



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón  
Caraz cuadras 7-8-9–Huaraz, Ancash 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Huete Inocente, Jhenry Eloy (ORCID: 0000-0001-5520-2142)

Huaman Vargas, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-3906-8382)

**ASESOR:**

Mgtr. Ing. Ramirez Rondan, Raul Neil (ORCID: 0000-0002-5788-472X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura vial

**HUARAZ – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación va dedicado a:

A mis padres Julio Huete y Margarita Inocente; por su gran labor en mi formación como profesional para desarrollar el bien en la sociedad.

A mis hermanas que siempre están en todo momento junto a mí.

Jhenry Eloy.

A mis padres Donato Huaman y Dolora Vargas por su gran labor de padres en mi desarrollo para el bien de la sociedad.

A mi hijo Salvador Oswaldo por ser mi alegría, mi inspiración, mi fuerza.

Juan Carlos.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento va dirigido a:

Dios por la oportunidad de vida y la salud para el cumplimiento de nuestras metas.

A nuestros padres por la vida, consejos y el apoyo.

A los docentes de la Universidad Cesar Vallejo por las enseñanzas impartidas durante la formación profesional.

Los autores.

## Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN.....	10
II.	MARCO TEÓRICO.....	14
III.	METODOLOGÍA.....	26
	3.1.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
	3.1.2. Variables y operacionalización.....	26
	3.1.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis..	29
	3.1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
	3.1.5. Procedimientos.....	31
	3.1.6. Método de análisis de datos.....	33
	3.1.7. Aspectos éticos.....	34
IV.	RESULTADOS.....	35
V.	DISCUSIÓN.....	47
VI.	CONCLUSIONES.....	50
VII.	RECOMENDACIONES.....	52

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Escala de valoración y estrategias basadas en el valor del PCI.....	22
<b>Tabla 2</b> Cuadro de daños patológicos en pavimentos rígidos. ....	23
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de variables.....	27
<b>Tabla 4</b> Unidad de análisis en la evaluación del pavimento rígido. ....	30
<b>Tabla 5</b> Fallas identificadas en la muestra de estudio. ....	35
<b>Tabla 6</b> Severidad, densidad y valores deducidos de la cuadra 7 del Jr. Caraz.....	38
<b>Tabla 7</b> Severidad, densidad y valores deducidos de la cuadra 8 del Jr. Caraz.....	39
<b>Tabla 8</b> Severidad, densidad y valores deducidos de la cuadra 9 del Jr. Caraz.....	39
<b>Tabla 9</b> Cantidad de valores deducibles a usar para las cuadras 7,8 y 9.....	40
<b>Tabla 10</b> Reducción de valores deducidos y PCI de la cuadra 7 del Jr. Caraz .....	40
<b>Tabla 11</b> Reducción de valores deducidos y PCI de la cuadra 8 del Jr. Caraz .....	40
<b>Tabla 12</b> Reducción de valores deducidos y PCI de la cuadra 9 del Jr. Caraz .....	41
<b>Tabla 13</b> Estado general del Jr. Caraz según la metodología PCI .....	42
<b>Tabla 14</b> Propuesta de intervención de acuerdo a la severidad de la falla .....	43
<b>Tabla 15</b> Matriz de consistencia .....	73

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Superficie de rodadura del pavimento en buen estado.....	19
<b>Figura 2</b> Estructura de un pavimento .....	19
<b>Figura 3</b> Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.....	20
<b>Figura 4</b> Preparación de las juntas de reparación a profundidad parcial .....	25
<b>Figura 5</b> Sellado de grietas .....	25
<b>Figura 6</b> Grieta lineal, losa dividida y rotura de esquina .....	36
<b>Figura 7</b> Rotura de esquina.....	36
<b>Figura 8</b> Tipos de fallas existentes en las cuadras 7, 8 y 9 .....	37
<b>Figura 9</b> Porcentaje total de fallas.....	38
<b>Figura 10</b> Perfil PCI por cuadra.....	41
<b>Figura 11</b> Condición PCI más frecuente.....	42
<b>Figura 12</b> Aplicación de sello en pavimento .....	44
<b>Figura 13</b> Parcheo parcial .....	45
<b>Figura 14</b> Parcheo profundo.....	46
<b>Figura 15</b> Cuadra 7 – grieta de durabilidad .....	57
<b>Figura 16</b> Cuadra 7 – parcheo pequeño.....	57
<b>Figura 17</b> Cuadra 7 – losa dividida.....	58
<b>Figura 18</b> Cuadra 7 – grieta lineal .....	58
<b>Figura 19</b> Cuadra 7 – rotura de esquina.....	59
<b>Figura 20</b> Cuadra 7 – pulimiento de agregados.....	59
<b>Figura 21</b> Cuadra 8 – losa dividida.....	60
<b>Figura 22</b> Cuadra 8 – grieta lineal .....	60
<b>Figura 23</b> Cuadra 8 – sello de junta .....	61
<b>Figura 24</b> Cuadra 8 – rotura de esquina.....	61
<b>Figura 25</b> Cuadra 8 – pulimiento de agregados.....	62
<b>Figura 26</b> Cuadra 8 – grieta lineal, losa dividida y rotura de esquina.....	62
<b>Figura 27</b> Cuadra 9 – rotura de esquina.....	63
<b>Figura 28</b> Cuadra 9 – pulimiento de agregados.....	63
<b>Figura 29</b> Cuadra 9 – sello de junta .....	64
<b>Figura 30</b> Cuadra 9 – grietas de durabilidad .....	64
<b>Figura 31</b> Cuadra 9 – grietas de durabilidad .....	65
<b>Figura 32</b> Cuadra 9 – losa dividida y sello de junta .....	65
<b>Figura 33</b> Hoja de inspección para la evaluación del PCI en la cuadra 7 del Jr. Caraz ...	66
<b>Figura 34</b> Hoja de inspección para la evaluación del PCI en la cuadra 8 del Jr. Caraz ...	67

<b>Figura 35</b>	Hoja de inspección para la evaluación del PCI en la cuadra 9 del Jr. Caraz ...	68
<b>Figura 36</b>	Curvas para pavimentos de concreto fallas 21, 22, 23, 24, 25 y 26.....	69
<b>Figura 37</b>	Curvas para pavimentos de concreto fallas 27, 28, 29, 30, 31 y 32.....	70
<b>Figura 38</b>	Curvas para pavimentos de concreto fallas 33, 34, 35, 36, 37 y 38.....	71
<b>Figura 39</b>	Curva para pavimentos de concreto fallas 39.....	72
<b>Figura 40</b>	Curva para determinar el máximo valor deducido corregido.....	72
<b>Figura 41</b>	Solicitud de autorización para estudios .....	75
<b>Figura 42</b>	Autorización aprobada por la municipalidad provincial de Huaraz.....	76
<b>Figura 43</b>	Plano de Localización .....	77
<b>Figura 44</b>	Plano de Ubicación de las cuadras a intervenir.....	78

## **Resumen**

Los pavimentos se construyen para facilitar la movilidad y la accesibilidad de las actividades socioeconómicas en la sociedad, además, la existencia de los pavimentos es muy necesaria para apoyar la tasa de crecimiento de la economía, la agricultura y otros sectores; considerando estos beneficios se examina que es una prioridad la investigación y el desarrollo del mantenimiento, surgiendo la necesidad de realizar estudios de localización y caracterización de los defectos.

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en las cuadras 7,8 y 9 del jirón Caraz de la ciudad de Huaraz, para lo cual la naturaleza del estudio es cuantitativo, el tipo de investigación fue aplicada y transversal descriptiva, el diseño de investigación fue no experimental transversal, la población de estudio fue el pavimento rígido del Jirón Caraz de las cuadras 7, 8 y 9 ubicados en la zona céntrica de la ciudad de Huaraz y la muestra fue todos los paños del pavimento rígido de la cuadra 7, 8 y 9 del Jirón Caraz el cual hace un total de 136 paños, se determinó que en la cuadra 7 del Jr. Caraz, se encontró en estado REGULAR por tener un valor PCI de 53, a la cuadra 8 se le determinó el estado BUENO por tener un valor PCI de 61 y a la cuadra 9 se le determinó el estado BUENO por tener un valor PCI de 56, de lo que se concluyó que la clasificación general del Jr. Caraz fue BUENO por tener un valor PCI promedio de 56.67.

### **Palabras claves:**

Pavimento rígido, Pavement Condition Index (PCI), Evaluación

## **Abstract**

Pavements are built to facilitate mobility and accessibility of socio-economic activities in society, the existence of pavements is very necessary to support the growth rate of the economy, agriculture and other sectors; considering these benefits, it is examined that maintenance research and development is a priority, arising the need for carrying out studies to locate and characterize defects.

The aim of this research work was to evaluate the rigid pavement by applying the PCI method in blocks 7, 8 and 9 of the Caraz Street of the city of Huaraz, the type of research was applied and descriptive, the research design was experimental transversal. The population of the present study was the rigid pavement of the Jirón Caraz of blocks 7, 8 and 9 located in the downtown area of the city of Huaraz and the sample was all the slabs of blocks 7, 8 and 9 of the Jirón Caraz which makes a total of 136 slabs. Therefore, it was determined for block 7 of Jr. Caraz in FAIR status because it had a PCI value of 53, block 8 was determined as GOOD status because it had a PCI value of 61 and block 9 was It was determined as GOOD status for having a PCI value of 56, therefore it was concluded that the general classification of Jr. Caraz was GOOD for having an average PCI value of 56.67.

### **Keywords:**

Rigid pavement, Pavement Condition Index (PCI), Evaluation

## I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de (Solminihac, y otros, 2018); menciona que el crecimiento económico y social en la sociedad se encuentra relacionada con el buen mantenimiento del sistema de transporte.

En la opinión de Patuso y otros, 2019 en la revista (Analysis of Pavement Condition Survey Data for Effective Implementation of a Network Level Pavement Management Program for Kazakhstan, 2019); indican que el transporte cumple una función vital en el crecimiento económico de una sociedad; a consecuencia de que los bienes y servicios transitan mayormente por este medio; ya que en la actualidad un país funciona adecuadamente si cuenta con un sistema de transporte eficaz.

Como lo hace notar Al-Rubaei y otros, en la revista científica (Evaluation of rigid pavement using the Pavement Condition , 2020) mencionan que el pavimento es la infraestructura relevante para la sociedad y más aún al conservarse en buenas condiciones ya que esto genera seguridad al transporte, con el cual brindaría servicios de calidad a todos los usuarios; ya que todo sistema vial para garantizar lo mencionado requiere de mantenimientos periódicos o rutinarios.

De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su informe de diagnóstico en infraestructuras (MTC, 2020), sostiene que la infraestructura vial es un sistema básico elemental para alcanzar niveles competitivos así poder mantener la sostenibilidad económica y social; ya que al contar con deficiencias en este sector conllevaría a una disminución en la economía nacional; de modo contrario se genera una disminución de costos dinamizando movimientos comerciales e incrementándose la economía nacional.

A juicio de Eisa M.S y colaboradores en su revista (Effect of metakaolin-based geopolymer concrete on the length of rigid pavement slabs, 2021), describen que un pavimento rígido es una de las estructuras que normalmente son usadas en zonas de alto tráfico y que el cemento es el elemento más usado para su construcción.

Teniendo en cuenta a Deep Pawan y colaboradores en la revista (Evaluation of Load transfer in rigid pavements by Rolling wheel deflectometer and Falling weight deflectometer, 2019) argumentan que los pavimentos rígidos tienen un

amplio uso ya sea en vías y aeropuertos; ya que cuentan con excelentes propiedades como elevada capacidad de carga y prolongada vida útil; sin embargo, los pavimentos rígidos presentan fallas debido a una deficiente transferencia de carga.

En el estado peruano, así como en otros países del mundo los pavimentos cuentan con un periodo de vida útil definido ya que estos factores están sujetos como al clima, la transitabilidad, modificaciones en su estructura, etc. Un diseño y proceso constructivo óptimo el cual posibilitará un excelente funcionamiento y un periodo de vida útil del pavimento; en caso contrario posibilitara fallas del pavimento afectando el estado de la vía; debido a estas circunstancias es fundamental aplicar técnicas de mantenimiento y rehabilitaciones preventivas de manera periódica para la elección de las técnicas de conservación es indispensable reconocer el estado real de los pavimentos y las razones que las producen; para conocer estos existen muchos procedimientos en la evaluación de pavimentos entre ellas se encuentra la metodología de Pavement Condition Index (PCI) o Índice de Condición de Pavimento.

Al-Rubaei y colaboradores, describen a la metodología del PCI como “un valor que indica el estado actual de un pavimento en estudio; resultado obtenido de una evaluación correspondiente al tiempo”. (Evaluation of rigid pavement using the Pavement Condition , 2020). Y de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática en su reporte del censo 2017, (INEI, 2018), deduce un crecimiento poblacional en la ciudad de Huaraz de 1.1% anual, ya sea horizontal o verticalmente de modo que se consideran la construcción y/o mejoramiento de infraestructuras viales, entre estas infraestructuras existe una de gran importancia y con mucha influencia en el crecimiento económico de la ciudad; ya que las vías de comunicación cuentan con diferentes materiales, metodologías de diseño y construcción, entre estas se encuentran las vías de pavimento rígido. Como expresa el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del estado Peruano y su Decreto Supremo, (MTC, DS N° 021- 2016); considera que las vías urbanas son calles conformantes de una ciudad en crecimiento, que no forman parte del Sistema Nacional de Carreteras ya que se reglamentan bajo ordenanzas municipales definido ya las condiciones para el tipo de uso.

Existen muchas arterias viales en la zona urbana y rural de la ciudad de Huaraz que han alcanzado su ciclo de vida útil o que por factores externos han llegado a una situación bastante deteriorada, entre ellas existen pavimentos rígidos, flexibles, carreteras afirmadas, sin afirmar, etc.; los cuales ameritan un mantenimiento y en muchos casos su construcción. El alcance de la presente tesis; tiene como finalidad evaluar el estado actual de los cuadrantes 7, 8 y 9 del Jirón Caraz cabe indicar que dichos cuadrantes se encuentran entre las Avenidas Fitzcarrald y Agustín Gamarra ubicados en la zona céntrica de la ciudad de Huaraz; entonces identificamos el **problema** como ¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido del Jirón Caraz cuerdas 7-8 y 9-Huaraz, Ancash 2021? dicho estudio se realizó mediante la evaluación de la condición de pavimento rígido aplicando la metodología del Pavement Condition Index (PCI). Proponiendo de este modo una guía a las autoridades correspondientes con resultados que propongan estrategias y sugerencias de intervención para el mantenimiento y/o rehabilitación de mencionada arteria vial; que dicho sea de paso cumple una función bastante primordial en la dinámica vehicular de la ciudad; ya que se encuentra junto a esta vía el terminal de los vehículos hacia la provincia de Carhuaz así mismo transitan los vehículos de las líneas que se movilizan al distrito de Independencia en fin es una vía que es parte del desarrollo de la economía en la ciudad de Huaraz.

La justificación e importancia con la presente tesis de investigación se pretende realizar la evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuerdas 7-8-9 – Huaraz, Ancash 2021. En el cual el pavimento rígido también conocido como pavimento hidráulico (debido a la reacción química del cemento con el agua), está compuesto por losas (material de concreto), y dependiendo del tránsito que demanda en algunas ocasiones se incluye el acero estructural, sobre un material de base granular y un terreno natural donde se apoya el pavimento llamada subrasante.

Son proyectos de inversión pública o privada, por lo tanto, necesitan de mantenimientos y/o reparaciones para alargar su tiempo de vida útil siendo mayor a los 20 años y conservando los estándares de calidad. Durante mucho tiempo se ha venido exigiendo a entidades del estado la construcción de nuevas

vías y dejando sin importancia la conservación de éstas, debido a la no asignación de recursos para mantenimientos y/o rehabilitaciones de las vías; y con la inspección visual minuciosa con ciertos criterios y observando las fallas existentes, para su posterior procesamiento y cálculo del valor del índice de condición del pavimento; así el tiempo de vida de un pavimento según su diseño no es necesario conservarlo, sino deben de ser reconstruidos después que hayan cumplido con el tiempo de vida útil.

La **Hipótesis** para este estudio es realizar la evaluación de la condición del pavimento rígido empleando el método PCI (Índice de Condición del Pavimento) con el cual se conocerá el estado de conservación del Jirón Caraz cuadras 7-8-9-Huaraz, Ancash 2021.

Se consideró para este estudio como el **objetivo general**; Evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en las cuadras 7, 8 y 9 del jirón Caraz de la ciudad de Huaraz, el cual se pretende alcanzar cumpliendo los siguientes **objetivos específicos**; Primero determinar los diferentes tipos de fallas existentes en las cuadras seleccionadas para el estudio, segundo realizar una evaluación superficial de fallas determinadas aplicando la metodología del PCI y tercer objetivo específico Proponer alternativas de solución para las fallas encontradas mediante el método del PCI.

