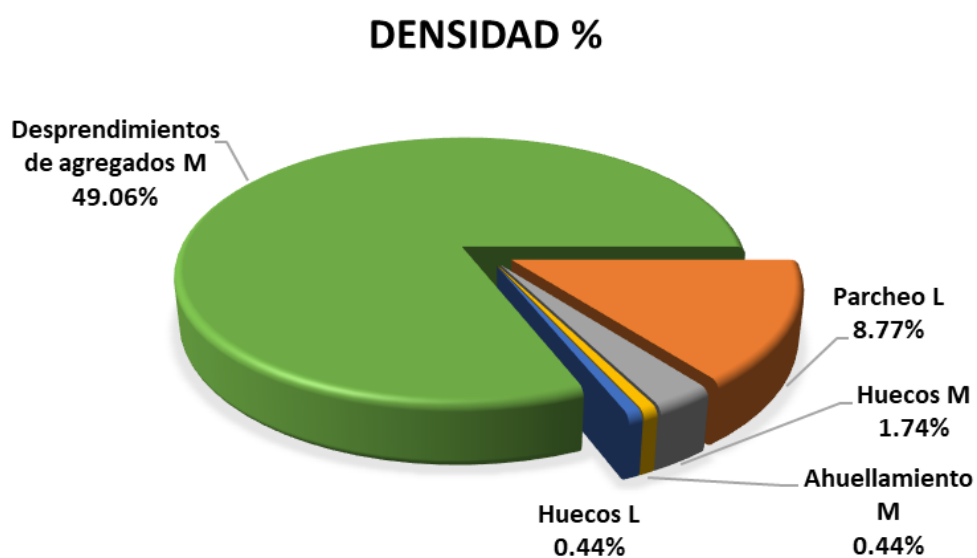


Fuente: Elaboración Propia



**Máximo VDC:** 44.03  
**PCI:** 55.97  
**CALIFICACIÓN:** BUENO

Gráfico N° 13:Densidad y severidad de fallas en UM 12



Fuente: Elaboración Propia

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

Luego de hacer los cálculos obtenemos los resultados de todas las unidades de muestra, y las calificaciones de estas.

Finalmente se hace un promedio de todas las muestras, obteniendo como resultado final un valor de **PCI= 52.02** calificándose como **REGULAR**.

Tabla N° 18: Cuadro resumen de las unidades de muestra

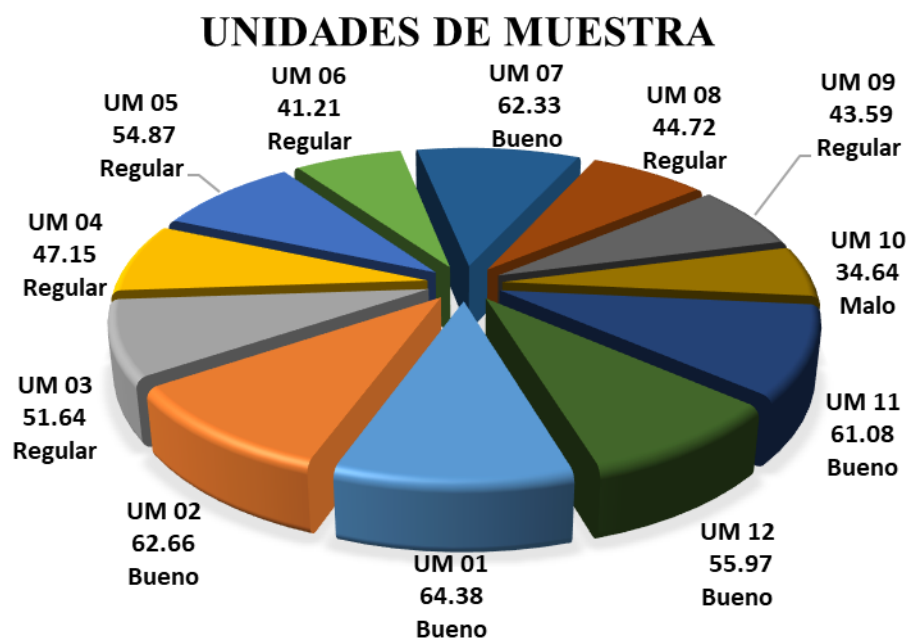
<b>UM</b>	<b>Abs. Inicial</b>	<b>Abs. Final</b>	<b>PCI</b>	<b>Calificación</b>
UM 01	0+38.3	0+76.6	64.38	BUENO
UM 02	0+114.9	0+153.2	62.66	BUENO
UM 03	0+191.5	0+229.8	51.64	REGULAR
UM 04	0+268.1	0+306.4	47.15	REGULAR
UM 05	0+344.7	0+383	54.87	REGULAR
UM 06	0+421.3	0+459.6	41.21	REGULAR
UM 07	0+497.9	0+536.2	62.33	BUENO
UM 08	0+574.5	0+612.8	44.72	REGULAR
UM 09	0+651.1	0+689.4	43.59	REGULAR
UM 10	0+727.7	0+766	34.64	MALO
UM 11	0+804.3	0+842.6	61.08	BUENO
UM 12	0+880.9	0+919.2	55.97	BUENO

**PROMEDIO PCI  
CALIFICACIÓN**

**52.02  
REGULAR**

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 14:PCI en Unidades de Muestra



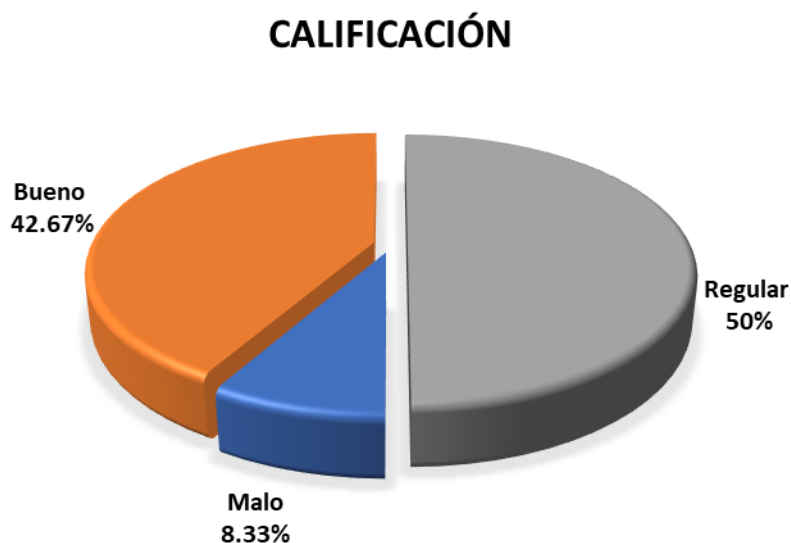
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 19: Porcentaje de calificación

