



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación visual y estructural del pavimento rígido de la Avenida
Confraternidad Internacional Este, Distrito de Independencia, Huaraz.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

González Otiniano, José Augusto (ORCID: 0000-0002-3611-9826)

ASESOR:

Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

HUARAZ – PERÚ

2021

Dedicatoria

Gracias Dios por esta nueva oportunidad, gracias a mi familia por el apoyo para el logro de mis objetivos a mi familia por su fraternidad en todo momento.

A los técnicos y asesores de apoyo que participaron en el desarrollo de la investigación, con la información proporcionada para lograr con éxito la tesis.

José Augusto

Agradecimiento

Expresar mi sincera gratitud a las personas y profesionales que me brindaron su apoyo para el desarrollo de mi investigación, resaltando lo siguiente:

A la municipalidad Distrital de Independencia por darme las facilidades para la recopilación de la información necesaria para culminar con éxito la tesis.

A la Universidad Cesar Vallejo, a los docentes por brindarnos conocimientos que hoy en día hacen posible la conclusión de la investigación.

El autor

Índice de contenidos

Paginas preliminares	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de cuadros	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procesamientos.....	24
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	48

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Distribución de dimensiones e indicadores de la variable de estudio</i>	29
Tabla 2. <i>Rangos de clasificación del PCI</i>	31
Tabla 3. <i>Emplazamiento de la Av. Confraternidad en el distrito de Independencia, Huaraz</i>	34
Tabla 4. <i>Cantidad de probetas en 8 puntos y resultado de roturas según sus resistencias en la Av. Confraternidad</i>	39
Tabla 5. <i>Severidad del pavimento según los daños encontrados</i>	40
Tabla 6. <i>Severidad del pavimento según los daños encontrados</i>	42

Índice de cuadros

Cuadro 1. <i>Matriz de operacionalización de la variable</i>	30
Cuadro 2. <i>Aforo vehicular en la prolongación de la Av. Confraternidad, desde el km 0 + 0.00 hasta el km 0 + 0.625 – Turno mañana</i>	35
Cuadro 3. <i>Aforo vehicular en la prolongación de la Av. Confraternidad, desde el km 0 + 0.00 hasta el km 0 + 0.625 – Turno tarde</i>	36
Cuadro 4. <i>Tipos de deterioros, severidad y aclaraciones en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad, distrito de Independencia – Huaraz</i>	41
Cuadro 5. <i>Determinación de la densidad (%), según el número total de losas (20/tramo) y el VD (valor deducido)</i>	43
Cuadro 6. <i>Determinación del VDT (valor deducido terminado)</i>	44
Cuadro 7. <i>Determinación del VDC (valor deducido CORREGIDO)</i>	45

Índice de figuras

Figura 1. <i>Diseño de una losa de concreto simple</i>	18
Figura 2. <i>Diseño de una losa de concreto reforzado</i>	19
Figura 3. <i>Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta</i>	20
Figura 4. <i>Separación de juntas longitudinales y transversales</i>	21
Figura 5. <i>Deterioro y Despostillamiento de pavimento rígido</i>	21
Figura 6. <i>Escalas del PCI y los tipos de intervención</i>	23
Figura 7. <i>Normativa de niveles y rangos para determinar la magnitud del daño</i>	24
Figura 8. <i>Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica</i>	25
Figura 9. <i>Ecuación para deducción del PCI.</i>	26
Figura 10. <i>Resistencias del concreto para su diseño estructural</i>	26
Figura 11. <i>Deterioro de un pavimento a través del tiempo</i>	27
Figura 12. <i>Conteo vehicular en la Av. Confraternidad en la mañana, desde las 08:00 am hasta las 12:00 pm</i>	37
Figura 13. <i>Conteo vehicular en la Av. Confraternidad en la tarde, desde las 02:00 pm hasta las 06:00 pm</i>	37
Figura14. <i>Categorías y clasificación vehicular</i>	38
Figura 15. <i>Resistencia mínima y máxima de concreto del pavimento rígido de la Av. Confraternidad, del Distrito de independencia – Huaraz</i>	39
Figura 16. <i>Índice de VD (valor deducido)</i>	44
Figura 17. <i>Determinación del VDT (valor deducido terminado)</i>	45
Figura 18. <i>Ecuación para deducción del PCI</i>	46

Resumen

En la actualidad, la demanda por construir pavimentos rígidos, es baja, pues para construir una pavimentación de concreto es necesario contar con una gran inversión debido a su alto costo en la adquisición de materiales, así mismo el desgaste superficial es mucho más sensible al de pavimento flexible; pero en resistencia, el pavimento rígido suele tener más años de vida útil y mayor resistencia a la compresión de las cargas.