## II. MARCO TEÓRICO

Basado en estudios internacionales, en la opinión de (Chavez, y otros, 2019); mencionan en su investigación de pregrado para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cuenca - Ecuador; titulado “Desarrollo de la correlación entre dos indicadores en la superficie del pavimento rígido de la Avenida Loja - Cuenca 2019” en el cual plasmaron como objetivo realizar la investigación de la correlación entre el índice de rugosidad Internacional (IRI) y el índice de la condición del pavimento (PCI), haciendo uso de la metodología no experimental descriptivo cuantitativo en una muestra de 86 secciones de tramos de 50.00 m de longitud utilizando materiales como: cinta métrica, flexómetro y regla de madera para lo cual obtuvieron que el estado real de la Avenida Loja según la norma ASTM D6433 se clasifica como excelente en un 45% de la vía, como bueno el 35%, aceptable el 11% y malo el 9%; haciendo reconocimiento y concluyendo en ese sentido que las fallas que más afectan al tramo de estudio son: agrietamiento lineal y parcheo largo debido a su gran impacto negativo en la condición apropiada de la vía. Como lo hace notar Arhin Stephen A. en la revista científica de título en español Predicción del índice de condición del pavimento utilizando el método de Índice de rugosidad internacional en una zona urbana densa de la ciudad de Washington (Predicting pavement condition index using international roughness index in a dense urban area., 2015), en la universidad de Howard; el cual tuvo como objetivo obtener una relación entre PCI e IRI para varias clasificaciones de carreteras y tipos de pavimento mediante datos de desgaste y suavidad (IRI) lo cual se obtuvo previamente de secciones de carreteras en el distrito teniendo como metodología no experimental cuantitativo, así obteniendo como resultado que los PCI de pavimento compuestos eran más suaves que los pavimentos de hormigón 58 y 55 según su clasificación respectivamente, para lo cual concluyendo que los modelos de regresión pueden utilizarse para la clasificación de carreteras funcionales mediante los valores de PCI y reducir la asignación de fondos horas – hombre. Dicho con palabras de Setyawan, Ary en la revista científica titulada en español “Predecir la vida útil restante de la carretera usando el índice de condición del pavimento en la ciudad de Sumatra del Sur” (Predicting the remaining service life

of road using pavement condition index, 2015); teniendo como objetivo central evaluar los daños de la carretera y calcular la vida útil restante del pavimento mediante valores de PCI y la vida útil restante en función a la deflexión calculado a partir de datos del deflectómetro de caída de peso (FWD) mediante la siguiente relación  $y = 4.0622\ln(x) - 14.117$  , bajo la metodología no experimental cuantitativa llegaron a la siguiente conclusión que los valores de PCI por debajo de 40 tienen una vida útil restante menor a 01 año y valores de PCI por encima de los 50 tienen una vida útil mayor a 01 año. En relación a Al-Neami Mohammed A. en la revista científica titulada en español Evaluacion de la condición de pavimento en las carreteras de la ciudad de Al-Kut Irak (Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City, 2017), tuvieron como objetivo central estimar la condición del pavimento flexible mediante haciendo uso del software Paver 5.2, haciendo uso de la metodología no experimental descriptiva cuantitativa, llegaron al siguiente resultado que el 48% de las carreteras en estudio se encuentran en buenas condiciones y el 52% de las carreteras en estudio se encuentran en mal estado para lo cual concluyeron de esta manera que el uso del software Paver 5.2 tiene una buena capacidad y precisión en la estimación del índice de condición de pavimento PCI. Como lo hace notar Ramli Yuswardy en la revista científica titulado en español Evaluación del estado del pavimento de la carretera mediante PCI en la carretera Beureunuen - Batas Keumala Tailandia (Evaluasi kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan metode pavement condition index (pci) (studi kasus ruas jalan Beureunuen – Batas Keumala), 2018); para lo cual tuvieron como objetivo principal la evaluación del estado en el pavimento rígido mediante el PCI haciendo uso de la metodología descriptiva no experimental cuantitativa, obteniendo así el siguiente resultado que las fallas más comunes en la vía de estudio fueron: grietas de cocodrilo, grietas de bloques, depresión, corrugaciones, grietas en los bordes, surcos, grietas longitudinales y parches dentro de los cuales obtuvieron valores de PCI igual a 39.6 en el tramo I y 24.7 en el tramo II. Concluyendo así que el tramo I requiere de un mantenimiento periódico y el tramo II reconstrucción de la vía.

Teniendo en cuenta a los antecedentes nacionales; en la investigación titulada “Análisis superficial del pavimento rígido mediante el PCI en la ciudad de Huamachuco 2020”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo (Mendoza, y otros, 2020); tuvieron como objetivo el análisis superficial del pavimento rígido mediante el PCI en la ciudad de Huamachuco, haciendo uso de la metodología no experimental transversal, teórico / descriptivos con una muestra de 10 calles principales así mismo obteniendo como resultado el porcentaje de patologías como parches pequeños al 19.32%, grietas lineales 13.89%, losas divididas 30.56%, grietas de esquina 8.33%, parches grandes 4.17%, parches pequeños 10.56%, pulimientos de agregados 13.54%, descascamiento de juntas 5.21% y el 4.17% del pavimento rígido no se manifiestan daños importantes, concluyendo de esta manera que las muestras estudiadas tienen un índice de condición del pavimento igual a 54 y se encuentra en estado Regular. Bajo la consideración de (Palomino, Edgar Yuri 2017), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote; titulado “Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI, en las pistas de la ciudad de Ayacucho”, en el cual opta por objetivo determinar la condición actual del pavimento rígido, aplicando el método del PCI en una muestra de 4 unidades de estudio mediante la metodología no experimental descriptiva cuantitativa, en el cual obtuvieron los siguientes resultados de la determinación del porcentaje de fallas más frecuentes en la siguiente secuencia; con 31,50% de falla en grietas lineales, 21,50% de falla en parcheo grande; 17,00% con la falla de losa dividida; 4,00% con la falla de descascamiento de juntas; 10,00% con la falla de grieta de esquina y 4,00% con la falla de punzonamiento, respectivamente la unidad de Muestra M1 obtuvo un PCI de 44, le corresponde un estado de condición Regular; la Muestra M2 tiene una condición Bueno con un PCI de 59; Muestra M3 presenta una condición Regular con un PCI 52 y la Muestra M4 obtuvieron un PCI 24 de condición Muy Malo, concluyendo que las unidades de estudio tienen un PCI promedio de 45 con una clasificación regular. Teniendo en cuenta a (Granda Hinostroza, 2018), para su tesis titulada “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca Yanacancha Pasco 2018”, optar el título profesional de Ingeniero Civil en la

Universidad Daniel Alcides Carrión en el cual tuvo como objetivo general Evaluar la condición del pavimento rígido por el método PCI bajo la metodología aplicada cuantitativa descriptiva no experimental, obteniendo el siguiente resultado así identificaron fallas predominando el pulimiento de agregados, losas divididas, desprendimientos y descascaramiento de juntas concluyendo que las vías en estudio requieren de un mantenimiento rutinario para cumplir con su función. En relación a (Tacza Herrera, y otros, 2018) en su investigación para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo titulada “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas para mejorar la condición del corredor Javier Prado Lima 2018” plantearon como objetivo principal presentar alternativas de intervención para la mejora de la condición del pavimento del corredor Javier Prado mediante la metodología descriptiva lograron determinar 8 fallas resaltantes: grietas piel de cocodrilo (20%), grietas longitudinales/transversales (18%), huecos (17%), ahuellamiento (14%), desplazamiento (14%), desprendimiento de agregados (9%), depresión (7%) y agrietamiento en bloque (2%), determinando alternativas de intervención como sellado de grietas, sellado superficial, bacheo superficial y bacheo profundo.

Basados en estudios locales, a juicio de (Rodriguez, 2016), en su investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Los Ángeles de Chimbote titulada “Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI) Carhuaz 2015”, cuyo objetivo general fue evaluar la condición operacional del pavimento rígido en las pistas del barrio el triunfo de la ciudad de Carhuaz, mediante la metodología aplicada no experimental, la muestra y población fueron 5 calles del barrio mencionado, obtuvo que la calle Jr. Amazonas tiene un PCI de 35 y una clasificación de Malo, la calle Jr. Soledad tiene un PCI de 51 y una clasificación de Regular la calle Jr. Comercio PCI de 51 y una clasificación de Regular la calle Jr. Santa Rosa tiene PCI de 55 y una clasificación de Bueno y la calle Jr. Brasil tiene PCI de 34 y una clasificación de Malo, infiriendo que el PCI promedio de las vías del barrio el Triunfo, tiene un PCI de 45.20%, obteniéndose la calificación de Regular. En relación a (Doig Sánchez, 2019); en su tesis de pregrado para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo

titulado “Evaluación de 0.57 km de Pavimento Rígido por el método PCI de la Avenida Confraternidad Internacional ciudad de Huaraz”, tuvo como objetivo general evaluar 0.57 km de pavimento rígido de la calle en mención mediante la aplicación de la metodología aplicada cuantitativa descriptiva no experimental, logro obtener un valor de PCI de 25 con una calificación de Malo. Como dice (Gamboa, y otros, 2019), en la investigación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo titulada “Aplicación del método PCI del estado superficial del Pavimento flexible al Pinar Independencia 2019”, cuyo objetivo principal fue evaluar a través del método PCI el estado superficial del Pavimento flexible de la vía al Pinar, en una población de 2,1 km de vía asfaltada y un muestra de 945 m, encontraron que las patologías más significativas son: piel de cocodrilo (31.41%), agrietamiento en bloque (20.45%), huecos (12.64%), grietas longitudinales y grietas transversales (6. 23%) y entre la U01 y U30 existe una zona crítica alcanzando un PCI de 28 y un promedio de valor de PCI de 64 infiriendo que el estado de la vía es regular y recomendando una rehabilitación.

En cuanto a la revisión bibliográfica referida al estudio según (Tacza Herrera, y otros, 2018); quienes citan a Montejo (2012), indican que los pavimentos son un conjunto estructural constituido por capas cubiertas unas a otras en forma longitudinal a la vía, diseñadas y construidas para soportar cargas del parque automotor; ya que las cargas del tránsito son transmitidas durante todo el periodo de vida útil para cual fueron proyectadas. Como afirma el (MTC, 2016), Ministerio de Transportes y Comunicaciones del estado peruano manifiesta en el Manual de Carreteras y la sección se Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos que un pavimento es una armadura constituida de varias capas: base, subbase y capa de rodadura; en cual resiste las cargas del flujo vehicular. Desde el punto de vista de Kirbas and Karaşahin (Estimating PCI Using Vibration Data for Asphalt Concrete Pavements, 2017); los pavimentos son infraestructuras importantes que brindan al público comodidad y seguridad además indica que una adecuada gestión de pavimentos proporciona información útil para programar decisiones de actividades para su mejora.

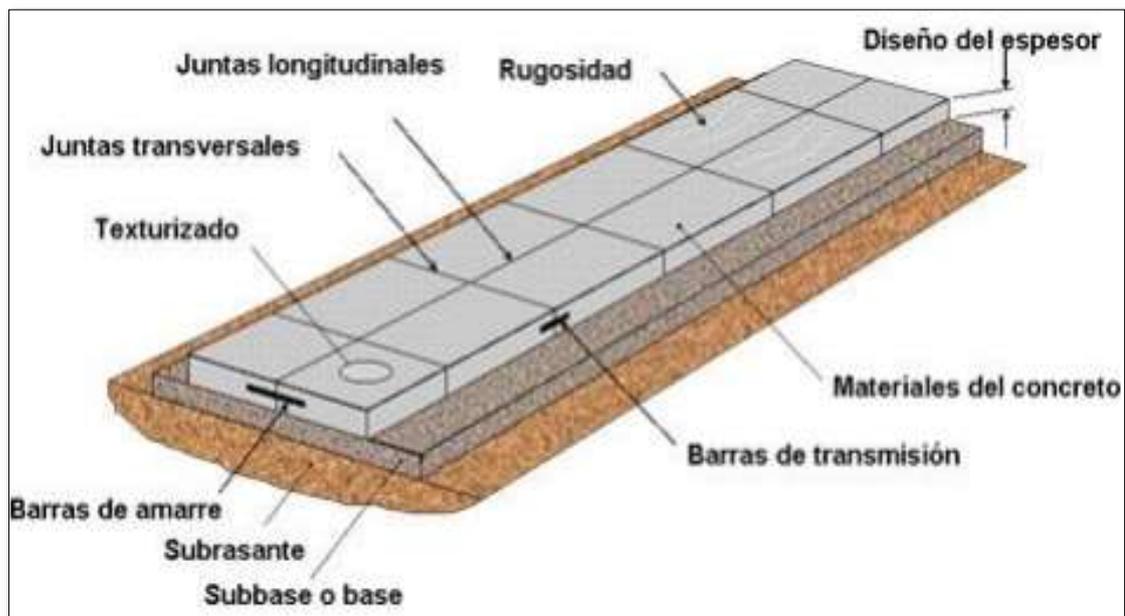
**Figura 1** Superficie de rodadura del pavimento en buen estado.



**Fuente:** (Codepa, 2019) <https://codepa.com.pe/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto/>

En cuanto a la estructura de un pavimento, según (Geotecnia mx, 2020), señala que los vehículos que transitan por los pavimentos generan un esfuerzo vertical el cual a medida que incrementa la profundidad disminuye; es por esta razón que se tiene distintas capas en un pavimento los cuales son cada vez más pobres a medida que aumenta la profundidad.

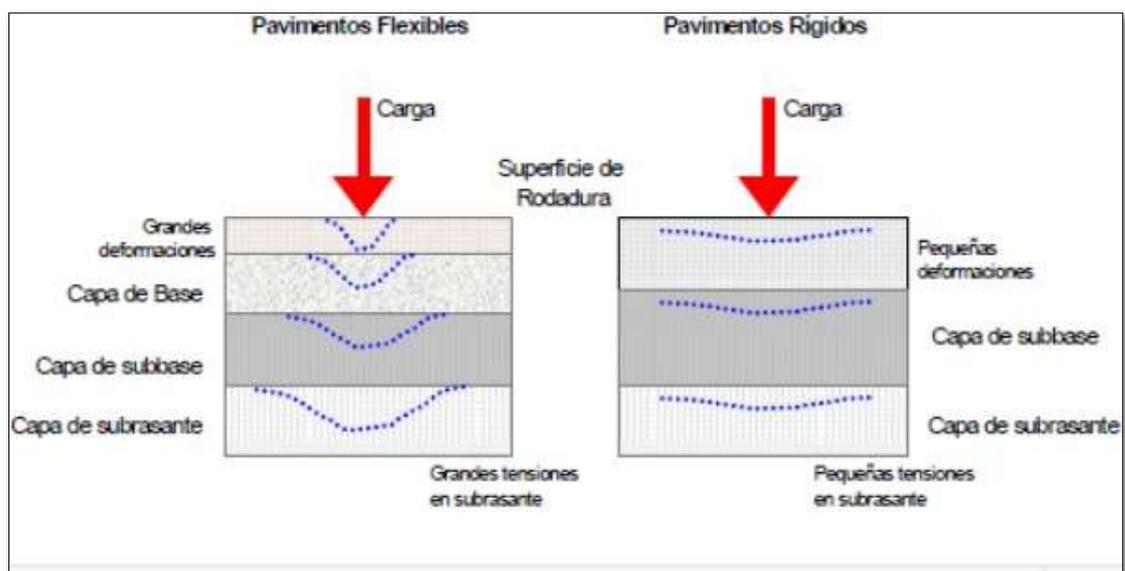
**Figura 2** Estructura de un pavimento



**Fuente:** Unicom profesionales del concreto

Con base al Manual de carreteras del (MTC, 2016); describe que la capa de rodadura es la capa superior de un pavimento, según diseño y necesidad puede ser de tipo bituminoso, concreto hidráulico o adoquines; mientras que la base de un pavimento es la capa que se encuentra debajo de la capa de rodadura cuya función principal es sostener, distribuir y transmitir las cargas generadas por el parque automotor, ya que generalmente el material usado para esta capa es un material granular que permite el tránsito del agua ( $CBR \geq 80\%$ ) y en cuanto a la subbase es la capa inferior a las demás y está conformada sobre la subrasante; teniendo como función el soporte a la base y capa de rodadura además de drenar y controlar la ascensión del agua de capas freáticas cercanas. Está compuesta de material granular ( $CBR \geq 40\%$ ).

**Figura 3** Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos



**Fuente:** (Unknown, 2013), <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/02/elementos-de-la-estructura-de-pavimento.html>

En cuanto a los tipos de pavimentos el Ministerio de Transportes y Comunicaciones considera tres tipos de pavimentos: flexible tipo en la cual la capa de rodadura de este tipo de pavimentos está compuesta por materiales bituminosos (mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente, mortero asfáltico, etc.), semirrígido que combina las características de los pavimentos flexibles y rígidos; la capa rígida se encuentra debajo de la capa flexible y rígido

en el cual la capa de rodadura está construida por una losa de concreto hidráulico; dependiendo del diseño de esta se consideran los refuerzos.