Calificación	Número de prueba	Porcentaje
Malo	1	8.33%
Bueno	5	41.67%
Regular	6	50%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 15: Calificación de las unidades de muestra



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20: Cuadro resumen de fallas

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad %
Abultamientos y hundimientos	m2	L	2.72	0.10%
Parqueo	m2	L	180.58	6.55%
Parqueo	m2	M	80.91	2.93%
Parqueo	m2	H	2.5	0.09%
Desprendimientos de agregados	m2	L	918.48	33.31%
Desprendimientos de agregados	m2	M	221.16	8.02%
Grietas long. y/o transversal	m2	M	2.6	0.09%
Huecos	unidad	L	5	0.18%
Huecos	unidad	M	31	1.12%
Ahuellamiento	m2	M	10.55	0.38%
Ahuellamiento	m2	L	6.6	0.24%

Fuente: Elaboración Propia



El resultado obtenido al realizar el método del PCI nos indica que el pavimento de la avenida Víctor Andrés Belaunde, se encuentra en un estado “**REGULAR**”, esto nos quiere dar entender de que se encuentra en una condición dudosa, quiere decir que se encuentran fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento o posibles alternativas como para poder conservar la vía actual.

#### **4.2. Docimasia de hipótesis**

Al concluir con la presente investigación podemos expresar que aplicando la metodología PCI se logró determinar el estado de

conservación del pavimento flexible de la avenida Víctor Andrés Belaunde, en la Urbanización El Bosque dando como resultado que el índice de condición del pavimento de dicha vía es de 52.02 la cual tiene como estado de conservación **REGULAR**, y requiere de mantenimientos ya que al tener esta vía bastante carga de servicio ya que continuamente es una muy transitable y que tiende a haber mucho congestionamiento vial se tiene que realizar mejoras en ciertos tramos para la buena funcionalidad de la vía.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Analizando y comparando otras investigaciones a nivel local:

Guevara, C y Urcia, E: (2019): En la Tesis: “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento”, el resultado de la evaluación fue un PCI de 50.56 que según el rango se encuentra en un estado de conservación REGULAR y proponen un mantenimiento adecuado para conservar su estado estructural aumentando así la vida útil del pavimento.

Sánchez, A. (2016): En la Tesis: “Evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa, El Bosque - Avenida Ricardo Palma, mediante el método del índice de condición del pavimento PCI, año 2016”, concluye que el estado promedio del PCI es 57 y el estado del pavimento es Bueno.

Asto, R. y Fernández, J. (2021): En la Tesis: “Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método pavement condition index (PCI) en la av. Ricardo Palma de la ciudad de Trujillo - La Libertad”, llegaron a la conclusión que el pavimento flexible de la Av. Ricardo Palma se encuentra en estado Malo por lo que requiere mantenimiento general en toda la sección.

En esta investigación se catalogaron los distintos tipos de falla presentados en la zona de estudio los cuales fueron: desprendimiento de agregados, con una incidencia de 41.33 %, parcheo con una incidencia de 9.57 %; huecos con una incidencia de 1.3%, ahuellamiento con 0.62%, abultamientos y hundimientos con 0.1 % y grietas longitudinales y/o transversales con una incidencia de 0.09 %.

Finalmente logramos hallar el PCI de la avenida en estudio y podemos deducir que con este método podemos evaluar de manera eficiente los pavimentos flexibles de una manera exitosa en concordancia con las investigaciones de distintos autores citados es este informe y con algunas evaluaciones locales que justamente están cerca al área de influencia de este estudio ya que están ubicadas en las urbanizaciones El Bosque y Santo Dominguito.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se realizó la evaluación del pavimento flexible en la avenida Víctor Andrés Belaunde, distrito de Trujillo, para lo cual se aplicó el método índice de condición del pavimento (PCI).
- Se identificaron las fallas superficiales que afectan al pavimento de la avenida Víctor Andrés Belaunde y se clasificaron según la norma ASTM D6433: desprendimiento de agregados, parcheo; huecos, ahuellamiento, abultamientos y hundimientos, finalmente grietas longitudinales y/o transversales.
- Se determinaron los niveles de severidad de cada una de las fallas, según la norma ASTM D6433 encontrando la mayoría de estas fallas con una incidencia baja y media de afectación, el nivel predominante es el de severidad Medio, y la falla en la cual predomina es la de tipo 19: Desprendimiento de agregados con una incidencia de 41.33 %.
- Al realizarse el análisis del estado de conservación de la Av. Víctor Andrés Belaunde se logró calcular el PCI de cada unidad de muestra y al promediar dichos

resultados se obtuvo **PCI = 52.02** que según el rango contemplado en el Manual de aplicación de PCI se encuentra en un estado de conservación **REGULAR**.

- Luego de la evaluación y al obtener como resultado un pavimento **REGULAR** se proponen algunas alternativas de intervención de acuerdo al manual Pavement Condition Index (Pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras del Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela (Manizales, 2002), los cuales están en la sección **RECOMENDACIONES**.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Según el manual Pavement Condition Index (Pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras del Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela (Manizales, 2002), nos recomienda algunas alternativas de solución para cada falla y nivel de severidad.

**Falla:** Abultamientos y hundimientos

**Severidad:** L

**Alternativa de Solución:** No se hace nada

**Falla:** Parcheo

**Severidad:** L

**Alternativa de Solución:** No se hace nada

**Falla:** Parcheo

**Severidad:** M

**Alternativa de Solución:** Sustitución de parche

**Falla:** Parcheo

**Severidad:** H

**Alternativa de Solución:** Sustitución de parche

**Falla:** Desprendimientos de agregados

**Severidad:** L

**Alternativa de Solución:** Sello superficial

**Falla:** Desprendimientos de agregados

**Severidad:** M

**Alternativa de Solución:** Sello superficial

**Falla:** Grietas long. y/o transversal

**Severidad:** M

**Alternativa de Solución:** Sellado de grietas

**Falla:** Huecos

**Severidad:** L

**Alternativa de Solución:** Parcheo parcial o profundo

**Falla:** Huecos

**Severidad:** M

**Alternativa de Solución:** Parcheo parcial o profundo

**Falla:** Ahuellamiento

**Severidad:** L

**Alternativa de Solución:** Parcheo parcial

**Falla:** Ahuellamiento

**Severidad:** M

**Alternativa de Solución:** Parcheo profundo o fresado

- Si se desea mejorar aún más la condición de la avenida se debe aplicar un riego de liga para reparar el problema del desprendimiento de agregados, que es la falla más frecuente.
- Dentro de los tipos de riego que pueden ser aplicados a este pavimento en particular, se encuentran las lechadas asfálticas o *Slurry Seal* y el riego pulverizado, también llamado *Fog Seal*. Ambos se pueden usar como procedimientos preventivos o correctivos de la superficie del pavimento, para el tratamiento de vías urbanas.