El objetivo principal de esta tesis es hacer una evaluación visual y vehicular del pavimento rígido en la Av. Confraternidad, con la finalidad de conocer los indicadores que actualmente ocasionan el deterioro de dicha pavimentación. A este fin la pregunta de investigación es la siguiente: ¿Cuál es la evaluación visual y estructural del pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz?

El Índice de Condición de Pavimento PCI, que determina la condición o estado de una vía mediante una inspección visual, al que posteriormente mediante un proceso matemático con los datos de la inspección, da como resultado el Índice PCI; el índice obtenido se compara con los rangos para clasificar la condición del pavimento.

La condición del pavimento rígido de la Av. Confraternidad del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz, sostiene un PCI = 39.2, lo cual indica que dicho valor se ubica en un estado vial MALO según la normativa ASTM D6433 – 03 (15), que sostiene un rango para este estado vial de 25 – 40.

De acuerdo a lo presentado en la figura anterior, se sugiere una REHABILITACION urgente en la Av. Confraternidad, realizando un reemplazo de la capa de rodadura como lo explica la norma.

Palabras clave: Pavimentos rígidos, Índice de Condición de pavimentos (PCI), Huaraz.

Abstract

At present, the demand to build rigid pavements is low, because to build a concrete pavement it is necessary to have a large investment due to its high cost in the acquisition of materials, likewise the surface wear is much more sensitive to that of flexible pavement; but in terms of resistance, rigid pavement tends to have more years of useful life and greater resistance to the compression of loads.

The main objective of this thesis is to make a visual and vehicular evaluation of the rigid pavement in Av. Confraternidad, in order to know the indicators that currently cause the deterioration of said pavement. To this end, the research question is the following: What is the visual and structural evaluation of the rigid pavement of Av. Confraternidad international Este, district of Independencia, Huaraz?

The PCI Pavement Condition Index, which determines the condition or state of a road through a visual inspection, to which later, through a mathematical process with the inspection data, results in the PCI Index; the index obtained is compared with the ranges to classify the condition of the pavement.

The condition of the rigid pavement of Av. Confraternidad in the district of Independencia in the city of Huaraz, sustains a $PCI = 39.2$, which indicates that said road is located in a BAD road state according to the ASTM D6433 - 03 (15) standard, which holds a range for this road state of 25 - 40.

According to what is presented in the previous figure, an urgent REHABILITATION is suggested in Av. Confraternidad, carrying out a replacement of the tread layer as explained by the norm.

Keywords: Rigid pavements, Pavement Condition Index (PCI), Huaraz.

I. INTRODUCCIÓN

En los tiempos modernos, el desarrollo de un país se mide por la calidad de sus vías; ya sea de comunicación y/o de tránsito, por consiguiente, la infraestructura vial es un campo fundamental para el desarrollo económico ya que facilita a la sociedad el transporte de pasajeros y carga productiva en este ámbito, generando actividad económica para la importación y exportación de productos agrícolas, ganadería, manufactura entre otros. Por ende, es muy importante la evaluación del estado y la condición de una carretera ya que es parte fundamental en un sistema de gestión de infraestructura vial, para garantizar la continuidad de esta en el tiempo, brindando un servicio cómodo, rápido y seguro a los usuarios, ya que son ellos quienes tienden a transitar por ella.

A nivel nacional el estado de los pavimentos tanto flexibles como rígidos presentan diferentes problemas en su infraestructura vial, las mismas que evitan que conserven su nivel de servicio durante el tiempo estimado, es decir presentan diferentes tipos de fallas y/o deterioros en su estructura. La ciudad de Huaraz no es ajena a estos problemas en los cuales la mayoría de casos se presentan durante la vida útil de dichos pavimentos.

En la ciudad de Huaraz, como en la mayoría de los pueblos del altiplano peruano, el pavimento rígido se utiliza como una preocupación, como un atenuador de daños a través de vendedores climáticos que incluyen bajas temperaturas, clima seco y profundidad de la radiación solar, así como la precipitación anual en precipitación es 852 mm. Sin embargo, la mala práctica de gestión durante todo el proceso de construcción no es un factor negativo para el buen acabado del pavimento indicado, sino también la escasez de canteras en la región y el uso adecuado de las sustancias utilizadas. Como aditivos de hormigón y principalmente el no software de una cobertura de control de conservación y mantenimiento de calles. Aparte de no tener juntas de crecimiento suficientemente buenas para el agrandamiento y contracción del pavimento inflexible. (AUTORIDADES REGIONALES Y MUNICIPALES, 2017)