Desde el punto de vista de Shah y colaboradores en su revista (*Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network, 2015*); propone que la valoración del funcionamiento normal de la superficie de un pavimento es una actividad importante en la administración de pavimentos. Existen diferentes indicadores de la condición del pavimento entre ellas: Índice de Condición de Pavimentos (PCI), Índice de capacidad de servicio actual (PSR), Índice de Rugosidad (IRI), etc. Desde el punto de vista de Marcomini y colaboradores en su revista (*Evaluation of pavement condition index by different methods: Case study of Maringá, Brazil, 2020*), afirman que una evaluación de la función de un pavimento está relacionada a la superficie de rodadura; en la cual se evalúan los daños del pavimento que influyen en la seguridad y comodidad. Por otro lado Setyawan et al en la revista (*Predicting the remaining service life of road using pavement condition index, 2015*); indican que para la evaluación de la condición de un pavimento se utilizan varios métodos dos de los más importantes son el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y el Índice de Condición de Pavimento (PCI). El IRI es una medida que se ejecuta con un equipo (Rugosímetro - Merlín); el cual determina las condiciones de confort y seguridad inferidas de la Rugosidad del pavimento. Por otro lado (Quinde Saavedra, 2015); considera que la evaluación de pavimentos es una actividad importante debido a que permite advertir las fallas superficiales de un pavimento y de este modo gestionar actividades correctivas a tiempo con el fin de otorgar a la población un servicio adecuado; también permite reducir costos de mantenimiento y rehabilitación siempre que se actúe de manera temprana.

Con base a lo indicado por Pantuso y colaboradores en la revista (*Analysis of Pavement Condition Survey Data for Effective Implementation of a Network Level Pavement Management Program for Kazakhstan, 2019*); mencionan que los integrantes Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos desarrolló la técnica de evaluación de pavimentos; dando como definición a esta el Índice de Condición de Pavimentos. El PCI evalúa la integridad y la calidad de la superficie bajo una escala numérica en la cual el valor de 100 indica un pavimento en estado perfecto y 0 a un pavimento dañado.

La American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTOO) y la normas ASTM D6433 en el manual de evaluación de fallas (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, 1983); expresa que el PCI es un valor numérico que clasifica a una superficie vial indicando su situación actual basada en patologías observadas; además describe que el PCI no mide la resistencia estructural tampoco la rugosidad de la muestra de estudio, sin embargo, proporciona información para realizar actividades de rehabilitación y/o mantenimiento de ellas. Como lo hace notar (Quinde Saavedra, 2015); en su investigación titulada “Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la calle Las Begonias de la urbanización Las Flores de la ciudad de Jaén”; manifiesta que el índice de condición de pavimento se realiza mediante inspecciones visuales, detallando clase de daño, severidad y cantidad; obteniendo como resultado la condición del pavimento. En la opinión de Karim Fared M.A. y colaboradores en la revista (The road pavement condition index (PCI), evaluation an maintenance: a case study of Yemen, 2016); indican que el PCI se aplica anualmente con el objetivo de evaluar las condiciones de pavimentos encontrándose a esta metodología como herramienta objetiva para un mantenimiento y/o rehabilitación.

**Tabla 1** Escala de valoración y estrategias basadas en el valor del PCI

PCI	Rating	Strategy
85 - 100	Good	Routine Maintenance
70 - 85	Satisfactory	Preventive Maintenance
55 - 70	Fair	Minor Rehabilitation
40 - 55	Poor	Minor Rehabilitation
25 - 40	Very Poor	Major Rehabilitation
10 - 25	Serious	Reconstruction
0 - 10	Failed	Reconstruction

**Fuente:** (Wu, Kan 2015), Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System

Como menciona Karim, Fared M.A y colaboradores en su revista (The road pavement condition index (PCI), evaluation an maintenance: a case study of Yemen, 2016); indican que existen dos tipos de fallas: falla funcional causando molestias a pasajeros debido a tensiones en los vehículos dependiendo principalmente del grado de rugosidad del pavimento y falla estructural; el cual está relacionado al colapso de la estructura del pavimento evitando soportar cargas sobre la superficie; este resulta de la fatiga, compactación o cizallamiento de las estructuras internas del pavimento; existen casos en que una de las fallas puede provocar el otro tipo.

**Tabla 2** Cuadro de daños patológicos en pavimentos rígidos.

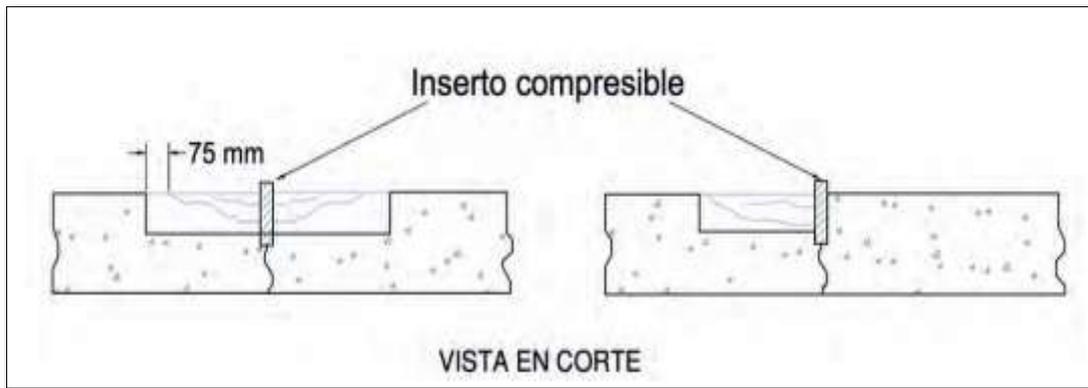
N°	Distress Name	Nombre del Daño	Causa
1	Blowup/Buckling	Rotura por pandeo	Clima
2	Corner Break	Rotura de Esquina	Carga
3	Divided Slab	Losa Dividida	Carga
4	Durability "D" Cracking	Grieta de Durabilidad "D"	Clima
5	Faulting	Escalonamiento	Otra
6	Joint Seal Damage	Daño del Sello de Junta	Clima
7	Lane/Shoulder Drop-Off	Desnivel de Carril/Berma	Otra
8	Linear Cracking (Longitudinal, Transverse and Diagonal Cracks)	Grietas Lineales (Longitudinales, Transversales y Diagonales)	Carga
9	Patching Large (more than 0.5m <sup>2</sup> ) and Utility Cuts	Parqueo Grande (>0.5m <sup>2</sup> ) y Acometidas de Servicios Públicos	Otra
10	Patching Small (less than 0.5m <sup>2</sup> )	Parqueo Pequeño (<=0.5 m <sup>2</sup> )	Otra
11	Polished Aggregates	Pulimiento de Agregados	Otra
12	Popouts	Desprendimientos	Otra
13	Pumping	Bombeo	Otra

14	Punchout	Punzonamiento	Otra
15	Railroad Crossing	Cruce de Vía Férrea	Otra
16	Scaling/Map Cracking/Crazing	Descascaramiento por Agrietamiento	Otra
17	Shrinkage Cracks	Grietas de Retracción	Clima
18	Spalling Corner	Descascaramiento de esquina	Clima
19	Spalling Joint	Descascaramiento de Junta	Clima

**Fuente:** (Palomino, Edgar Yuri 2017)

Teniendo en cuenta la guía de reparación de pavimentos rígidos (Toxement, 2017) el cual menciona la especificación adecuada para la reparación de los diferentes tipos de fallas existentes en el pavimento rígido y/o de concreto hidráulico; en el cual menciona procesos de repacion de pavimentos de concreto, el cual consta de tres etapas: siendo el primer la evaluación del nivel de falla del pavimento, en segunda etapa la reparación a profundidad parcial y en la última consta la reparación de la profundidad total. Una vez realizado la evaluación del nivel de daño del pavimento se procederá a realizar la reparación a profundidad parcial o profundidad total; si es el caso de la profundidad parcial se requiere definir los límites de reparación, preparación del área a reparar, preparación de las juntas con la colocación de un inserto comprensible en las juntas con la finalidad de evitar la adherencia entre las losas adyacentes, colocación del material de reparación, el curado y el sellado de juntas. Y si la reparación es a profundidad total se requiere definir los límites de reparación, preparación del área a reparar revisando la base y subbase con el fin de asegurar que estas se encuentren en condiciones adecuadas para recibir el material de reparación, preparación de las juntas de aislamiento, colocación del concreto en el área a intervenir para lo cual se recomienda el uso de un adhesivo epoxico para la unión entre el mortero de reparación y el concreto existente.

**Figura 4** Preparación de las juntas de reparación a profundidad parcial



**Fuente:** Euclid group Toxement

Así mismo según el sitio web ([Sacvisa.com.mx/sellado-concreto](http://Sacvisa.com.mx/sellado-concreto)), menciona el mantenimiento, rehabilitación y rejuvenecimiento de concretos hidráulicos, el cual son producidas por causas naturales o la propia acción del tráfico dentro de ellos podemos encontrar el sellado de grietas en losas de concreto hidráulico donde contamos con métodos para el sellado de grietas en pavimentos rígidos siempre en cuando cumpliendo con las especificaciones técnicas a cumplir con los requerimientos de ASTM D6690 Tipo I selladores para juntas y grietas.

**Figura 5** Sellado de grietas



**Fuente:** ([Sacvisa.com.mx/sellado-concreto](http://Sacvisa.com.mx/sellado-concreto))

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1.1. Tipo y diseño de investigación



Con base a los conocimientos de (Hernandez, y otros, 2015), el este estudio tiene un enfoque cuantitativo puesto que hace uso de las características de las fallas y proporciona una valor numérico, el diseño de investigación se clasificó como no experimental transversal; la razón de esto es que no se realizó modificaciones en algunas de las variables de estudio; analizándolos en un estado estacionario, el tipo de investigación de este estudio es aplicativo - descriptivo; puesto que su objetivo fundamental es brindar soluciones a una realidad mediante la aplicación de las recomendaciones que se van a brindar ya sea para un mantenimiento y/o rehabilitación de la vía y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población.

#### 3.1.2. Variables y operacionalizacion

Se consideró para este estudio como **variable independiente** a la aplicación de la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) y como **variable dependiente** a la Evaluación del pavimento rígido en el Jirón Caraz cuadras 7,8 y 9 – Huaraz, Ancash.

**Tabla 3** Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Evaluación del pavimento rígido	La evaluación de pavimentos es un factor dependiente de la observación y registro de características superficiales y estructurales. (Evaluation of pavement condition index by different methods: Case study of Maringá Brazil, 2020)	Se realizaron el registro de la información en las fichas técnicas de la metodología PCI; previa inspección de la vía. Posteriormente se realizó el procesamiento de la información y también la identificación de deficiencias para luego establecer posibles soluciones.	Evaluación de agrietamiento	Rotura por pandeo	ORDINAL
				Grieta de esquinas	
				Losa dividida	
				Grieta de durabilidad "D"	
				Grieta lineal	
				Desconchamiento, Mapa de grietas, craquelado	
			Grietas de retracción		
			Evaluación de asentamiento, depresiones	Escala	
				Desnivel Carril/Berma	
				Cruce de vía férrea	
			Evaluación de desprendimiento, pulimiento	Sello de junta	
				Desprendimientos	
				Pulimiento de agregados	
				Bombeo	
			Evaluación de parche	Parcheo (grande)	
parcheo (pequeño)					
Evaluación de roturas	Punzamiento				
	Descascaramiento de esquina				
	Descascaramiento de junta				

Aplicación del método PCI	El PCI es una metodología basada en la observación minuciosa que proporciona valores mediante la cual se sugiere actividades. (Wu, Kan 2015)	Manual de aplicación de la metodología PCI	Metodología del PCI	Cálculo del valor deducido	DE RAZON
				Determinar el número máximo admisible de valor deducido	
				Cálculo del máximo valor deducido corregido	
				Determinar el PCI	

Fuente: Elaboracion propia

### **3.1.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.1.3.1. Población**

Se optó como población de estudio para la evaluación del pavimento rígido por el método del PCI en el Jirón Caraz, al pavimento rígido del jirón Caraz desde la cuadra 1 hasta la cuadra 9; los cuales están ubicados en la zona céntrica de la ciudad de Huaraz, región Ancash; siendo el BM 01(inicio) la intersección del Jr. Caraz con la Av. Confraternidad Internacional Oeste y el BM 02(final) la intersección del Jr. Caraz con la Av. Agustín Gamarra.

#### **3.1.3.2. Muestra**

Se ha seleccionado como muestra de estudio a los paños del pavimento rígido de la cuadra 7,8 y 9 del Jirón Caraz de la ciudad de Huaraz; la muestra se determinó por conveniencia de los autores debido a que las cuadras del 1 - 6 fueron construidas en diferentes fechas a las cuadras 7,8 y 9, por lo que presentan otras características y Condiciones bastantes variadas a la muestra seleccionada; teniendo en la cuadra 7 con 34 paños, la cuadra 8 con 54 paños y la cuadra 9 con 48 paños siendo un total de 136 paños, con una longitud vial de 476.00 m y un área total de estudio de 1927.80 m<sup>2</sup>.

#### **3.1.3.3. Unidad de Análisis**

La unidad de análisis en el estudio de la siguiente evaluación del pavimento rígido por el método del PCI es cada uno de los paños de las cuadras 7, 8 y 9 del Jirón Caraz de la ciudad de Huaraz; cuyas dimensiones se especifican en la tabla 4.

**Tabla 4** Unidad de análisis en la evaluación del pavimento rígido.

Cuadra	Cantidad (paños)	Ancho (m)	Largo (m)	Longitud total/cuadra (m)	Área total de paño/cuadra (m <sup>2</sup> )
7	34	4.05	3.5	119	481.95
8	54	4.05	3.5	189	765.45
9	48	4.05	3.5	168	680.40
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>12.15</b>	<b>10.5</b>	<b>476</b>	<b>1,927.80</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.3.4. Muestreo

Desde el punto de vista de (Doig Sánchez, 2019) quien cita a Vásquez en su investigación menciona que para evaluar un proyecto se tiene que tener en cuenta o consideración la inspección de todas las unidades; y de no considerar todas las unidades se calcula una muestra con la siguiente ecuación, por medio de la cual se obtiene un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio con una confiabilidad del 95%:

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

Dónde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

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

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

### **3.1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se consideró como procedimiento de recolección de datos la inspección visual al detalle de las unidades de estudio con lo cual se logró completar las fichas de evaluación del PCI encontradas en los textos consultados; posteriormente se analizaron dichas fichas para la obtención de resultados. Entre los instrumentos para la recolección de información se contaron con:

- ✓ Wincha
- ✓ Flexómetro
- ✓ Regla de aluminio
- ✓ Regla graduada
- ✓ Cuaderno de registro
- ✓ Cámaras fotográficas
- ✓ Laptop
- ✓ Lapiceros
- ✓ Equipo de protección personal

### **3.1.5. Procedimientos**

El estudio se realizó en el Jirón Caraz de la provincia de Huaraz en la región Ancash; teniendo como población desde la cuadra 1 hasta la cuadra 9 y con una muestra en el pavimento rígido de las cuadras 7,8 y 9 entre las Avenidas Fitzcarrald y Agustín Gamarra que están ubicados en la zona céntrica de la ciudad de Huaraz, realizando varias visitas al lugar de estudio para cumplir con las siguientes actividades como el reconocimiento de la zona de estudio, obtención de la población, muestra e inspección visual para obtener información de indicadores de estudio en los formatos de PCI; para posteriormente realizar los cálculos en gabinete y así obtener los resultados de la clasificación del estado del pavimento rígido. A continuación, se detallan las actividades realizadas para alcanzar los objetivos planteados:

- ✓ Reconocimiento de lugar, obtención de población y muestra de estudio; para lo cual en esta actividad está referida a la visita del área en estudio seleccionando las cuadras 7,8 y 9 del Jirón Caraz en la zona céntrica de la ciudad de Huaraz en un recorrido general de las tres cuadras.
- ✓ Recojo de información en los formatos del PCI; realizando obtención de información necesaria para el procesamiento en gabinete el cual consiste en dos etapas: en la primera etapa se realizó la identificación de las fallas existentes en la zona de estudio, en la segunda etapa se realizó el recojo de información solicitada según el formato del PCI. Según la metodología del PCI se realizó la información según el tipo, severidad y cantidad por unidad de muestra para posteriormente para el desarrollo en gabinete.
- ✓ Cálculo de densidad es la realización mediante una división entre la cantidad de falla encontrado y el metrado total en estudio.

$$Densidad(\%) = \frac{n}{N} \times 100\% = D\%$$

Dónde:

n= metrado para cada falla

N= metrado total de estudio

D= densidad expresado en porcentaje

- ✓ Cálculo de valores de deducción, se obtienen haciendo uso de las curvas “valor deducido de daño” para cada tipo de falla.
- ✓ Cálculo número Admisible Máximo de Deducidos, se procedió de la siguiente manera: Realizando un ordenamiento de los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor, mediante la

siguiente ecuación se obtuvo el Numero Admisible Máximo de Deducidos:

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

Dónde:

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

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

- ✓ Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido” (CDV), se obtuvo de la siguiente manera:
  - Se elige el número de valores deducidos “ $q$ ” mayores que 2.0.
  - Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
  - Determine el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
  - Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 1 a 3. hasta que sea igual a 1.
  - El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.
  
- ✓ Cálculo del PCI; este valor del PCI se obtiene restando de 100 el máximo CDV.

### 3.1.6. Método de análisis de datos

El método usado para la evaluación del pavimento rígido del Jirón Caraz de las cuadras 7,8 y 9 de la ciudad de Huaraz está basado en la metodología del PCI; el cual tiene un procedimiento establecido para el análisis de datos obtenido a través de los formatos usados para el recojo de información, procediendo a la recopilación de información de campo,

mediante mediciones para obtener cuadros informativos de los tipos de patologías existentes en el área a investigar.