## REFERENCIAS

Aldazabal Barbaran, K. M. (2012). *Estudio Comparativo de las Metodologías del Relevamiento Superficial de Fallas de Pavimentos Asfálticos, Aplicación: Caso Chimbote*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Asto, R. y Fernández, J. (2021) *Evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método pavement condition index (PCI) en la av. Ricardo palma de la ciudad de Trujillo - La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/7840>

ASTM D6433-07. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Pensilvania.

Bermúdez, V. G. (2006). *Evaluación y Comparación de Metodologías Vizir y PCI sobre el tramo de Vía en Pavimento Flexible y Rígido de la Vía: Museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindía (PR 00+000 – PR 02+600)*. Manizales.

Cal y Mayor Asociados S.C. (s.f.). Anexo III. En *Evaluación de Trafico y Diseño de las Adecuaciones Requeridas sobre corredores Viales en Santa Fe de Bogotá*. Bogotá.

Coari, E. (2017) *Aplicación de la metodología PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la av. aviación de la ciudad de Juliaca en el 2017 Prado* [Tesis de Pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].

<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1464>

Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). *Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles*. Viña del Mar.

Correa, M. y Del Carpio, L. (2019) *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura* [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura].

<https://hdl.handle.net/11042/4162>

Cruz, J. y Restrepo, G. (2017) *Evaluación del estado de pavimentos flexibles en la zona urbana de La Calera* [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

[repository.udistrital.edu.co](http://repository.udistrital.edu.co)

Flores, E. (2019) *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible para evaluar el estado de conservación de la av. Pedro Muñoz, distrito Trujillo-Trujillo-La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/4768>



Freire, J. (2019) *Determinación del Índice de Condición del Pavimento en la av. Circunvalación Sur entre Primera Este y Nueve de Mayo Calera* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica De Machala].

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15429>

Gamboa Chicchón, K. P. (2009). *Cálculo del Índice de Condición Aplicado en Pavimento Flexible de la Av. Las Palmeras de Piura*. Piura: Universidad de Piura.

Garcés, D. (2017) *Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la Vía Azogues-Cojitambo-Deleg- La Raya* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca].

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556>

García, R. (2017) *Evaluación del pavimento flexible de la av. Leoncio Prado tramo entre la calle Real y la av. Huancavelica, distrito de Chilca de Huancayo en el año 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Los Andes].

<https://hdl.handle.net/20.500.12848/256>

Guevara, C y Urcia, E: (2019) *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del índice de condición del pavimento* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/5913>

- Huamán Guerrero, N. (2013). *Manual de Pavimentos Flexibles*. Lima. Menéndez, J. R. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*. Lima: OIT/Oficina Subregional de los Países Andinos.
- Hurtado, W. (2016) *Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha* [Tesis de Pregrado, Universidad Internacional del Ecuador]. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1263>
- Panduro, C. (2020) *Evaluación superficial del pavimento en la Av. Sebastián Lorente, Cercado de Lima, Lima, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI), en el año 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3339>
- Parra, I. (2018) *Procedimiento Estratégico para la Detección de daños en Pavimento Flexible en la Infraestructura Vial del Municipio de Fusagasugá Mediante las Metodologías Vizir y PCI* [Tesis de Pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/4853>
- Roque, E. y Roque, R. (2020) *Evaluación superficial del pavimento con el Método del índice de condición PCI en la avenida Honorio delgado, provincia y distrito de Trujillo, La libertad, 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/443>

Salinas, C. R. (2009). *Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja*. Loja.

Sánchez, A. (2016) *Evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo mercado Santa Rosa, El Bosque - Avenida Ricardo Palma, mediante el método del índice de condición del pavimento PCI, año 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada de Trujillo].

<http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/49>

Suárez, J. J. (2012). *Análisis Comparativo de los Métodos para la Evaluación de Defectos de los Pavimentos y su aplicabilidad en Carreteras Colombianas*. Bucaramanga.

Tacza,E y Rodriguez,B.(2018) *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

<http://hdl.handle.net/10757/624556>

Vásquez Varela, L. R. (2002). *Manual PCI*. Manizales.

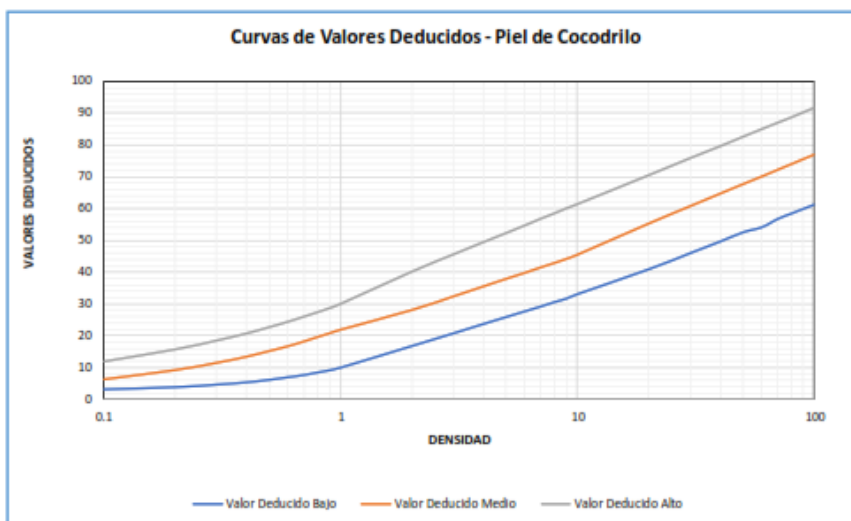
## ANEXOS

### Anexo 1

#### Curvas de valores deducidos para cada tipo de falla según PCI

##### 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	35.00	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	54.00	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

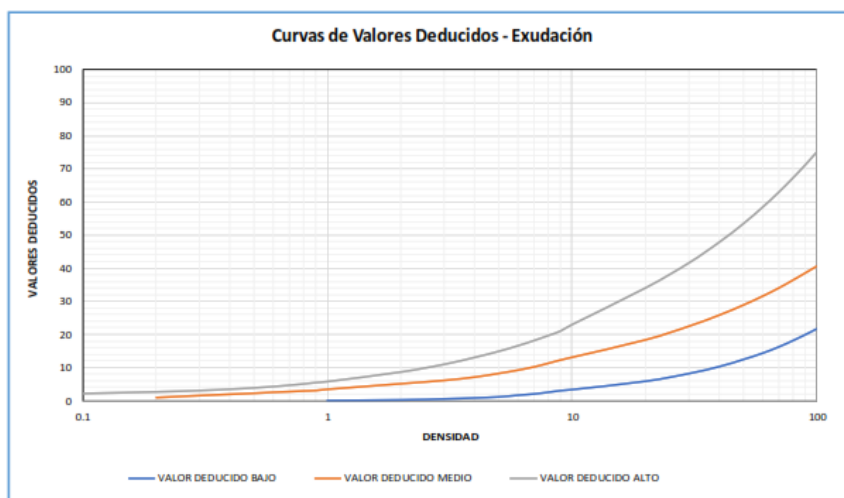


Valores deducidos del daño “Piel de Cocodrilo”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

## 2. Exudación

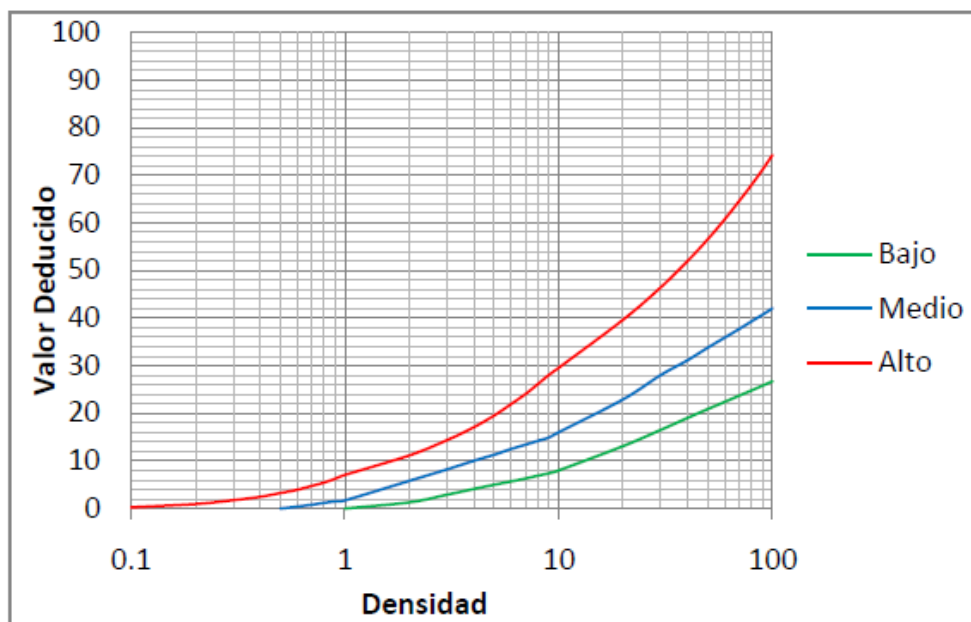
DENSIDAD	Valor Deducido		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	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



Valores deducidos del daño “Exudación”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

## 3. Agrietamiento en Bloque

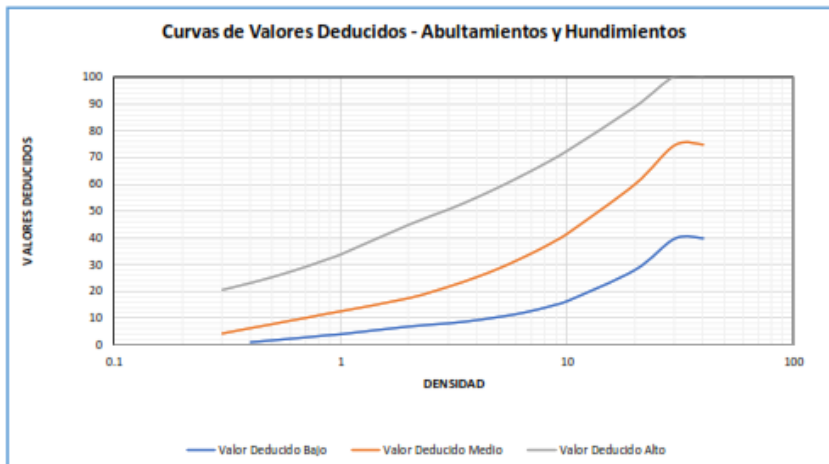


Valores deducidos del daño “Arietamiento en Bloque”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

#### 4. Abultamientos y Hundimientos

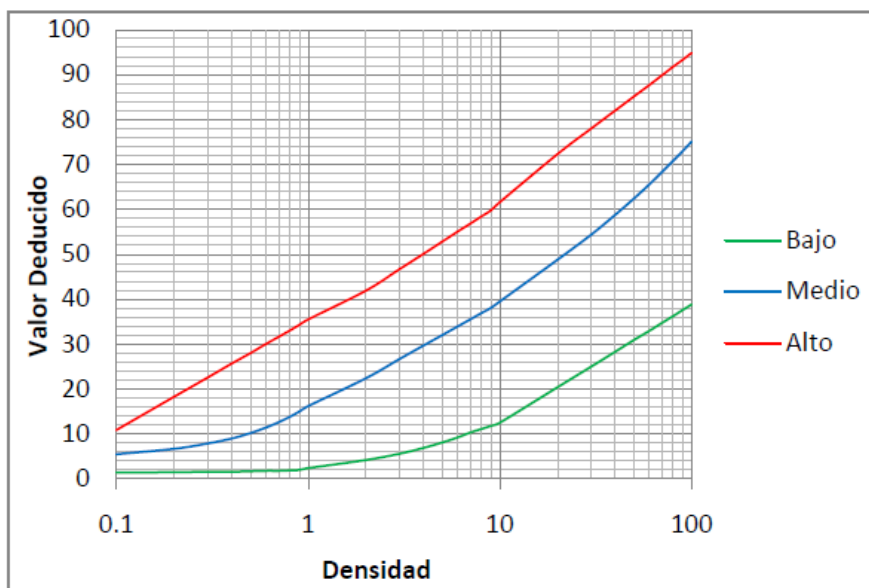
Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	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
40.00	40.00	75.00	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			