### **3.1.7. Aspectos éticos**

Los autores de la presente investigación reconocemos el uso de los materiales usados en las referencias citando a los autores de cada una de ellas; se solicitó la autorización a la entidad correspondiente para realizar el estudio el cual se emitió la autorización por parte de la Municipalidad Provincial de Huaraz - Ancash.

Con relación a los principios éticos los autores debemos comprometernos a la relación con la sociedad; en lo cual estaremos en toda la capacidad de desarrollar e innovar con proyectos a fin de beneficiar a la sociedad fomentando el desarrollo social así como los informes presentados serán precisos, concisos para la fácil comprensión y con la justificación razonable. En el ejercicio profesional los servicios serán de manera verídica acreditando con datos reales los cuales fueron extraídos en el lugar a realizar la investigación manifestando la veracidad de la información obtenida en el estudio.

#### IV. RESULTADOS

##### Resultado 01:

La tabla 5 muestra las fallas más representativas en las cuadras estudiadas, así como también las no existentes, esto nos ayuda a diferenciar el impacto que tiene cada una en el pavimento estudiado.

**Tabla 5** Fallas identificadas en la muestra de estudio.

Tipo de Falla		Cantidad de Losas			
		Cuadra 7	Cuadra 8	Cuadra 9	Total
21	Rotura por pandeo	0	1	1	2
22	Rotura de esquina	12	17	14	43
23	Loza dividida	4	4	1	9
24	Grieta de durabilidad "d"	0	1	2	3
25	Escalonamiento	0	0	0	0
26	Sello de junta	3	5	6	14
27	Desnivel carril/berma	0	1	2	3
28	Grietas lineales	3	12	18	33
29	Parqueo grande > .5m <sup>2</sup>	0	0	0	0
30	Parqueo pequeño <.5m <sup>2</sup>	7	4	5	16
31	Pulimientos de agregados	1	17	25	43
32	Desprendimiento / baches	2	1	0	3
33	Bombeo	0	1	2	3
34	Punzonamiento	0	8	8	16
35	Cruce de vía férrea	0	0	0	0
36	Descascaramiento por agrietamiento	2	6	4	12
37	Grietas de retracción	0	0	0	0
38	Descascaramiento de esquina	8	1	1	10
39	Descascaramiento de junta	0	4	5	9

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 6** Grieta lineal, losa dividida y rotura de esquina



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7** Rotura de esquina

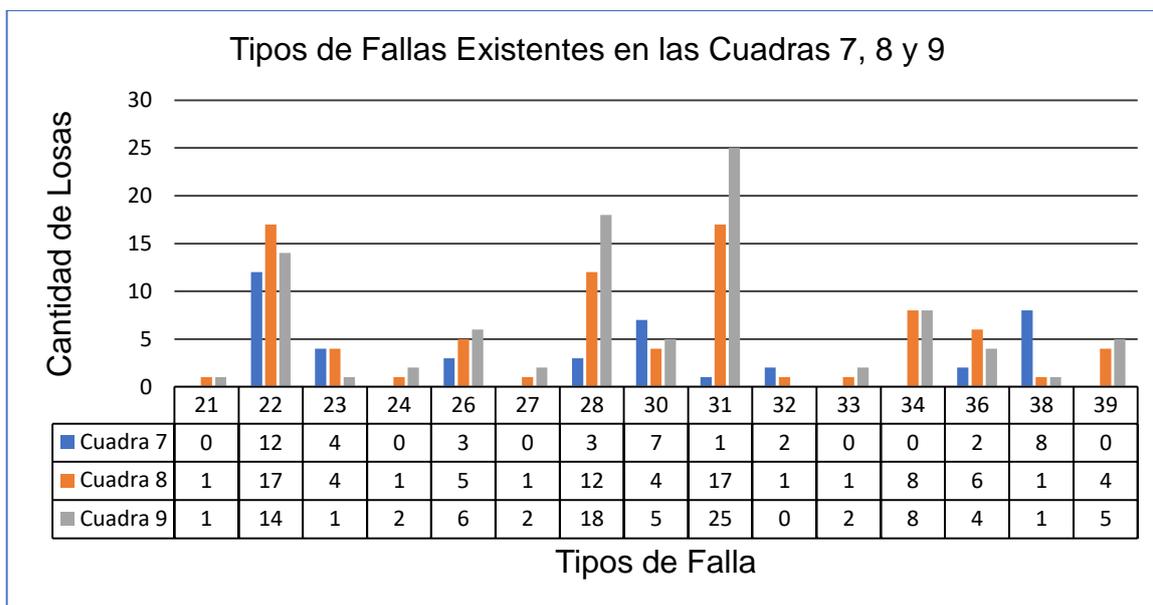


**Fuente:** Elaboración propia

En las figuras 6 y 7 se muestran la medición de las fallas de grieta lineal, losa dividida, rotura de esquina y otros en el Jr. Caraz.

Las fallas más representativas que se identificaron fueron: rotura de esquina con un total de 43 losas, grietas lineales con un total de 33 losas y pulimiento de agregados con un total de 43 losas mostradas en la figura 8. En esta se puede apreciar con mayor detalle la cantidad de losas por tipo de falla ubicadas en las cuadras 7, 8 y 9 de acuerdo a la metodología PCI.

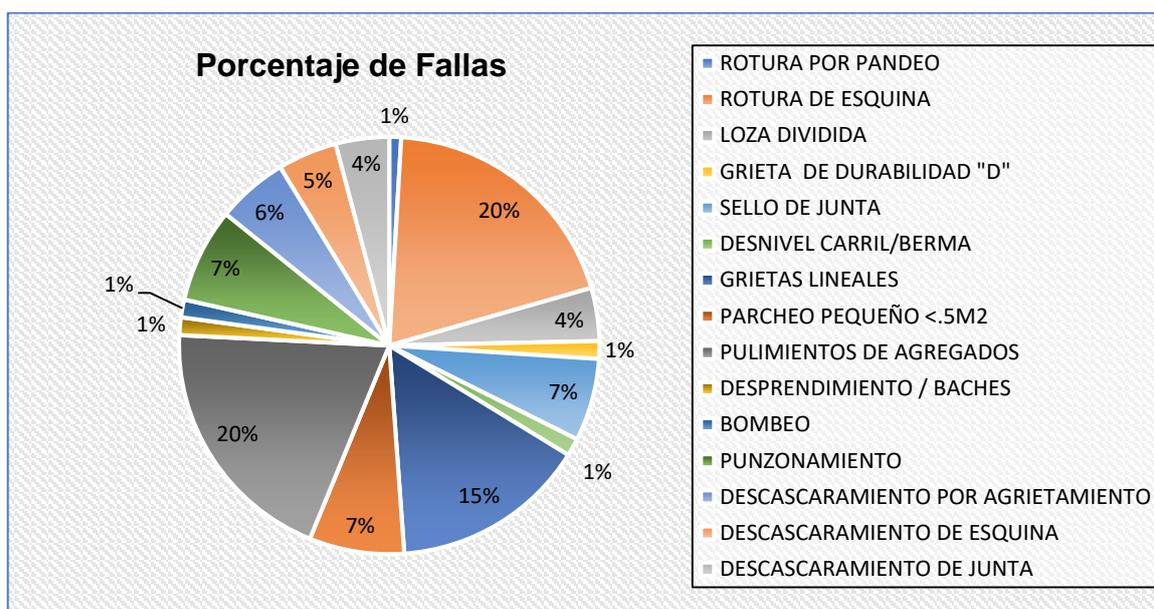
**Figura 8** Tipos de fallas existentes en las cuadras 7, 8 y 9



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 9 podemos identificar que las fallas con mayor porcentaje en las cuadras 7, 8 y 9 del Jr. Caraz son: rotura de esquina con 20%, grietas lineales con 15% y pulimiento de agregados con 20%.

**Figura 9** Porcentaje total de fallas



**Fuente:** Elaboración propia

**Resultado 02:** Para realizar la evaluación superficial del pavimento aplicando la metodología del PCI, se obtuvo la densidad y el valor reducido, para con esto determinar el estado en el que se encuentran las cuadras 7, 8 y 9 del Jr. Caraz.

**Tabla 6** Severidad, densidad y valores deducidos de la cuadra 7 del Jr. Caraz

Falla	Severidad	Cantidad	Densidad	Valor Deducido
22	L	4	11.76%	10
22	M	8	23.53%	33
23	L	4	11.76%	12
26	L	3	8.82%	2
28	L	22	64.71%	22
28	M	1	2.94%	2
30	L	3	8.82%	0
31	L	7	20.59%	4
32	L	1	2.94%	0.15
36	L	2	5.88%	2
38	L	2	5.88%	0.1
39	L	8	23.53%	10

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7** Severidad, densidad y valores deducidos de la cuadra 8 del Jr. Caraz

Falla	Severidad	Cantidad	Densidad	Valor Deducido
21	L	1	1.79%	2
22	L	12	21.43%	18
22	M	5	8.93%	14.5
23	L	4	7.14%	7
24	L	1	1.79%	0.5
26	L	5	8.93%	2
27	L	1	1.79%	0
28	L	12	21.43%	12
30	L	4	7.14%	0
31	L	17	30.36%	5
32	L	1	1.79%	0.1
33	L	1	1.79%	2
34	L	8	14.29%	18
36	L	6	10.71%	2
38	L	1	1.79%	0
39	L	4	7.14%	2

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8** Severidad, densidad y valores deducidos de la cuadra 9 del Jr. Caraz

Falla	Severidad	Cantidad	Densidad	Valor Deducido
21	L	1	2.08%	2
22	L	10	20.83%	18
22	M	4	8.33%	14
23	L	1	2.08%	2
24	L	2	4.17%	2
26	L	6	12.50%	2
27	L	2	4.17%	0.2
28	L	18	37.50%	17
30	L	5	10.42%	0
31	L	25	52.08%	7
33	L	2	4.17%	2
34	L	8	16.67%	22.5
36	L	4	8.33%	2
38	L	1	2.08%	0
39	L	5	10.42%	3.5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9** Cantidad de valores deducibles a usar para las cuadras 7,8 y 9.

Número máximo de V.D.			q > 2	
m7	7.15	7	q7	6
m8	8.53	9	q8	6
m9	8.12	8	q9	6

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10** Reducción de valores deducidos y PCI de la cuadra 7 del Jr. Caraz

Valores Deducidos							VDT	Q	CVD
33	22	12	10	10	4	0	91	6	47
33	22	12	10	10	2	0	89	5	46
33	22	12	10	2	2	0	81	4	47
33	22	12	2	2	2	0	73	3	47
33	22	2	2	2	2	0	63	2	47
33	2	2	2	2	2	0	43	1	43
							<b>MAX CVD</b>		<b>47</b>
							<b>PCI</b>	53	<b>REGULAR</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11** Reducción de valores deducidos y PCI de la cuadra 8 del Jr. Caraz

Valores Deducidos							VDT	Q	CVD
18	18	14.5	12	7	5	0	74.5	6	38
18	18	14.5	12	7	2	0	71.5	5	36
18	18	14.5	12	2	2	0	66.5	4	39
18	18	14.5	2	2	2	0	56.5	3	37
18	18	2	2	2	2	0	44	2	35
18	2	2	2	2	2	0	28	1	27
							<b>MAX CVD</b>		<b>39</b>
							<b>PCI</b>	61	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia

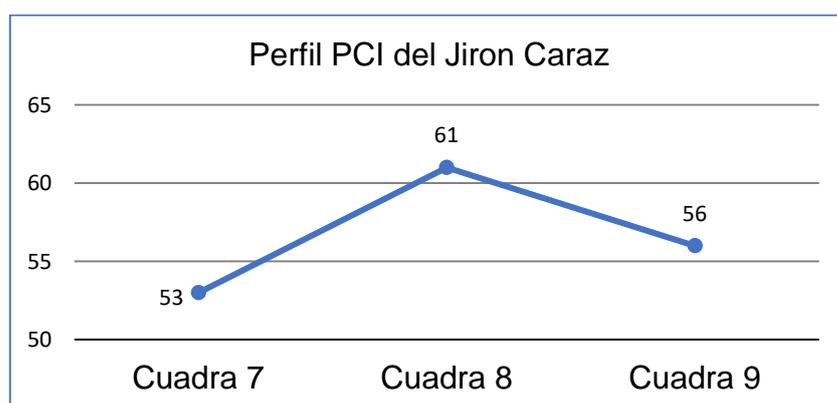
**Tabla 12** Reducción de valores deducidos y PCI de la cuadra 9 del Jr. Caraz

Valores Deducidos							VDT	q	CVD	
22.5	18	17	14	7	3.5	0	82	6	42	
22.5	18	17	14	7	2	0	80.5	5	41	
22.5	18	17	14	2	2	0	75.5	4	44	
22.5	18	17	2	2	2	0	63.5	3	41	
22.5	18	2	2	2	2	0	48.5	2	38	
22.5	2	2	2	2	2	0	32.5	1	33	
<b>MAX CVD</b>								<b>44</b>		
<b>PCI</b>								<b>56</b>		<b>BUENO</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 10 se muestra el perfil de los resultados PCI por cada cuadra o unidad de muestreo del Jr. Caraz, en la ciudad de Huaraz en la que podemos apreciar que el valor máximo de PCI se ubica en la cuadra 8 con 61 lo que la clasifica en condición BUENA, el valor intermedio se ubica en la cuadra 9 con 56 lo que la clasifica en condición BUENA y valor el mínimo se ubica en la cuadra 7 con 53 lo que la clasifica en condición REGULAR.

**Figura 10** Perfil PCI por cuadra



**Fuente:** Elaboración propia

Una vez obtenida los parámetros de la evaluación PCI de las cuadras 7, 8 y 9 del Jr. Caraz, se obtuvo el PCI general del pavimento valorado en 56.67 por lo que se clasifica al pavimento en estado BUENO. Ver tabla 13.

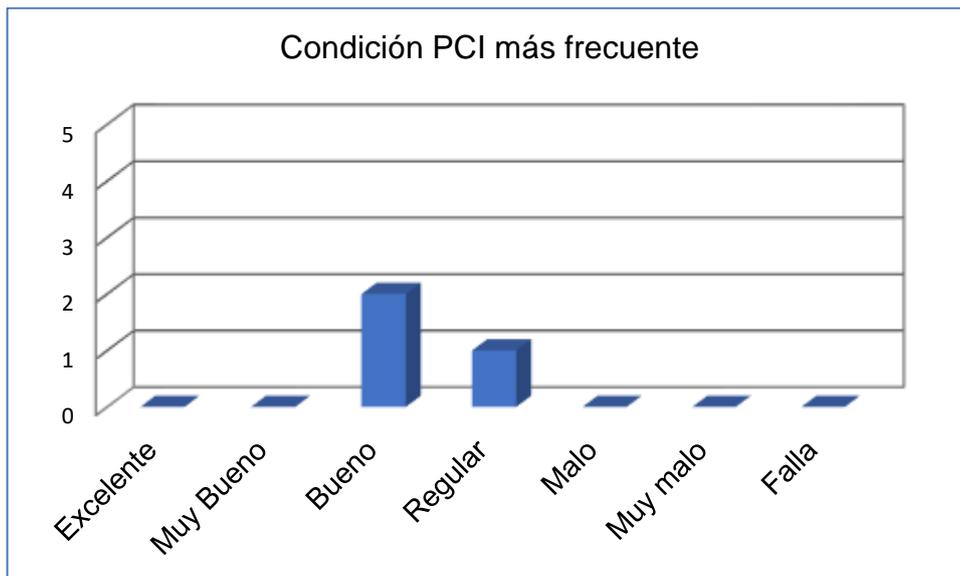
**Tabla 13** Estado general del Jr. Caraz según la metodología PCI

Unidad de Muestra	PCI	Condición	PCI General	Condición General
Cuadra 7	53	Regular	<b>56.67</b>	<b>BUENA</b>
Cuadra 8	61	Buena		
Cuadra 9	56	Buena		

**Fuente:** Elaboración propia

Esto nos lleva a identificar la condición PCI más frecuente entre los pavimentos de las cuadras en estudio, la figura 11 nos muestra que la condición BUENO se encuentra en 2 unidades de muestra y la condición REGULAR se encuentra en 1 unidad de muestra.

**Figura 11** Condición PCI más frecuente



**Fuente:** Elaboración propia

### Resultado 03:

Luego de haber realizado la evaluación superficial del Jr. Caraz de acuerdo a la metodología PCI, podremos proponer alternativas de solución necesarias y más adecuadas, de acuerdo a las fallas y su nivel de severidad identificadas previamente. En la tabla 14 se muestra la intervención a realizar de acuerdo a las fallas y severidades identificadas anteriormente basados en el manual del PCI.