Valores deducidos del daño “Abultamientos y Hundimientos”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

#### 5. Corrugación

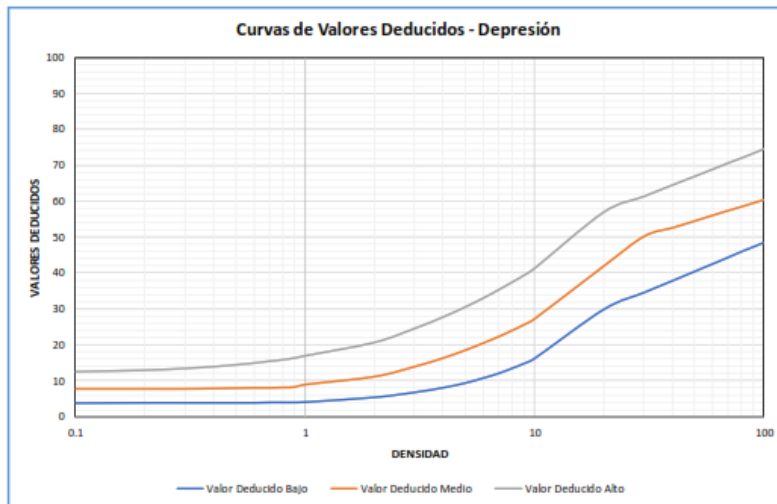


Valores deducidos del daño “Corrugación”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 6. Depresión

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

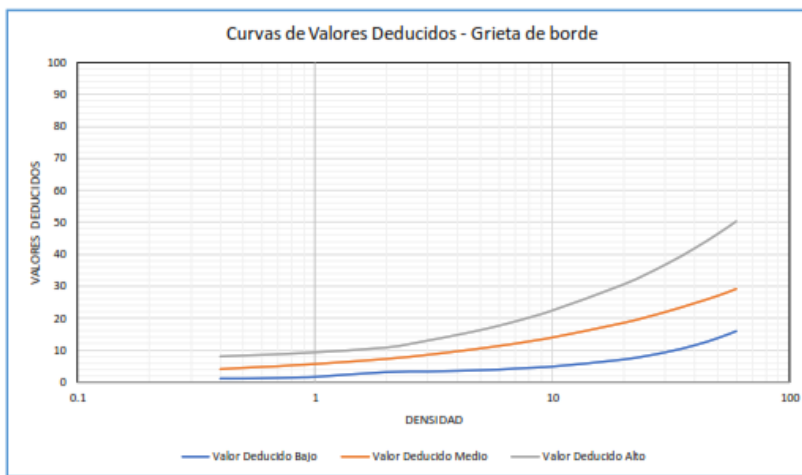


Valores deducidos del daño “Depresión”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 7. Grieta de Borde

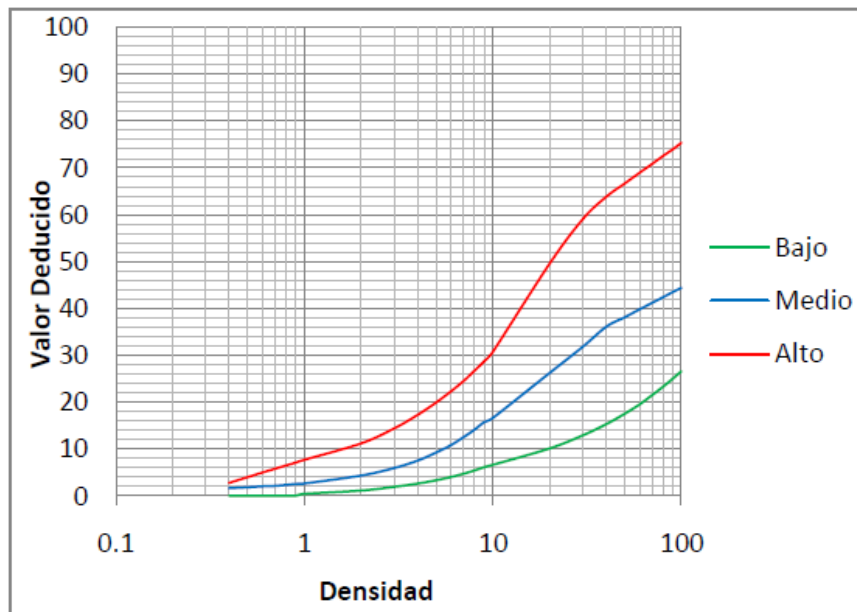
Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	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			



Valores deducidos del daño “Grieta de Borde”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 8. Grieta de Reflexión de Junta

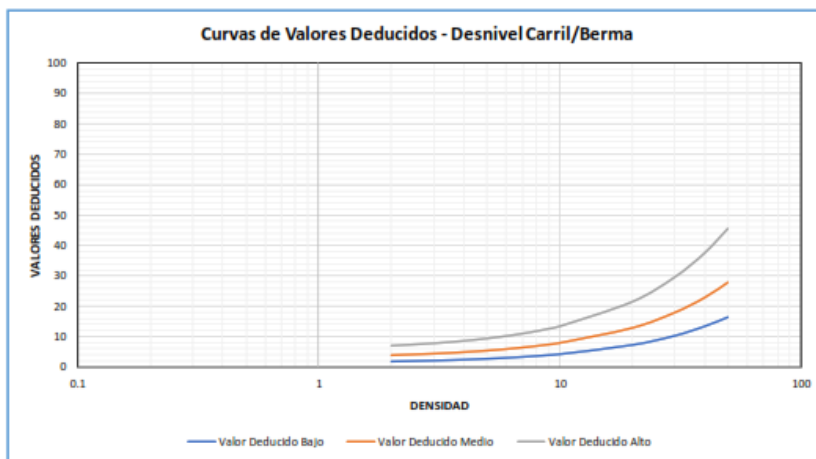


Valores deducidos del daño “Grieta de Reflexión de Junta”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 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			



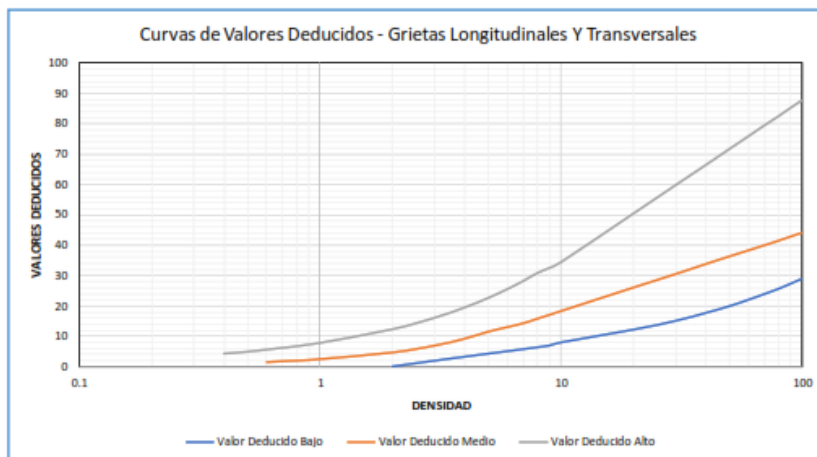
Valores deducidos del daño “Desnivel carril/berma”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.



### 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

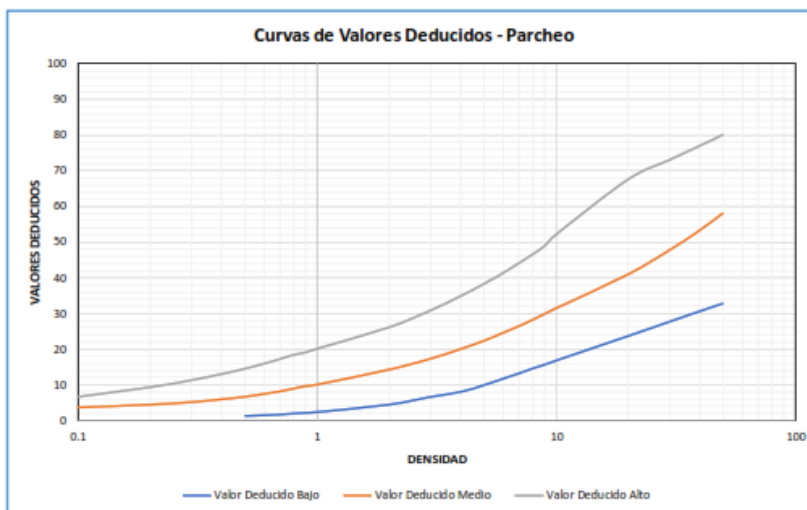


Valores deducidos del daño “Grietas longitudinales y transversales”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 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			

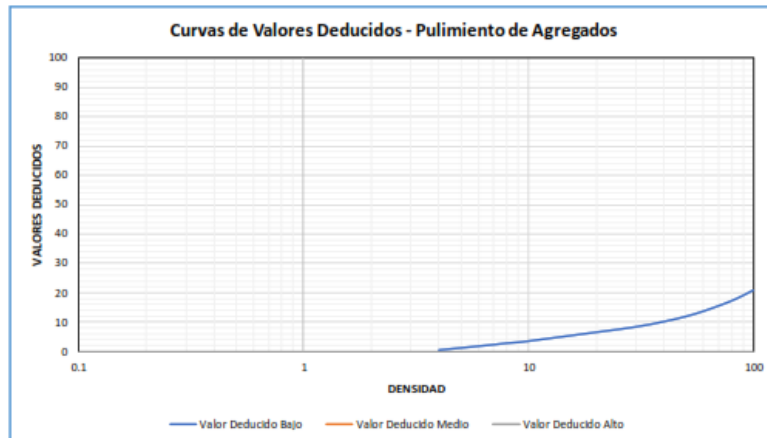


Valores deducidos del daño “Parcheo”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 12. Pulimento de Agregados

Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	

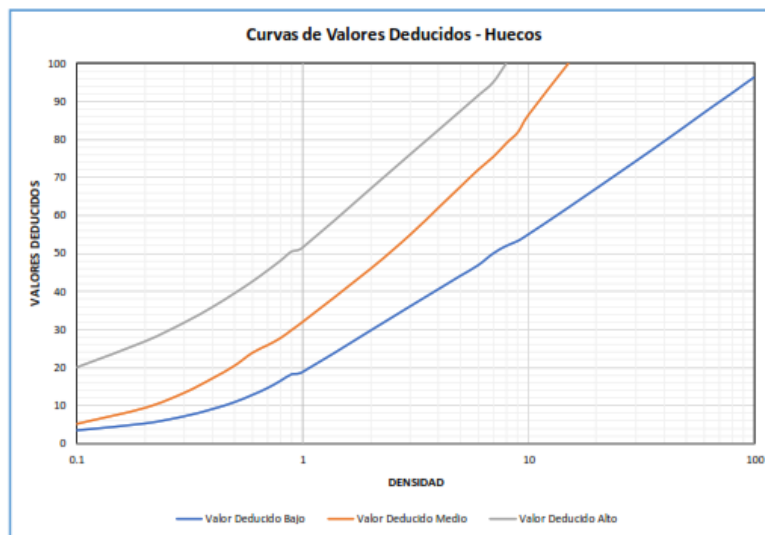


Valores deducidos del daño “Pulimento de Agregados”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 13. Huecos

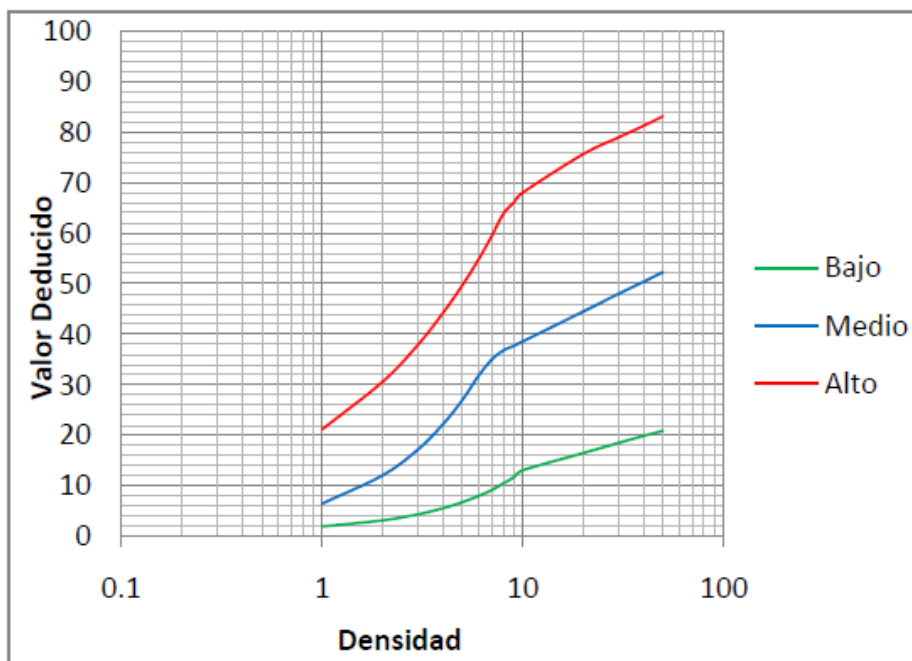
Densidad	Valor Deducido		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	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	100.00
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		