**Tabla 14** Propuesta de intervención de acuerdo a la severidad de la falla

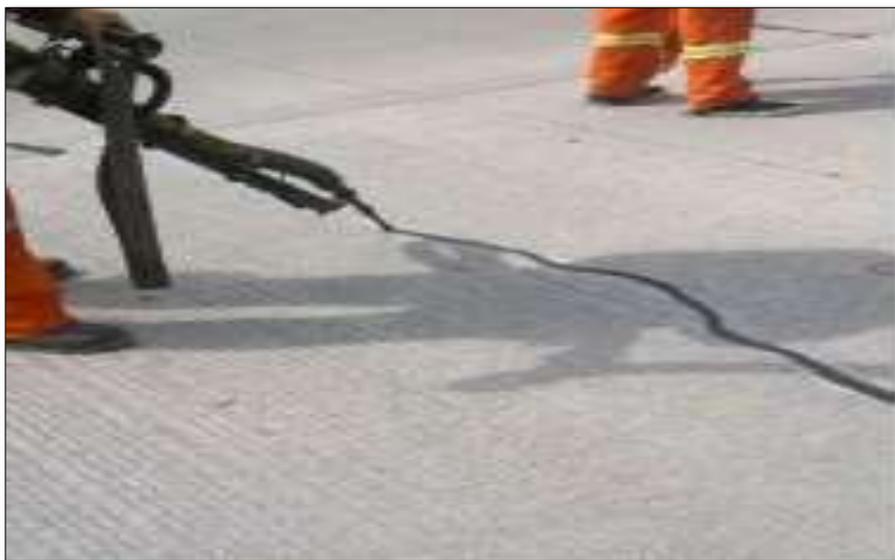
Tipo de Falla		Severidad	Intervención
21	Rotura por pandeo	L	Se realiza un parcheo profundo o parcial
22	Rotura de esquina	L	Sellado de grietas de más de 3 mm
		M	Sellado de grietas. Parcheo profundo.
23	Loza dividida	L	Sellado de grietas de ancho mayor de 3 mm
24	Grieta de durabilidad "D"	L	No se hace nada.
26	Sello de junta	L	No se hace nada.
27	Desnivel carril/berma	L	Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel de carril.
28	Grietas lineales	L	Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm
		M	Sellado de grietas.
30	Parcheo pequeño <.5m <sup>2</sup>	L	No se hace nada.
31	Pulimientos de agregados	L	Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.
32	Desprendimiento / baches	L	No se hace nada.
33	Bombeo	L	

			Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.
34	Punzonamiento	L	Sellado de grietas.
36	Descascaramiento por agrietamiento	L	No se hace nada.
38	Descascaramiento de esquina	L	No se hace nada.
39	Descascaramiento de junta	L	No se hace nada.

**Fuente:** Elaboración propia

Procedimiento de la propuesta de intervención de sellado de grietas, en el cual primero se realiza la verificación de que no haya presencia de humedad en la zona a intervenir, si no fuera el caso se aplicaría calor con antorcha de gas propano para eliminar la humedad, segundo se realiza una limpieza con aire a presión mediante compresor neumático y garantizar la eliminación de impurezas, finalmente se realiza la aplicación de sellador elástico basado en asfalto modificado con polímeros SBS aplicado en caliente.

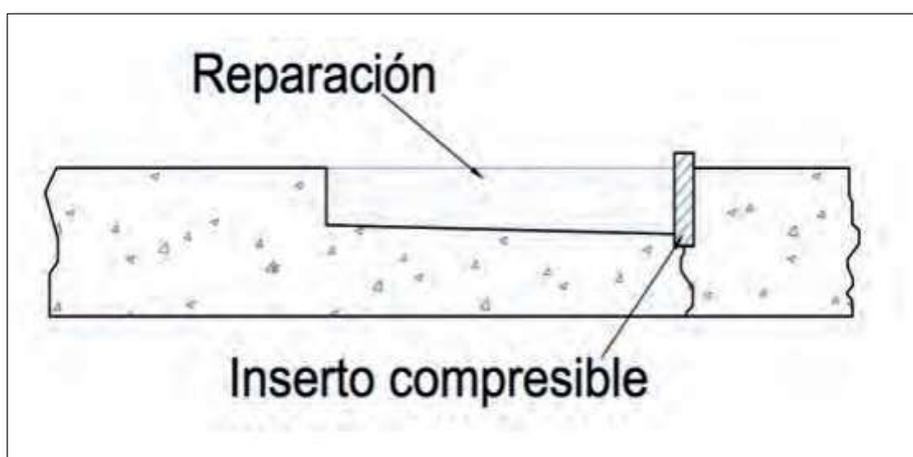
**Figura 12** Aplicación de sello en pavimento



**Fuente:** SAC-VISA

Procedimiento de la propuesta de intervención de parcheo parcial, primero se definiría los límites de reparación, se recomienda que los límites estén a 75 mm del borde de las fallas para asegurar la remoción del concreto defectuoso, luego se efectuaría un corte alrededor del perímetro del área a reparar con una profundidad mínima de 50 mm para poder hacer uso del martillo neumático o herramientas manuales, a continuación se verifica que haya una rugosidad óptima y limpieza adecuada en las caras expuestas para asegurar la adherencia del material de reparación, antes de verter el material se debe colocar un inserto comprensible en las juntas existentes para evitar la adherencia entre losas adyacentes, luego se verte adhesivo epóxico para la unión del mortero de recuperación y el concreto existente y garantizar una reparación monolítica, posteriormente de que se completó el curado se realizaría el sellado de junta donde requiera.

**Figura 13** Parcheo parcial

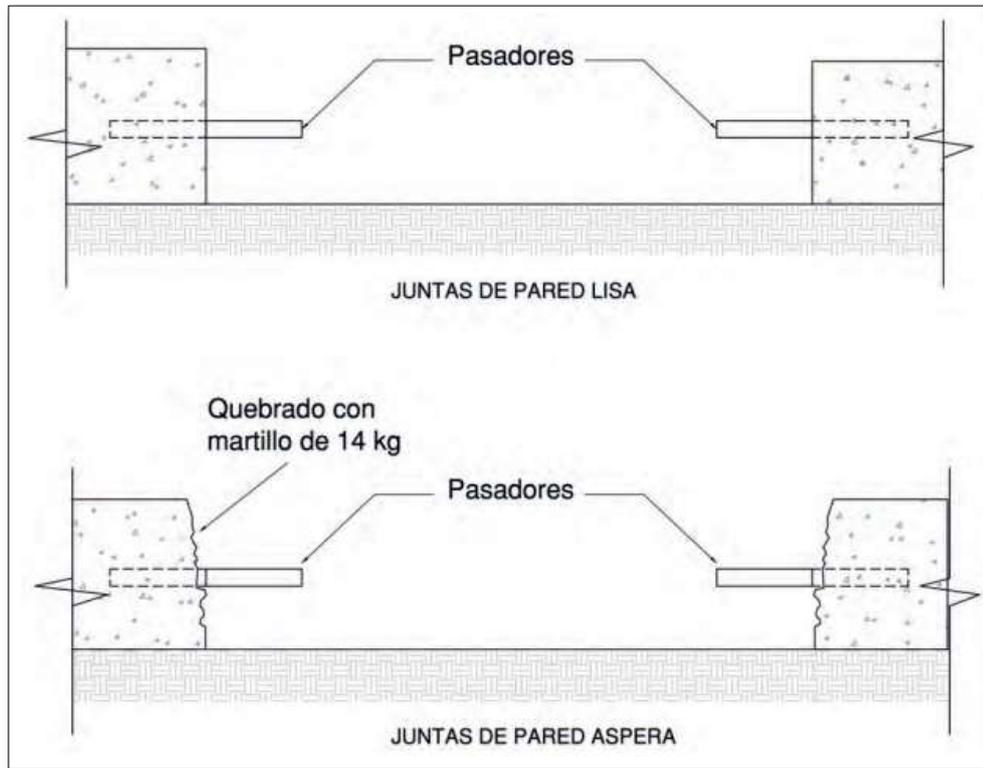


**Fuente:** Euclid group Toxement

Procedimiento de la propuesta de intervención de parcheo total, primero se definiría los límites de reparación, se recomienda que los límites estén a 75 mm del borde de las fallas para asegurar la remoción del concreto defectuoso, luego se efectuaría un corte alrededor del perímetro del área a reparar con una profundidad adecuada para poder hacer uso del martillo neumático y no dañar la base o sub base, una vez eliminado el material excedente se verifica que la base o sub base esté en óptimas condiciones, se coloca pasadores en las zonas cortadas para asegurar la transferencia de carga del paño antiguo con la zona de intervención como se ve en la figura 14, luego se prepara las juntas de aislamiento que ayudan en las

diferencias por asentamiento entre el paño antiguo y el concreto de la zona en intervención, finalmente se vierte la mezcla de concreto con la suficiente resistencia que garantice la integridad del pavimento.

**Figura 14** Parcheo profundo



**Fuente:** Euclid group Toxement

## V. DISCUSIÓN

1. En el presente estudio se determinó los diferentes tipos de fallas en las cuadras 7, 8 y 9 en el pavimento del Jr. Caraz, las cuales fueron: rotura por pandeo, rotura de esquina, losa dividida, grieta de durabilidad, sello de junta, desnivel carril / berma, grietas lineales, parcheo pequeño, pulimiento de agregados, desprendimiento / baches, bombeo, punzonamiento, descascaramiento por agrietamiento, descascaramiento de esquina y descascaramiento de junta. Las fallas denominadas rotura de esquina, losa dividida y grietas lineales están presentes también en los pavimentos estudiados por Mendoza (2020), Palomino (2017) y Rodríguez (2016), la cual estarían causadas por defectuosa transmisión de cargas a través de la junta, pérdida de soporte en las capas inferiores, esfuerzos de alabeo, sobrecarga y alabeo por gradiente térmico o de humedad.

Las fallas denominadas grieta de durabilidad y punzonamiento están presentes también en los pavimentos estudiados por Mendoza (2020) y Palomino (2017), la cual indicaría que en nuestros pavimentos estudiados habría expansión de los agregados gruesos en el interior de la losa del pavimento, también pérdida de soporte de la fundación, repetición de cargas pesadas, espesor inadecuado de la losa o una deficiencia localizada de la construcción del concreto como cangrejeras.

La falla parcheo pequeño se encuentran también en el pavimento estudiado por Mendoza (2020), la cual estaría causada por el deficiente espesor de losa o concreto de baja resistencia. La falla de pulimiento de agregados está presente también en los pavimentos estudiados por Mendoza (2020) y Rodríguez (2016), la cual evidenciaría que en nuestros pavimentos estudiados hubo adición de agua innecesaria a la superficie durante las operaciones de la construcción del pavimento. Las fallas baches y bombeo, están también en los pavimentos estudiados por Rodríguez (2016), la cual estaría causada por partículas blandas desgastados por el tránsito y deflexión de la losa debido a las cargas de tránsito o en su defecto por la pérdida progresiva del soporte del pavimento respectivamente.

Sin embargo, las fallas como escalonamiento, parcheo grande, falla de grietas de retracción y rotura por pandeo que están presentes en los pavimentos de las investigaciones de Mendoza (2020), Rodríguez (2016) y Palomino (2017), no fueron encontradas durante la evaluación superficial del pavimento de la actual investigación.

2. Se obtuvo, en la actual investigación, un PCI valorado en 56.67 en la evaluación de las cuadras 7, 8 y 9 del Jr. Caraz, por lo que se clasifica al pavimento en estado BUENO, se determinó que las fallas con mayores densidades fueron: rotura de esquina, descascaramiento y parcheo pequeño con densidades de 28.57%, 19.05% y 16.6% respectivamente. De igual manera se tuvo la clasificación de BUENO en la evaluación de Mendoza (2020) en el jirón Suarez, por obtener un PCI de 64; las severidades variaron entre bajo y medio, siendo las fallas más representativas: losa dividida, grieta de durabilidad y grietas lineales con densidades de 44.45%, 13.89% y 19.45% respectivamente. Igualmente, Chávez y Peñarreta (2019) determinaron que el 45% de la Avenida Loja se encontraba en un estado EXCELENTE por haber tener un valor PCI mayor a 85 y el 35% de la Avenida estuvo en un estado BUENO por tener un valor PCI de 79, en las que tuvo como fallas más importantes a las de agrietamiento lineal, parcheo largo y despedazamiento.

Sin embargo, el presente estudio se diferencia al de Palomino (2017) ya que, obtuvo un valor PCI de 44 para la cuadra 3, clasificando al pavimento en estado REGULAR, siendo las fallas más representativas las siguientes: losa dividida, parcheo grande y grieta lineal con densidades de 32.65%, 32.65% y 14.71% respectivamente. De igual forma con Rodríguez (2016) puesto que, en su estudio de las 5 calles del barrio el triunfo de la ciudad de Carhuaz tuvo valores PCI que variaron alrededor de 35 por lo clasificó su pavimento estudiado como MALO, las fallas más representativas fueron: rotura por pandeo, rotura de esquina y escalonamiento con densidades de 28.89%, 30.12% y 18.90% respectivamente. Igualmente, con Ramli, Isya y Salch (2018) ya que, en la carretera Beureunuen determinaron que su valor PCI fue de 32, denominándolo como una carretera de estado MALO.

Por otro lado, se diferencia con el estudio Al-Neami (2017) ya que, determinó que el 50% de sus calles estudiadas estuvieron en una condición BUENA, el 25% estuvo en una condición REGULAR y el 27% de las calles estuvieron en una condición MALA.

3. Respecto a la propuesta de intervención de acuerdo a los antecedentes citados anteriormente podemos apreciar que Mendoza (2020), Palomino (2017), Rodríguez (2016) y Gamboa (2019), realizan la evaluación superficial de los pavimentos para cada caso, pero no llegan a proponer algún tipo de intervención de acuerdo a los resultados obtenidos, por lo que se resalta que en nuestro trabajo de investigación se incluye en su contenido la propuesta de intervención de acuerdo a la metodología PCI. Sin embargo, en el estudio de Ramli, Isya y Saleh (2018) en la carretera Beureunuen indicaron en su propuesta de intervención que es necesaria la reconstrucción del pavimento por estar en una condición mala, mientras que en el presente estudio la propuesta de intervención consiste en intervenciones puntuales por tener fallas con severidad baja y media.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que los diferentes tipos de falla encontradas en el pavimento del Jr. Caraz en las cuadras 7, 8 y 9 fueron rotura por pandeo, rotura de esquina, losa dividida, grieta de durabilidad, sello de junta, desnivel carril / berma, grietas lineales, parcheo pequeño, pulimiento de agregados, desprendimiento/baches, bombeo, punzonamiento, descascaramiento por agrietamiento, descascaramiento de esquina y descascaramiento de junta.
2. Se determinó, de acuerdo a la evaluación superficial PCI, que la cuadra 7 de Jr. Caraz, se encontró en estado REGULAR por tener un valor PCI de 53, las fallas con mayores densidades en esta cuadra fueron: rotura de esquina con 28.57%, descascaramiento de esquina con 19.05% y parcheo pequeño con 16.6%. Se determinó en la cuadra 8 un estado BUENO por tener un valor PCI de 61, las fallas con mayores densidades en esta cuadra fueron: rotura de esquina con 20.48%, pulimiento de agregados con 20.48% y grietas lineales con 14.46%. A la cuadra 9 se le determinó en estado BUENO por tener un valor PCI de 56, las fallas con mayores densidades en esta cuadra fueron: pulimiento de agregados con 26.60%, grietas lineales con 19.15% y rotura de esquina con 14.89%. Finalmente, la clasificación general del Jr. Caraz fue BUENO por tener un valor PCI promedio de 56.67.
3. Las propuestas de alternativas de solución basadas en el manual del PCI y guías de reparación de pavimentos rígidos; en el cual se opta por métodos de sellado de grietas en losas de concreto hidráulico realizando un ruteado de grietas que sean limpios y secos para lo cual la limpieza básica es fundamental y en casos especiales cuando haya la presencia de humedad se realiza la aplicación de calor con antorcha y posteriormente la aplicación controlada de sello. Y optando con el segundo método que se distribuye en un proceso de parcheo a profundidad parcial una vez realizado la evaluación del nivel de daño

del pavimento se define los límites de reparación para continuar con la preparación del área a reparar así mismo la preparación de las juntas con un inserto comprensible ya apto se procede con la colocación del material de reparación; concluida con la colocación se procede al curado y sellado de juntas o ser el caso de reparación a profundidad total también se define los límites de reparación así mismo con la preparación del área a reparar también la preparación de las juntas de aislamiento y concluyendo con su colocación del concreto de reparación.

## VII.RECOMENDACIONES

Se recomienda determinar los diferentes tipos de falla y realizar evaluaciones PCI periódicamente al jirón Caraz ya que la construcción se dio en diferentes fechas y a los jirones adyacentes, para tener un control de las condiciones de la estructura de las losas de concreto, los estados de las juntas y los niveles del pavimento durante el tiempo, y así mantener el estado BUENO en el que se encontró.

Algunas fallas encontradas en el pavimento de estudio podrían ser causadas por tener un concreto de baja calidad, por tener un espesor deficiente de acuerdo a las exigencias del tráfico o por tener un suelo de baja capacidad, por lo que se sugiere realizar la corroboración de la resistencia a la compresión y flexión del concreto mediante métodos destructivos o no destructivos al concreto de los paños del Jr. Caraz, verificar los espesores de los paños de concreto del pavimento sean los establecidos al diseño al que se le construyó, se recomienda, también, verificar que el sistema de drenaje esté en óptimas condiciones ya que hay la posibilidad de que hay agua que afecta la capacidad de carga del suelo de fundación.

Se recomienda obtener los permisos correspondientes para poder realizar la intervención propuesta basada en la actual investigación en la brevedad posible, y así evitar la aparición de nuevas fallas y el aumento de la severidad de las existentes, y así conservar el estado del pavimento del Jr. Caraz en la ciudad de Huaraz – Ancash.