Valores deducidos del daño “Huecos”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

14. Cruce de vía Férrea

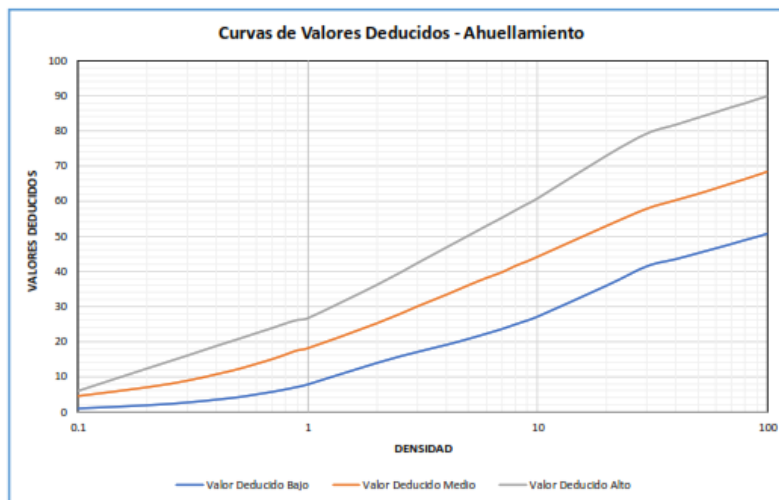


Valores deducidos del daño “Cruce de vía férrea”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

15. Ahuellamientos

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

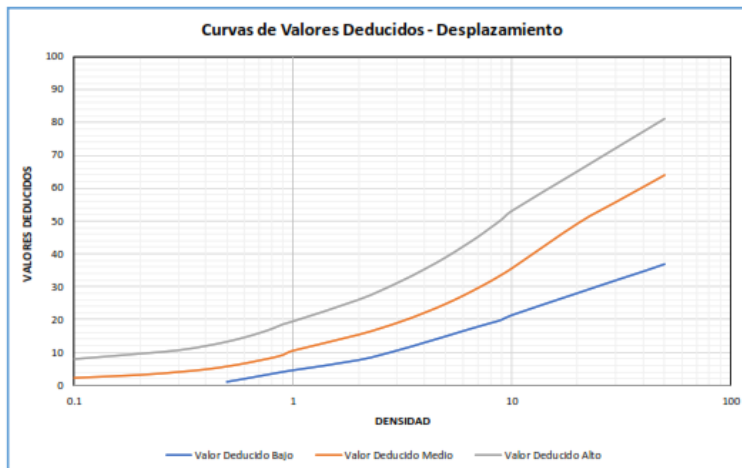


Valores deducidos del daño “Ahuellamientos”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 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			

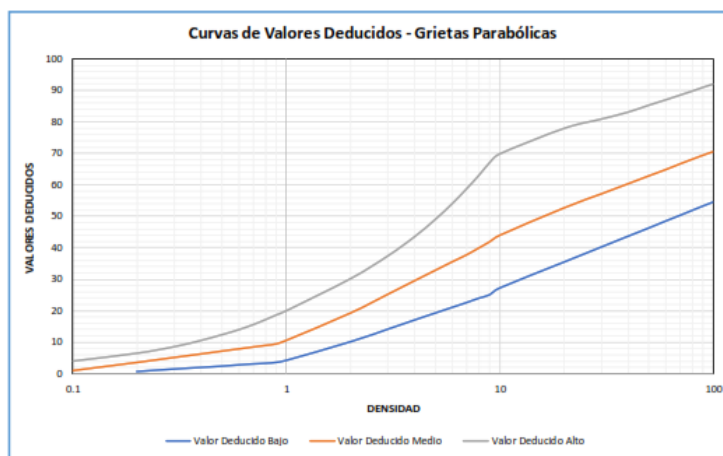


Valores deducidos del daño “Desplazamiento”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 17. Grietas Parabólicas (Slippage)

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

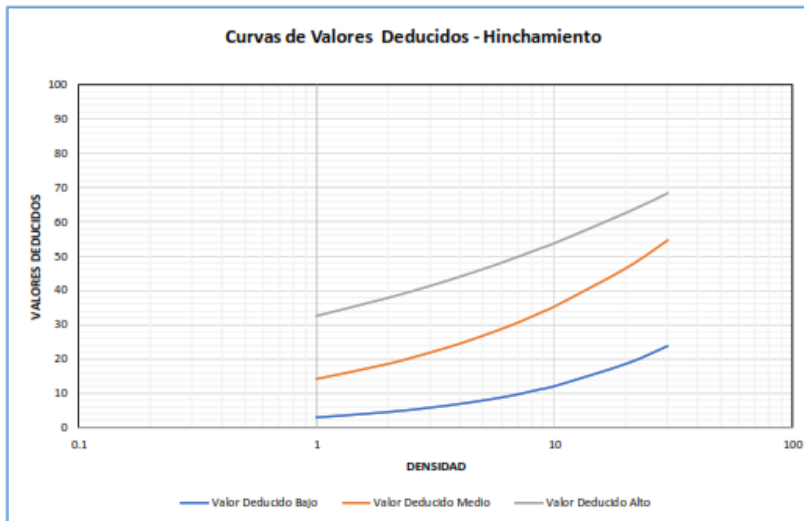


Valores deducidos del daño “Grietas Parabólicas”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 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			

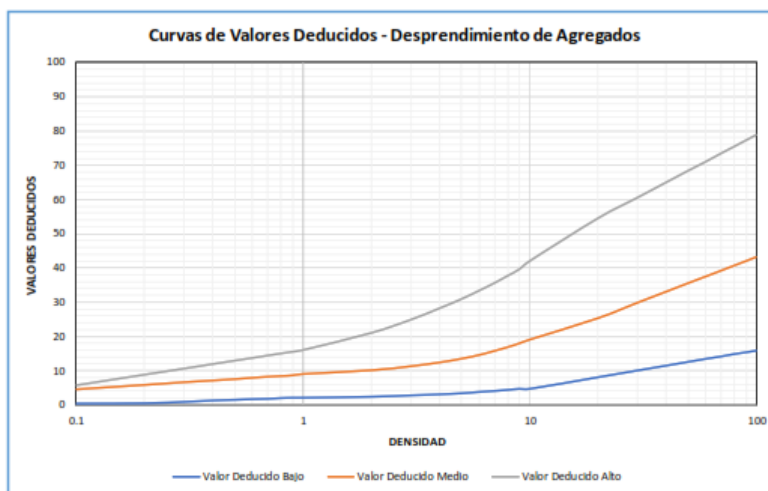


Valores deducidos del daño “Hinchamiento”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