## REFERENCIAS

**Granda Hinostroza, Carol Gisbel. 2018.** *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método pci en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha– Pasco– 2018* . Pasco : s.n., 2018.

*Analysis of Pavement Condition Survey Data for Effective Implementation of a Network Level Pavement Management Program for Kazakhstan.* **PANTUSO, Antonio, y otros. 2019.** Kazakhstan : Sustainability , 2019. 10.3390/su11030901.

**Chavez, Andres Eduardo y Peñarreta, Leida. 2019.** *Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento.* Cuenca, Ecuador : s.n., 2019.

**Codepa. 2019.** <https://codepa.com.pe/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto/>. <https://codepa.com.pe/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto/>. [En línea] Codepa, 27 de Febrero de 2019. [Citado el: 12 de Mayo de 2021.] <https://codepa.com.pe/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto/>.

*Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network.* **SHAH, Yogesh U., y otros. 2015.** New Delhi : Procedia Social and Behavior Sciences, 2015. 1877-0428.

**Doig Sánchez, Jessica Karina. 2019.** *Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz - Áncash – 2019.* Huaraz : s.n., 2019.

*Effect of metakaolin-based geopolymer concrete on the length of rigid pavement slabs.* **EISA, M.S, BASIOUNY, M.E y FAHMY, M.E. 2021.** 2021 : s.n., 2021, Vol. 6. 23644176.

*Estimating PCI Using Vibration Data for Asphalt Concrete Pavements.* **KIRBAS, Ufuk y KARASAHIN, Mustafa . 2017.** Barcelona : s.n., 2017. 2371-5294.

*Evaluasi kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan metode pavement condition index (pci) (studi kasus ruas jalan Beureunuen – Batas Keumala).* **Ramli, Yuswardi , Isya, Muhammad y Saleh, Sofyan M. . 2018.** 03, Keumala : Jurnal Teknik Sipil, 2018, Vol. 1. 10.24815/10037.

*Evaluation of Load transfer in rigid pavements by Rolling wheel deflectometer and Falling weight deflectometer.* **DEEP, Pawan , y otros. 2019.** Roma : Transportation Research Procedia, 2019, Vol. 45. 10.1016/j.trpro.2020.03.029.

*Evaluation of pavement condition index by different methods: Case study of Maringá Brazil.* **MARCOMINI , Jéssica, y otros. 2020.** Maringá - Brazil : Universidade Estadual de Maringá, 2020.

*Evaluation of pavement condition index by different methods: Case study of Maringá, Brazil.* **MARCOMINI PINATT, Jéssica, y otros.** 2020. Paraná : Universidade Estadual de Maringá, 2020. 87020-900.

*Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City.* **Al-Neami, Mohammed A. , Al-Rubaei, Rasha H. y Kareem, Zainab J. .** 2017. Al-Kut : Reserch Gate, 2017. 2277 – 4106/ 2347 – 5161.

*Evaluation of rigid pavement using the Pavement Condition .* **AL-RUBAEE, Rasha H. A., SHUBBER, Ammar A. M. y KHALEEF AH, Hussein Saad .** 2020. Bagdad : IOP Publishing, 2020, Vol. I. 10.1088/1757-899X/737/1/012128.

**Gamboa, Junior Edwin y Jara, Jordan Patrick.** 2019. *Aplicación del método PCI en la superficie del pavimento flexible del cruce Huanchac subida al Pinar, Independencia-Huaraz-2019.* Huaraz -Perú : s.n., 2019.

**Geotecnia mx.** 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=yLhX2wQCINU>. <https://www.youtube.com/watch?v=yLhX2wQCINU>. [En línea] Geotecnia mx, 08 de junio de 2020. [Citado el: 12 de mayo de 2021.] <https://www.youtube.com/watch?v=yLhX2wQCINU>.

**Hernandez, Roberto, Fernandez, Carlos y Baptista, Pilar.** 2015. *Mitología de la investigación.* MEXICO : McGraw-Hill / Interamericana Editores, 2015. 978-1-4562-2396-0..

**INEI,** **INEI.** **2018.**  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1552/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1552/).  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1552/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1552/). [En línea] OCTUBRE de 2018. [Citado el: 26 de MARZO de 2021.] [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1552/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1552/).

**Mendoza, Frany Melissa y Vasquez, Robert Jhonatan.** 2020. *Diagnostico superficial del pavimento rígido utilizando el metodo PCI, en las calles del distrito de Huamachuco-Sanchez Carrión- La Libertad.* Huamachuco - La Libertad : s.n., 2020.

**MTC.** 2020. *Diagnóstico de la situación de brechas de las infraestructuras.* Lima : MTC, 2020

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones.** *MANUAL DE CARRETERAS.* LIMA : s.n., 2016.

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones** 2016. *Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos.* Lima - Perú : MTC, 2016.

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones.** **DS N° 021- 2016.** Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial - Decreto Supremo N° 021-2016-MTC. MTC. DS N° 021- 2016.

**Palomino, Edgar Yuri 2017.** *Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el metodo del PCI, en las pistas del Jiron Callao cuadra 3 y 4, y prolong. Jr. Callao cuadra 5 y 4 del distrito de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho Junio 2017.* Huamanga - Ayacucho : s.n., Edgar Yuri 2017.

*Predicting pavement condition index using international roughness index in a dense urban area.* **ARHIN, Stephen A. , y otros. 2015.** COLUMBIA : Universidad de Howard, 2015. 2163-2316 / 2163-2340.

*Predicting the remaining service life of road using pavement condition index.* **Setyawan, Ary, Nainggolan, Jolis y Budiarto, Arif. 2015.** Sumatra del Sur : Procedia Engineering , 2015, Vol. I. 10.1016/2015.11.108 .

—. **SETYAWAN, Ary, NAINGGOLAN, Jolis y BUDIARTO, Arif. 2015.** Sumatra : Procedia Engineering , 2015. 10.1016.

**PROVOSTE, Jorge Antonio. 2014.** *Análisis estadístico de fallas en pavimento rígido aplicado en tres calles de la ciudad de Valdivia.* Valdivia - Chile : s.n., 2014.

**Quinde Saavedra, Javier Angel. 2015.** Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la calle Las Begonias Urbanización Las Flores de la ciudad de Jaén. [aut. libro] Javier Angel QUINDE SAAVEDRA. *Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la calle Las Begonias Urbanización Las Flores de la ciudad de Jaén.* Jaén : UNC, 2015.

**Rodriguez, Yony Edwin. 2016.** *Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), en las pistas del barrio el triunfo, distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Región Ancash, diciembre 2015.* Huaraz - Ancash : s.n., 2016.

**Sacvisa.com.mx/sellado-concreto.** Sacvisa.com.mx/sellado-concreto. [En línea] SAC VISA.

**Solminihac, Hernán, Echaveguren, Tomás y CHamorro, Alondra. 2018.** *GESTION DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.* Santiago de Chile : Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018. 978-956-14-2275-9.

*Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.* **ASTM D6433 - 20. 1983.** 1983. 978-1-6822-1630-9.

**Tacza Herrera, Erica Betsabe y Rodriguez Paez, Braulio Omar. 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.* Lima : UPC, 2018.

*The impact of transport on the competitiveness of national.* **MACIULIS, Alminas, VASILIS V., Aidas y JAKUBAUSKAS, Gražvydas. 2009.** Vilnius, Lithuania : Transport, 2009. 10.3846/1648-4142.2009.24.93-99.

*The road pavement condition index (PCI), evaluation an maintenance: a case study of Yemen.* **KARIM, FARED M.A.; HALEEM, KHALED ABDUL; ADBO, ALI. 2016.** I, ADEN, YEMEN : Gruyter Open, 2016, Vol. I.

**Toxement, UCLID GROUP. 2017.** *Guia de Reparacion de pavimentos rigidos.* Bogota : s.n., 2017.

**Unknown. 2013.** <https://libro-pavimentos.blogspot.com>. *blogspot*. [En línea] *blogspot*, 15 de Febrero de 2013. [Citado el: 06 de Mayo de 2021.] <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/02/elementos-de-la-estructura-de-pavimento.html>.

**VÁSQUEZ, Luis Ricardo. 2002.** *Pavement Condition Index (Pci), para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras.* [s.jnavarro.files.wordpress.com › manual-pci1] Manizales - Colombia : s.n., 2002. *Pavement Condition Index (Pci), para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras.*

**VÁSQUEZ, Luis Ricardo. 2002.** *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y CONCRETOS EN CARRETERAS.* Manizales - Colombia : Ingepaw, 2002.

**Wu. Kan 2015.** *Development of PCI-based Pavement Performance Model for Management of Road Infrastructure System.* Arizona : ARIZONA STATE UNIVERSITY, Kan 2015.

## ANEXOS

Figura 15 Cuadra 7 – grieta de durabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 16 Cuadra 7 – parcheo pequeño



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17** Cuadra 7 – losa dividida



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 18** Cuadra 7 – grieta lineal



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 19** Cuadra 7 – rotura de esquina



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 20** Cuadra 7 – pulimiento de agregados



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 21** Cuadra 8 – losa dividida



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 22** Cuadra 8 – grieta lineal



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 23** Cuadra 8 – sello de junta



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 24** Cuadra 8 – rotura de esquina



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 25** Cuadra 8 – pulimiento de agregados



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 26** Cuadra 8 – grieta lineal, losa dividida y rotura de esquina



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 27** Cuadra 9 – rotura de esquina



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 28** Cuadra 9 – pulimiento de agregados



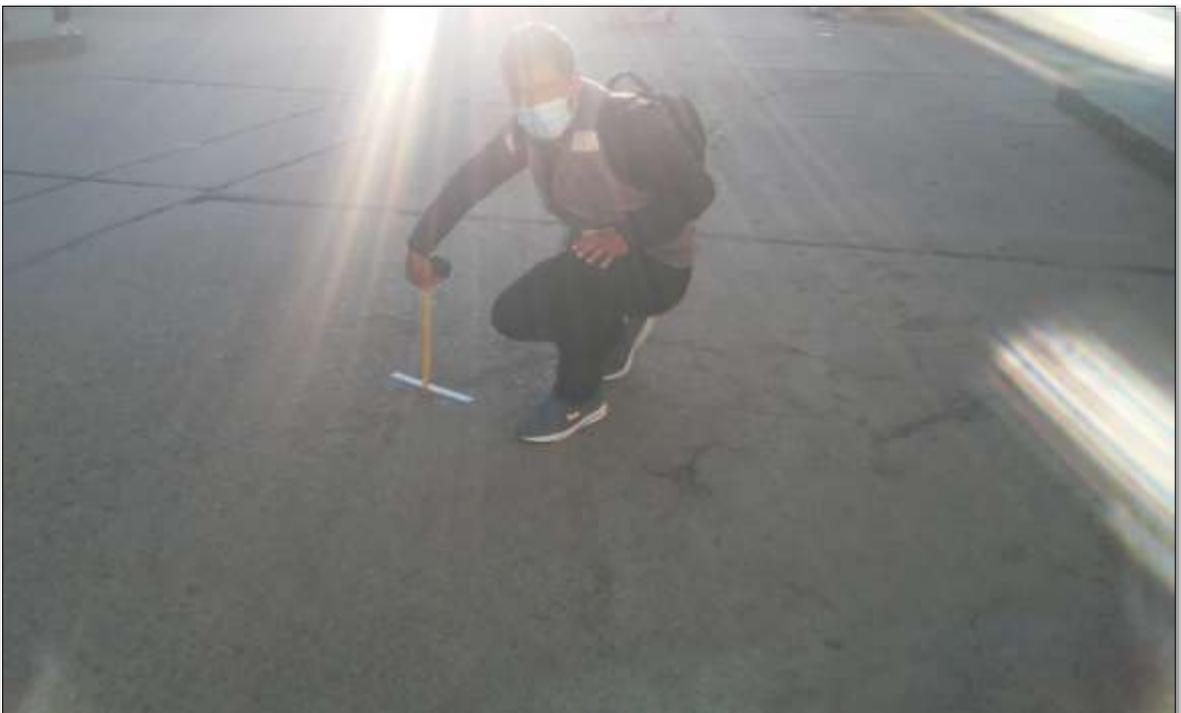
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 29** Cuadra 9 – sello de junta



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 30** Cuadra 9 – grietas de durabilidad



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 31** Cuadra 9 – grietas de durabilidad



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 32** Cuadra 9 – losa dividida y sello de junta



**Fuente:** Elaboración propia

Figura 33 Hoja de inspección para la evaluación del PCI en la cuadra 7 del Jr. Caraz

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		EVALUACION DEL PCI DE PAVIMENTO RIGIDO									
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA											
DIRECCION:		Jr. CARAZ CUADRA N° 07						MUESTRA:		PAVIMENTO RIGIDO	
NIVEL DE USO:		TRANSPORTE DE VEHICULOS						N° DE PAÑOS:		34	
ORIENTACION:		OESTE - ESTE		LOCALIDAD:		HUARAZ		FECHA:			
DISTRITO:		HUARAZ		PROVINCIA:		HUARAZ		DEPARTAMENTO:		ANCASH	
ENCARGADO:		HUETE - HUAMAN		TIEMPO DE CONSTRUCCION:		12 AÑOS		DIMENSIONES DEL PLANO:		4.05 X 3.50	
								AREA:		482 M2	
N°	FALLA	N°	FALLA	N°	FALLA	N°	FALLA	SEVERIDAD DE FALLA			
21	ROTURA POR PANDEO	26	SELLO DE JUNTA	31	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO	L: BAJO	M: MEDIO	H: ALTO	
22	ROTURA DE ESQUINA	27	DESNIVEL CARRIL/BERMA	32	DESPRENDIMIENTO / BACHES	37	GRIETAS DE RETRACCION				
23	LOZA DIVIDIDA	28	GRIETAS LINEALES	33	BOMBEO	38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				
24	GRIETA DE DURABILIDAD "D"	29	PARCHEO GRANDE > .5M2	34	PUNZONAMIENTO	39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				
25	ESCALONAMIENTO	30	PARCHEO PEQUEÑO <.5M2	35	CRUCE DE VIA FERREA						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	ESQUEMA				DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
22	L	4	38L + 28L	31L + 28L	17	11.76%	10				
22	M	8	28M + 30L	31L + 22M		23.53%	33				
23	L	4	28L + 22L	22M		11.76%	12				
26	L	3	28L + 39L	23L + 28L		8.82%	2				
28	L	22	28L + 30L	26L + 28L		64.71%	22				
28	M	1	22L + 28L	36L + 22L		2.94%	2				
30	L	3	36L + 22M + 39L	31L + 23L		8.82%	0				
31	L	7	28L	31L + 39L		20.59%	4				
32	L	1	28L + 22M	39L		2.94%	0.15				
36	L	2	22M + 23L	38L + 23L		5.88%	2				
38	L	2	28L + 39L	28L		5.88%	0.1				
39	L	8	28L + 22L	28L + 39L		23.53%	10				
			28L	32L + 22M + 28L							
			28L + 39L	31L + 22M + 28L							
			28L + 39L	26L + 22M							
			30L + 28L	31L + 28L							
			31L	26L + 28L							
			2		34						

Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Hoja de inspección para la evaluación del PCI en la cuadra 8 del Jr. Caraz

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		EVALUACION DEL PCI DE PAVIMENTO RIGIDO HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA									
DIRECCION:		Jr. CARAZ CUADRA N° 08						MUESTRA:		PAVIMENTO RIGIDO	
NIVEL DE USO:		TRANSPORTE DE VEHICULOS						N° DE PAÑOS: 56		TOTAL DE AREA: 794 M2	
ORIENTACION:		OESTE - ESTE		LOCALIDAD: HUARAZ		FECHA:					
DISTRITO: HUARAZ		PROVINCIA: HUARAZ		DEPARTAMENTO: ANCASH		DIMENSIONES DEL PLANO: 4.05 X 3.50					
ENCARGADO: HUETE - HUAMAN		TIEMPO DE CONSTRUCCION: 12 AÑOS		AREA: 794 M2							
N°	FALLA	N°	FALLA	N°	FALLA	N°	FALLA	SEVERIDAD DE FALLA			
21	ROTURA POR PANDEO	26	SELLO DE JUNTA	31	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO	L: BAJO	M: MEDIO	H: ALTO	
22	ROTURA DE ESQUINA	27	DESNIVEL CARRIL/BERMA	32	DESPRENDIMIENTO / BACHES	37	GRIETAS DE RETRACCION				
23	LOZA DIVIDIDA	28	GRIETAS LINEALES	33	BOMBEO	38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				
24	GRIETA DE DURABILIDAD "D"	29	PARCHEO GRANDE > .5M2	34	PUNZONAMIENTO	39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				
25	ESCALONAMIENTO	30	PARCHEO PEQUEÑO < .5M2	35	CRUCE DE VIA FERREA						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	ESQUEMA				DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
21	L	1	31L + 34L				1.79%	2			
22	L	12	39L				21.43%	18			
22	M	5	31L + 22L				8.93%	14.5			
23	L	4	28L + 22L				7.14%	7			
24	L	1	30L				1.79%	0.5			
26	L	5	22L				8.93%	2			
27	L	1	36L + 22M				1.79%	0			
28	L	12	28L + 23L				21.43%	12			
30	L	4	28L + 22L				7.14%	0			
31	L	17	22M				30.36%	5			
32	L	1	28L + 34L				1.79%	0.1			
33	L	1	28L				1.79%	2			
34	L	8	39L				14.29%	18			
36	L	6	31L + 39L				10.71%	2			
38	L	1	30L				1.79%	0			
39	L	4	31L				7.14%	2			
			31L + 22L								
			22M								
			23L + 22L								
			26L								
			36L + 34L								
			31L								
			31L								
			39L								
			38L								
			28L + 34L								
			28L								
			2								
			56								