### 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



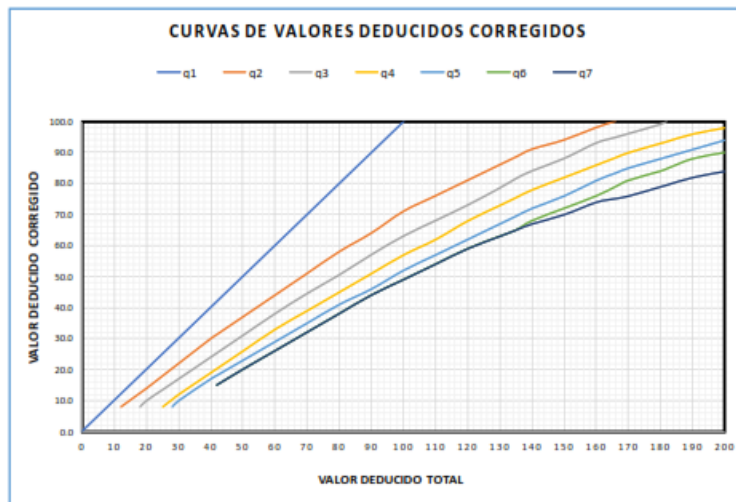
Valores deducidos del daño “Desprendimiento de Agregados”

Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.

## Anexo 2

### Curva de valores deducidos corregidos

VDT	Valor Deducido Corregido						
	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	q <sub>6</sub>	q <sub>7</sub>
0	0.0						
10	10.0						
12	12.0	8.0					
18	18.0	12.5	8.0				
20	20.0	14.0	10.0				
25	25.0	18.0	13.5	8.0			
28	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190				96.0	91.0	88.0	82.0
200				98.0	94.0	90.0	84.0

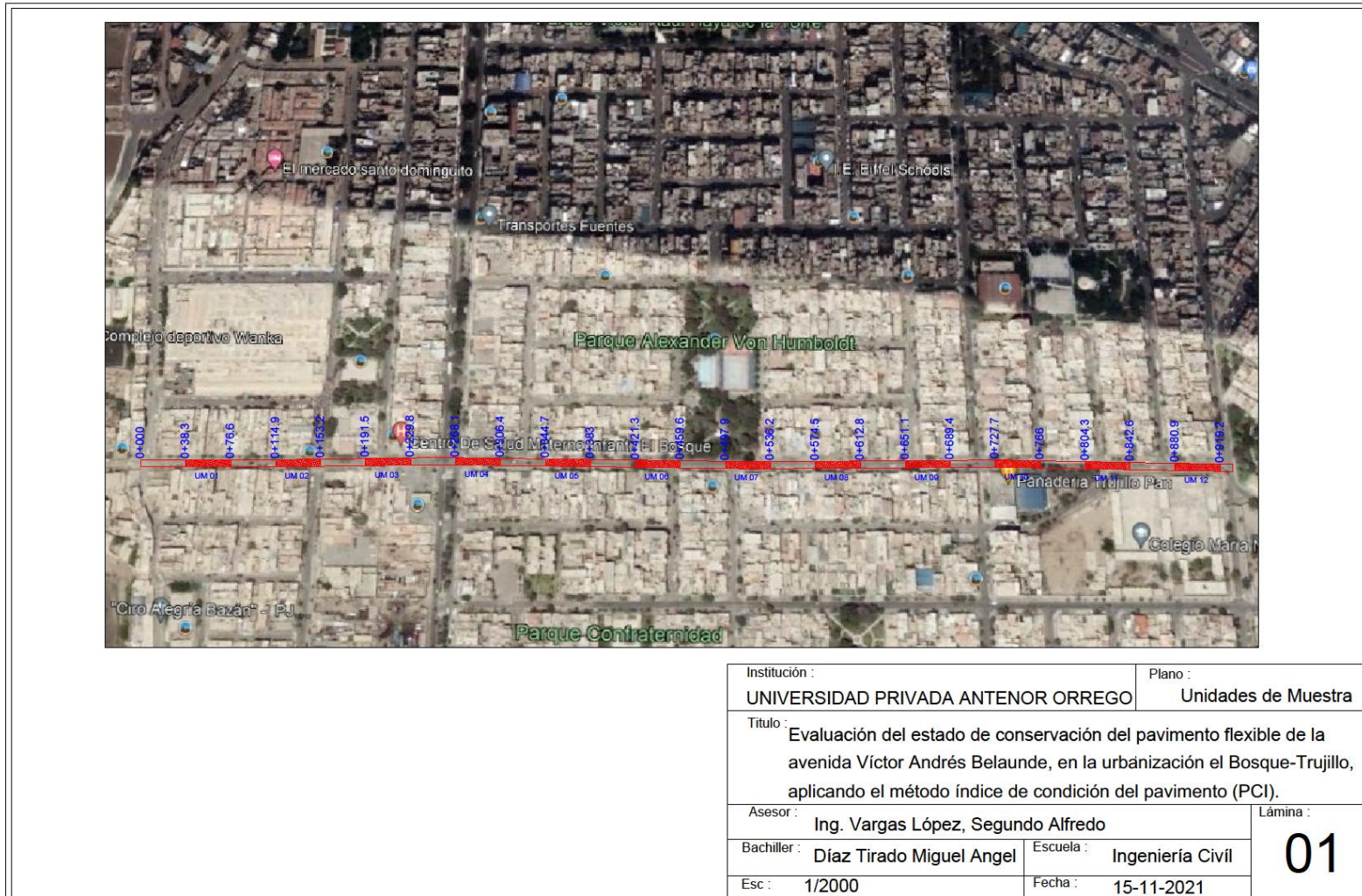


Curva para la obtención del valor deducido corregido para pavimento asfáltico  
 Fuente: Vásquez L, (2002) PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) Ingeniería de Pavimentos.



## Anexo 3

## Plano de unidades de muestra de la avenida Víctor Andrés Belaunde



01