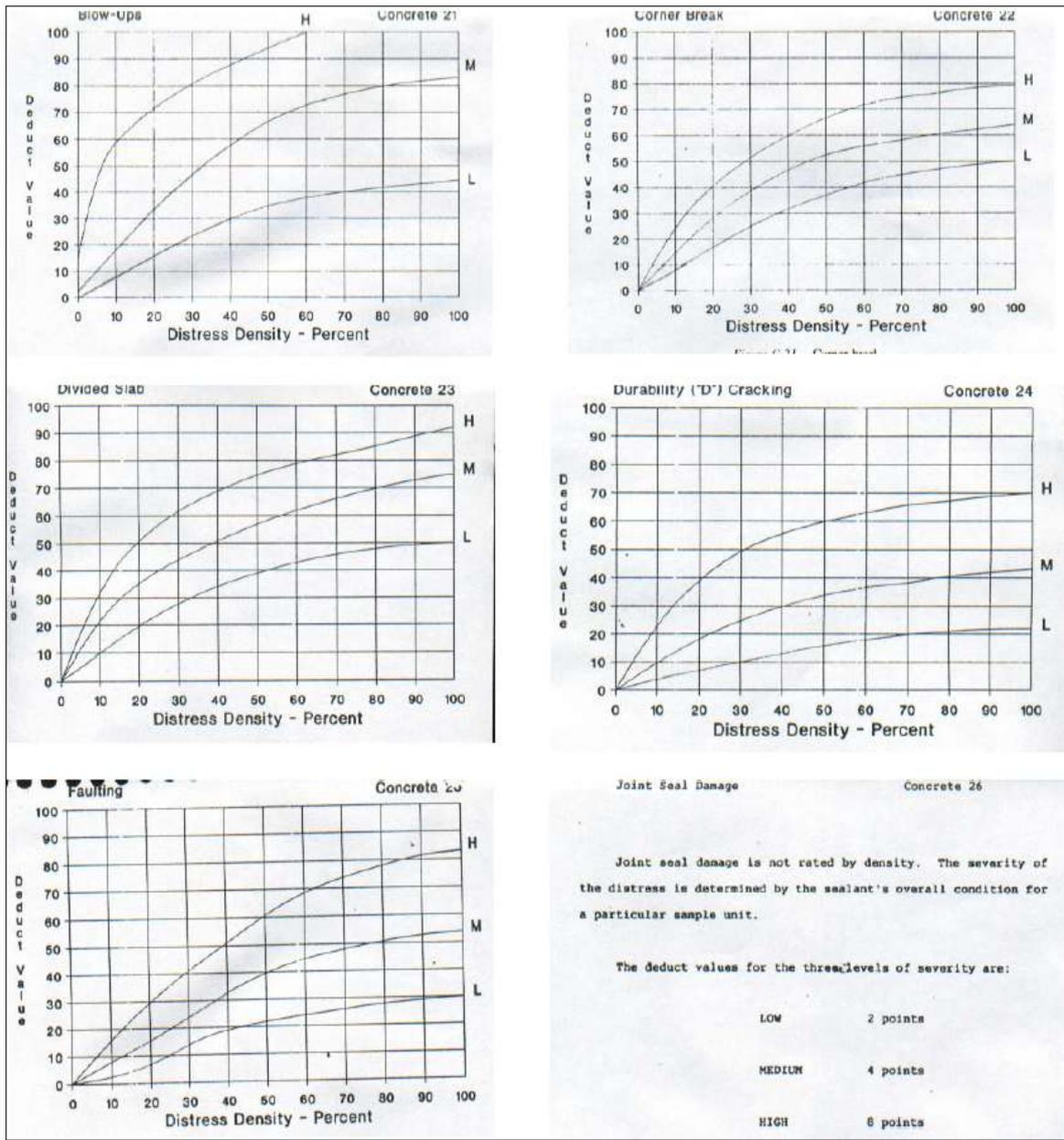
Fuente: Elaboración propia

Figura 35 Hoja de inspección para la evaluación del PCI en la cuadra 9 del Jr. Caraz

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		EVALUACION DEL PCI DE PAVIMENTO RIGIDO HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA									
DIRECCION:		Jr. CARAZ CUADRA N° 09						MUESTRA:		PAVIMENTO RIGIDO	
NIVEL DE USO:		TRANSPORTE DE VEHICULOS						N° DE PAÑOS:		48	
ORIENTACION:		OESTE - ESTE		LOCALIDAD:		HUARAZ		FECHA:		TOTAL DE AREA:	
DISTRITO:		HUARAZ		PROVINCIA:		HUARAZ		DEPARTAMENTO:		ANCASH	
ENCARGADO:		HUETE - HUAMAN		TIEMPO DE CONSTRUCCION:		12 AÑOS		DIMENSIONES DEL PLANO:		4.05 X 3.50	
								AREA:		681 M2	
N°	FALLA	N°	FALLA	N°	FALLA	N°	FALLA	SEVERIDAD DE FALLA			
21	ROTURA POR PANDEO	26	SELLO DE JUNTA	31	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	36	DESCASCARAMIENTO POR AGRIETAMIENTO	L: BAJO	M: MEDIO	H: ALTO	
22	ROTURA DE ESQUINA	27	DESNIVEL CARRIL/BERMA	32	DESPRENDIMIENTO / BACHES	37	GRIETAS DE RETRACCION				
23	LOZA DIVIDIDA	28	GRIETAS LINEALES	33	BOMBEO	38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA				
24	GRIETA DE DURABILIDAD "D"	29	PARCHEO GRANDE > .5M2	34	PUNZONAMIENTO	39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA				
25	ESCALONAMIENTO	30	PARCHEO PEQUEÑO <.5M2	35	CRUCE DE VIA FERREA						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD	ESQUEMA				DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
21	L	1	31L + 30L				2.08%	2			
22	L	10	39L + 24L				20.83%	18			
22	M	4	31L + 22L				8.33%	14			
23	L	1	28L + 31L				2.08%	2			
24	L	2	30L + 22L				4.17%	2			
26	L	6	22L + 26L				12.50%	2			
27	L	2	36L + 28L				4.17%	0.2			
28	L	18	28L + 31L				37.50%	17			
30	L	5	22M + 22L				10.42%	0			
31	L	25	31L + 22L				52.08%	7			
33	L	2	28L + 31L				4.17%	2			
34	L	8	39L + 28L				16.67%	22.5			
36	L	4	31L + 39L				8.33%	2			
38	L	1	30L + 34L				2.08%	0			
39	L	5	31L + 34L				10.42%	3.5			
			38L + 39L								
			31L + 22M								
			22M + 28L								
			23L + 22L								
			26L + 22L								
			36L + 31L								
			31L + 28L								
			2					48			

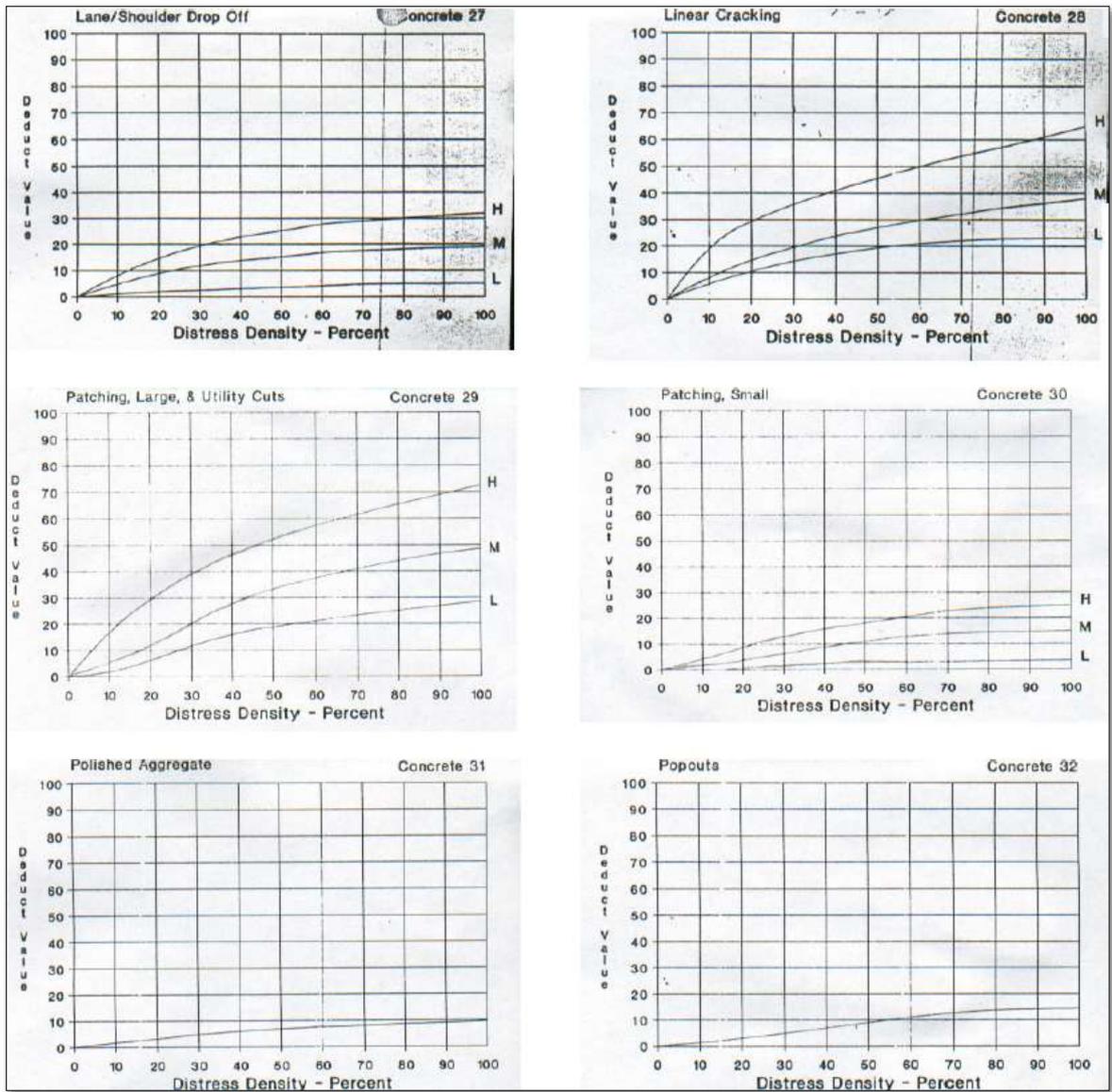
Fuente: Elaboración propia

Figura 36 Curvas para pavimentos de concreto fallas 21, 22, 23, 24, 25 y 26.



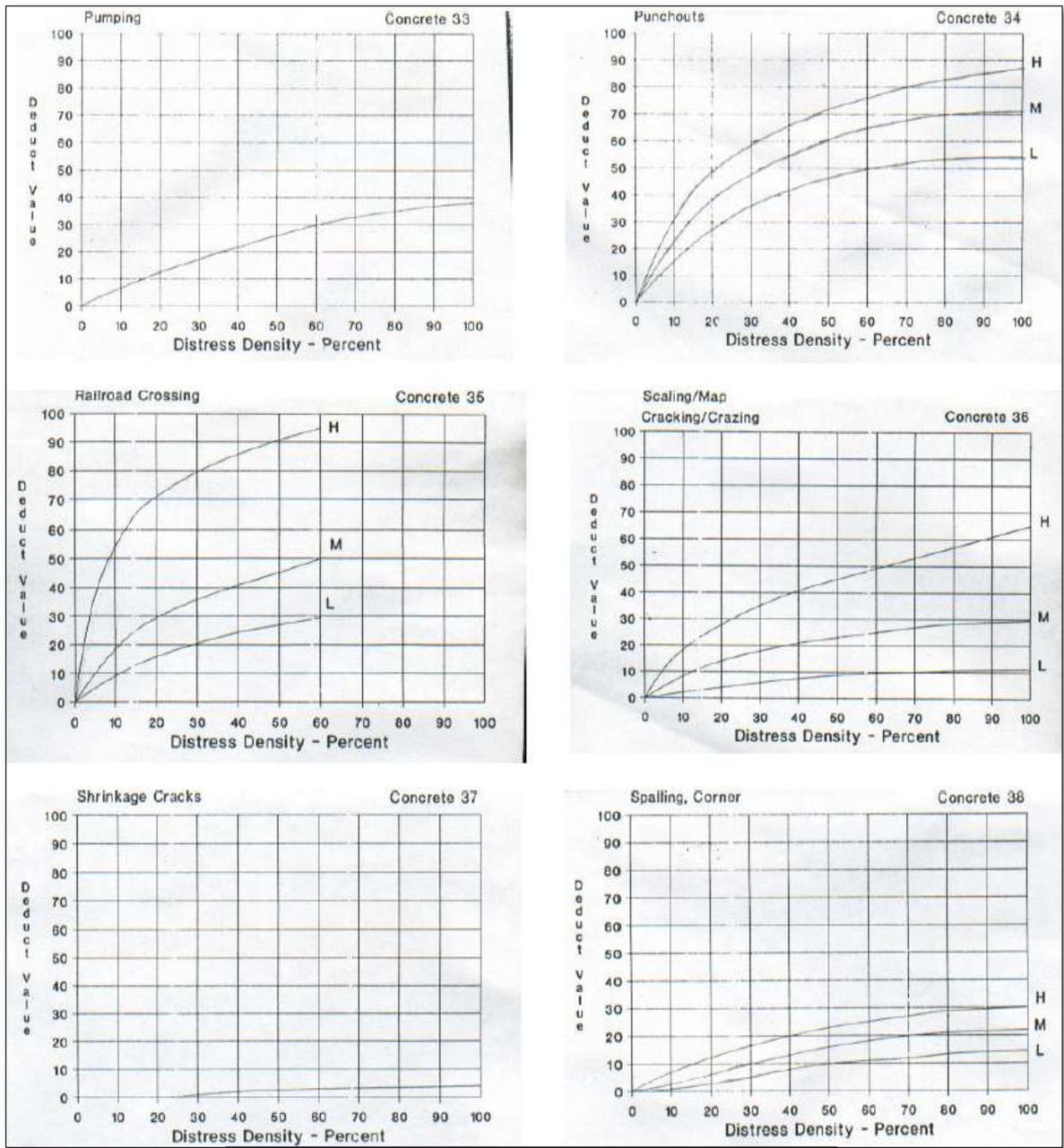
Fuente: Manual PCI

Figura 37 Curvas para pavimentos de concreto fallas 27, 28, 29, 30, 31 y 32.



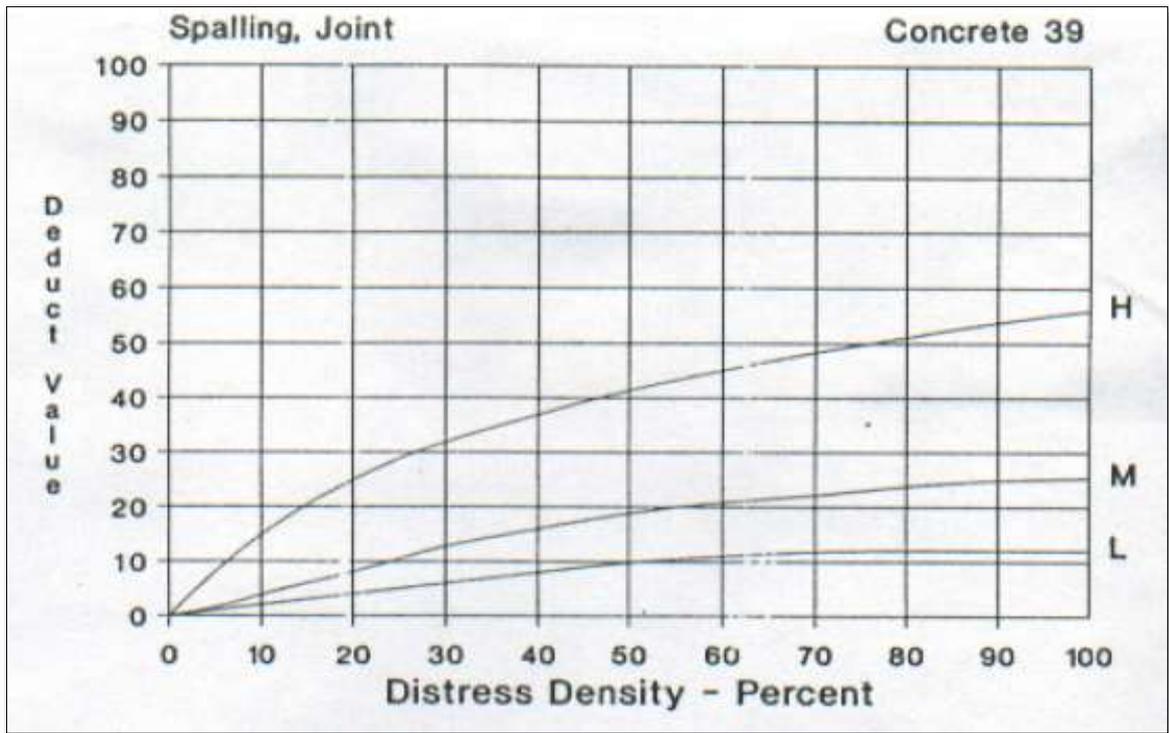
Fuente: Manual PCI

**Figura 38** Curvas para pavimentos de concreto fallas 33, 34, 35, 36, 37 y 38.



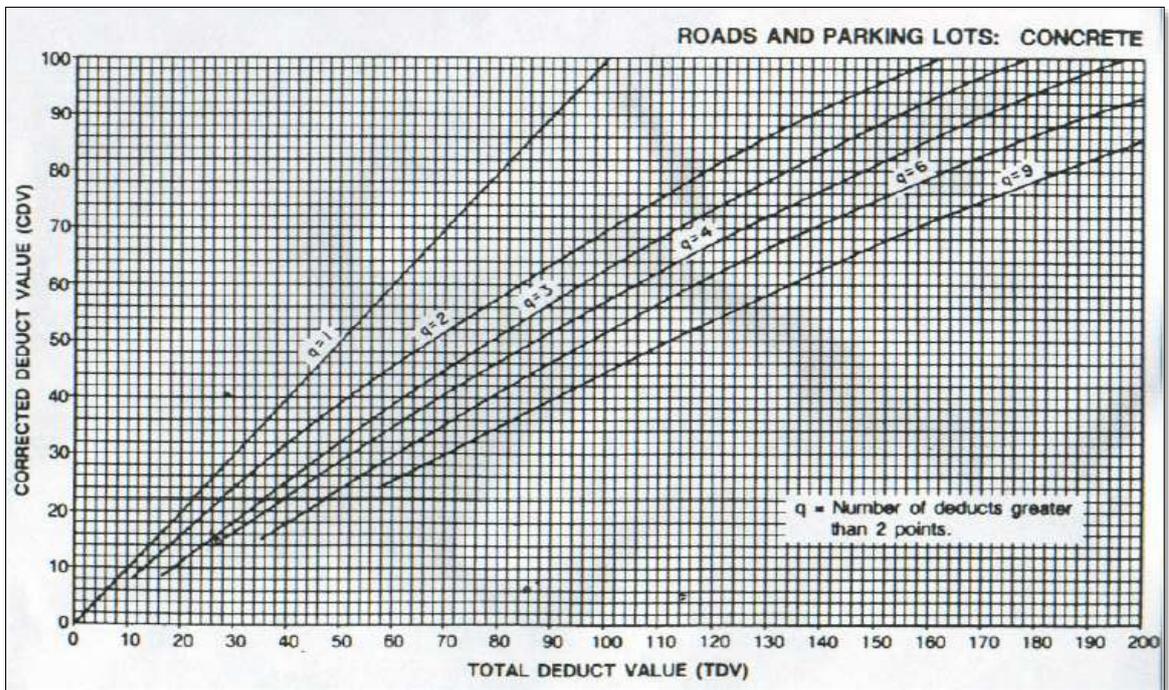
**Fuente:** Manual PCI

**Figura 39** Curva para pavimentos de concreto fallas 39



Fuente: Manual PCI

**Figura 40** Curva para determinar el máximo valor deducido corregido



Fuente: Manual PCI

**Tabla 15** Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9– Huaraz, Ancash 2021	¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido del Jirón Caraz cuadras 7-8 y 9- Huaraz, Ancash 2021?	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en las cuadras 7,8 y 9 del jirón Caraz de la ciudad de Huaraz</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Realizar la evaluación de la condición del pavimento rígido empleando el método PCI (Índice de Condición del</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p><b>Aplicación del método PCI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculo del valor deducido.</li> <li>• Determinar el número máximo admisible de valor deducido.</li> <li>• Calculo del máximo valor deducido corregido.</li> <li>• Determinar el PCI.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicativo</li> <li>• Descriptivo</li> </ul> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental</li> <li>• Transversal</li> <li>• Cuantitativo</li> </ul>

		<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los diferentes tipos de fallas existentes en las cuadras seleccionadas para el estudio.</li> <li>• Realizar una evaluación superficial de fallas determinadas aplicando la metodología del PCI.</li> <li>• Proponer alternativas de solución para las fallas encontradas mediante el método del PCI.</li> </ul>	<p>Pavimento) con el cual se conocerá el estado de conservación del Jirón Caraz cuadras 7-8-9-Huaraz, Ancash 2021.</p>	<p><b>Dependiente:</b> <b>Evaluación del pavimento rígido</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotura por pandeo</li> <li>• Grietas de esquina</li> <li>• Losa dividida</li> <li>• Grieta de durabilidad "D"</li> <li>• Grieta lineal</li> <li>• Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado</li> <li>• Grietas de retracción</li> <li>• Escala</li> <li>• Desnivel carril/berma</li> <li>• Cruce de vía férrea</li> <li>• Sello de junta</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Pulimiento de agregados</li> <li>• Bombeo</li> <li>• Parcheo grande</li> <li>• Parcheo pequeño</li> <li>• Punzonamiento</li> <li>• Descascaramiento de esquina</li> <li>• Descascaramiento de junta</li> </ul>	<p><b>Población:</b> • 1,927.80 m<sup>2</sup></p> <p><b>Muestra:</b> • 136 paños</p>
--	--	---	--	--	--

Figura 41 Solicitud de autorización para estudios

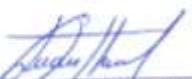
Municipalidad Provincial de Huaraz  
TRAMITE DOCUMENTARIO  
**RECEBIDO**  
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"  
24 MAR 2021  
Nº Exp: 1383 Inc. a: 10.º  
Folios: 01  
Sr. RORY MAUTINO ANGELES  
"SOLICITO: AUTORIZACION PARA ESTUDIOS"  
Alcalde de la Municipalidad Provincial de Huaraz  
NOSOTROS:

**HUAMAN VARGAS JUAN CARLOS**, identificado con DNI. N°43190593 Y **INOCENTE HUETE JHENRY ELOY**, identificado con DNI. N°70195005 domiciliados en el barrio de Shancayan distrito de Independencia Provincia de Huaraz; estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** y autores de la Investigación "**Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9 - Huaraz 2021**". Ante Ud. Con el debido respeto nos presentamos y exponemos lo siguiente:

Que, deseando obtener el título profesional en la especialidad indicada, **SOLICITAMOS** a Usted tenga a bien disponer a quien corresponda la emisión de la **AUTORIZACION** para los estudios requeridos en la vía del Jirón Caraz cuadras 7, 8 y 9; indicando que los estudios serán solo superficiales evitando daños en la vía mencionada.

Esperando se encuentre bien de salud, nos despedimos, sin antes mencionarle la pronta respuesta debido a que la investigación se encuentra en proceso y que el presente documento esta avalado por las leyes del estado

Huaraz; 24 de marzo del 2021

  
**JUAN CARLOS HUAMAN VARGAS**  
DNI N° 43190593

  
**JHENRY ELOY INOCENTE HUETE**  
DNI N° 70195005

Fuente: Elaboración propia

Figura 42 Autorización aprobada por la municipalidad provincial de Huaraz

 **Municipalidad Provincial de Huaraz**  
*Huaraz, Paraíso Natural.*

Huaraz, 26 abril del 2021

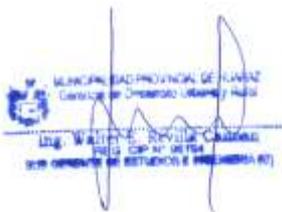
**SEÑORES:**

**A QUIEN CORRESPONDA.**

**PRESENTE:**

Yo, Ing. REVILLA CANCAN, Walter Edmundo; identificado con CIP N° 96194 SUB GERENCIA DE ESTUDIOS E INGENIERÍA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ, en calidad de equipo técnico de la entidad mencionada. Por medio de la presente **AUTORIZO**, a los Bachilleres Huaman Vargas Juan Carlos; identificado con DNI N° 43190593 y Huete Inocente Jhenry Eloy; identificado con DNI N°70195005, estudiantes de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - HUARAZ** de la escuela profesional de Ingeniería Civil realizar los estudios necesarios para la investigación **"Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9 - Huaraz - Ancash 2021"**.

Atentamente

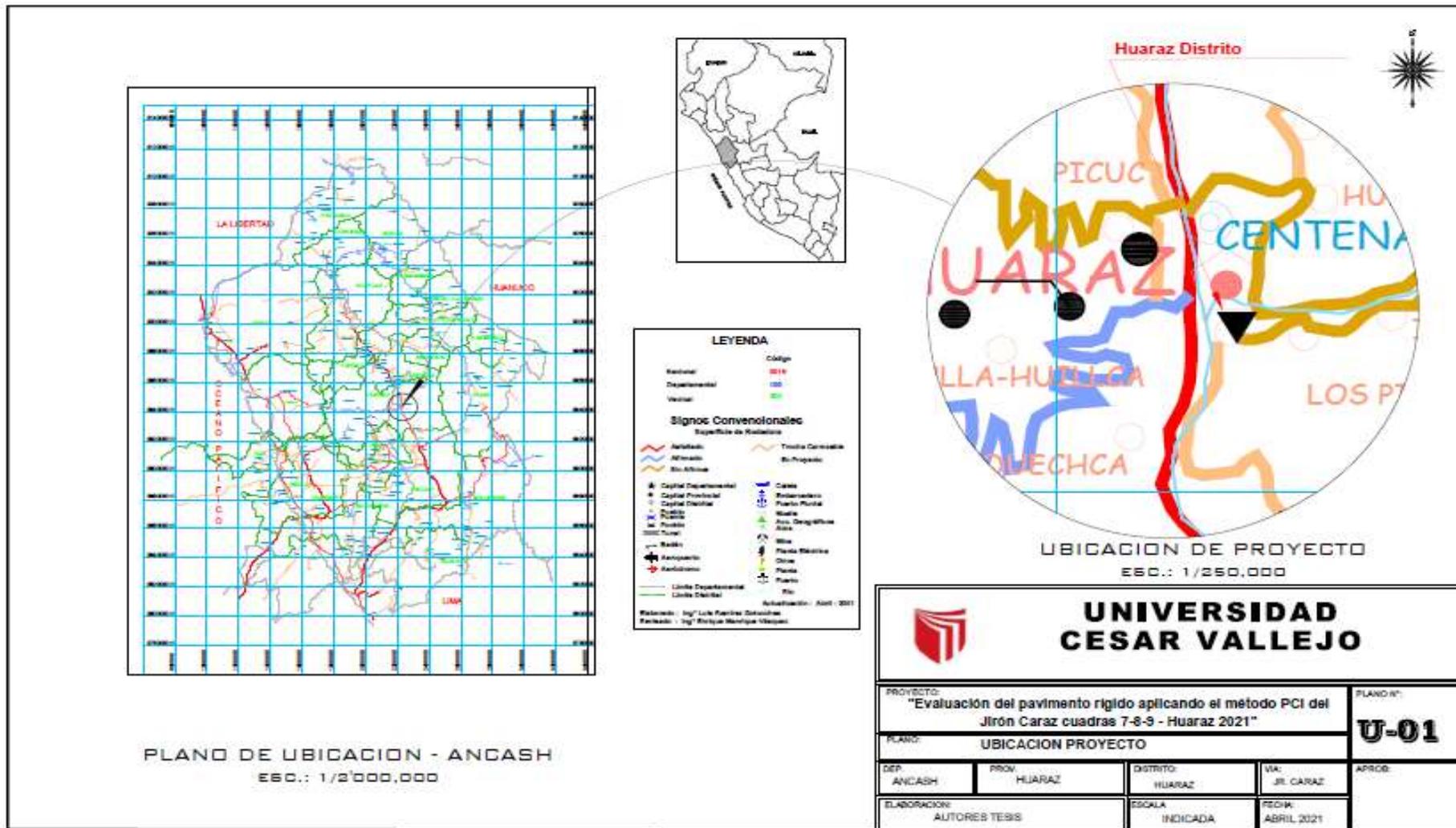
  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ  
Gerencia de Desarrollo Urbano y Hábitat  
Ing. Walter Revilla Cancan  
CIP N° 96194  
(SUB GERENCIA DE ESTUDIOS E INGENIERIA)

Av. Luzuriaga N° 734 - Plaza de Armas  
Telf. Central (043) 421661  
Correo electrónico: munihuaraz2019.2022@gmail.com  
Facebook: Municipalidad Provincial de Huaraz 2019-2022

**Huaraz**  
*Rumbo al Bicentenario*

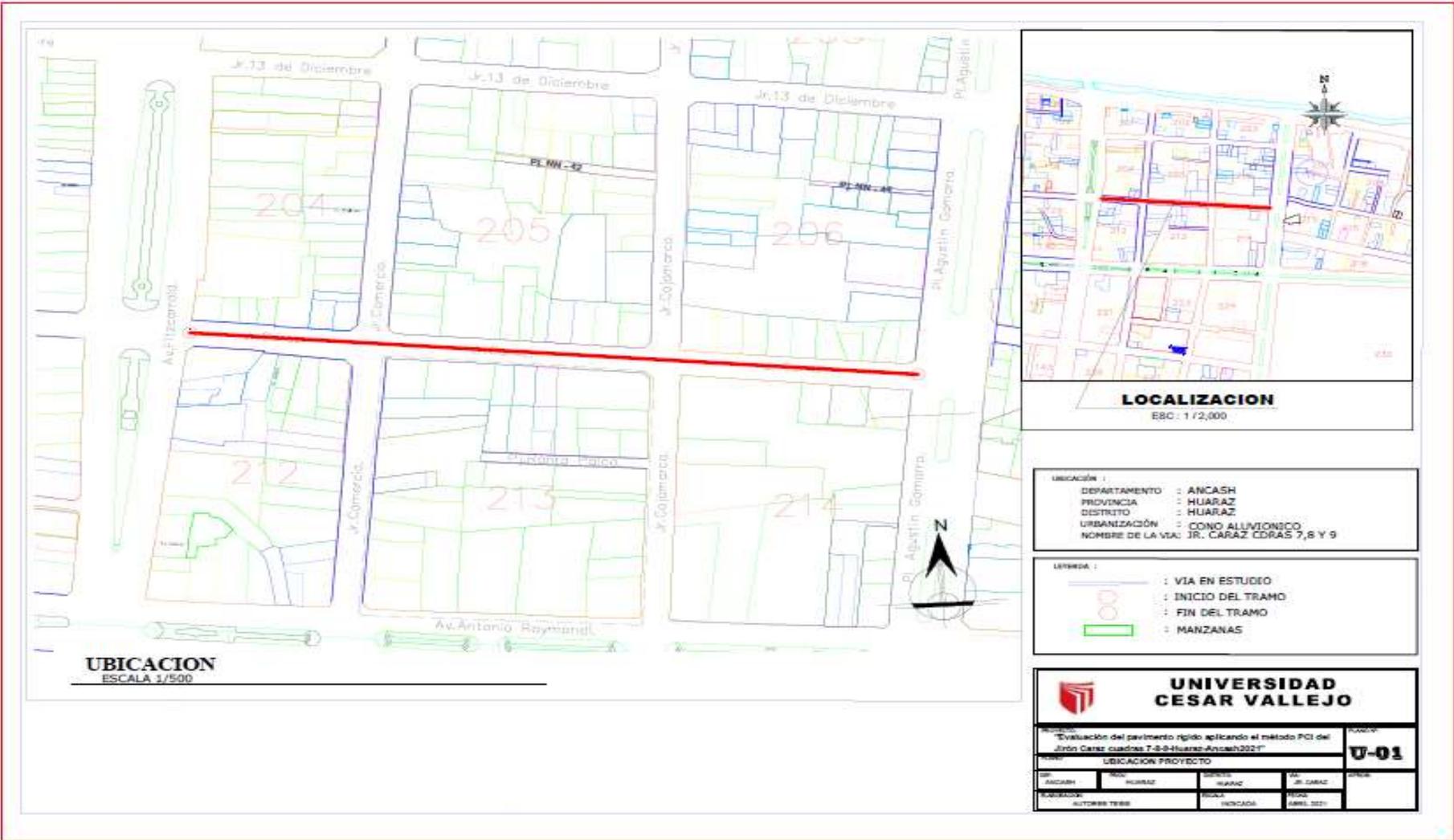
Fuente: Municipalidad provincial de Huaraz

Figura 43 Plano de Localización



Fuente: Elaboración propia

Figura 44 Plano de Ubicación de las cuadras a intervenir.



Fuente: Elaboración propia

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, RAMIREZ RONDAN, RAUL NEIL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO APLICANDO EL MÉTODO PCI DEL JIRÓN CARAZ CUADRAS 7-8-9-HUARAZ, ANCASH 2021", del (los) autor (autores) HUETE INOCENTE, JHENRY ELOY y HUAMAN VARGAS, JUAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 18 de setiembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor</b> RAMIREZ RONDAN, RAUL NEIL	
<b>DNI:</b> 31654231	<b>Firma</b> 
<b>ORCID:</b> 0000-0002-5788-472X	