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se entiende que el pavimento rígido, como todo emprendimiento, desea cosas diversas, incluida la conservación habitual, tener una robustez impresionante a lo largo de los años, dando un ángulo

de proyección a los lados para que el agua pase bien en las canaletas. Asimismo, registrar periódicamente las fallas que se presenten a lo largo del tiempo y establecer sus razones factibles para tomar las medidas correctivas, que aseguren el correcto funcionamiento de la calle en proveedores de la población y clientes que utilizan tipos distintivos de automóviles. Actualmente, la Av. Confraternidad Internacional Este Nicrupampa, perteneciente al distrito de independencia en la ciudad de Huaraz, presenta algunos daños a lo largo de toda su superficie, el cual ocasiona malestar en los pobladores y en quienes transitan con un vehículo por ese lugar, ya que interrumpe el libre tránsito de los vehicular y peatonal. Siendo así, es necesario evidenciar las fallas mencionadas en las vías que comprende dicho distrito, ya que es uno de los más transitados de la ciudad de Huaraz, por ser una zona céntrica y articuladora hacia los demás distritos. (Norma CE.010, 2010))

En el presente trabajo se evidencia un estudio patológico del pavimento rígido y sus posibles técnicas de rehabilitación incluyendo técnicas de mejoramiento vial. Para ello es necesario contar con un diagnostico actual de las calles con pavimento rígido de la zona en estudio y así mismo determinar su condición estructural. Según lo manifestado, el distrito de independencia presenta un deterioro vial en la mayoría de sus calles, esto se debe a que dichos pavimentos tienen aproximadamente 15 años de antigüedad desde su fabricación; a simple vista se podría realizar una evaluación visual utilizando los prototipos de evaluación de acuerdo a las normas del MTC y otros, del mismo modo, es necesario hacer una evaluación estructural aplicando los métodos tradicionales en pavimentos, en este caso se tomó en cuenta la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento), el cual permitirá definir la calidad, las condiciones y la composición estructural según como fue diseñada.

El estudio se llevó a cabo en la avenida Confraternidad Internacional Este Nicrupampa – Independencia, Huaraz, la misma que está comprendida por 19 calles, así mismo, la avenida mencionada constituye un tramo de estudio que empieza en el K0+000 y finaliza en el K0+2.99 con una longitud total de 2997m. Esto se realizó a partir de la importancia de su extensión con diversas situaciones, momentos de la ciudad e historia de la infraestructura vial. Por esta razón, se hace necesario determinar las causas y consecuencias de los diferentes deterioros, y el grado de desgaste que presentan la zona de estudio.

Siguiendo con los lineamientos del estudio, se planteó el siguiente **problema de investigación**: ¿Cuál es la evaluación visual y estructural del pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz?; de la cual se derivan las siguientes **preguntas específicas**: (1) ¿Cuál es la situación actual del pavimento rígido en la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz?, (2) ¿Cuáles son los agentes patológicos más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz?, (3) ¿Cuál es la evaluación del concreto en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz?, (4) ¿Cuál es el índice de Condición del Pavimento Rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz?

Así mismo, para responder a las preguntas planteadas en la investigación, se estimó que el siguiente **objetivo principal es**: Evaluar visual y estructuralmente el pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia – Huaraz, para ello se tomó en cuenta los siguientes **objetivos específicos**: (1) Diagnosticar la situación actual del pavimento rígido en la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz, (2) Identificar los agentes patológicos más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz, (3) Evaluar la resistencia del concreto en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia – Huaraz, (4) Identificar y analizar el índice de Condición del Pavimento Rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia – Huaraz. Para el presente estudio, se consideró la hipótesis deductiva, que, por ser una investigación de tipo descriptivo, se plantea una hipótesis general; la misma que comprende una positiva y otra negativa, las cuales son:

H₁: La evaluación visual y estructural del pavimento rígido, permitirá identificar, analizar y conocer los agentes patológicos que deterioran la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia – Huaraz.

H₀: La evaluación visual y estructural del pavimento rígido, no permitirá identificar, analizar y conocer los agentes patológicos que deterioran la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia – Huaraz.

II. MARCO TEÓRICO

Como parte del marco teórico, los antecedentes de la investigación refieren a la revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio, Msallam (2014) mencionan que: *“actualmente se encuentran distintos daños en el pavimento rígido y no cuentan con un mantenimiento de parte de las entidades. Este problema afecta el crecimiento urbano y el desarrollo entre ciudades y regiones, etc.”*. No obstante, la presente investigación cuenta con los siguientes exponentes:

En el ámbito internacional, tenemos a Marchan (2016), **“Métodos de Rehabilitación en Pavimentos”**. Estudio realizado en México en el instituto politécnico, de nivel descriptivos, se concluye que la estructuración de una avenida, calle o pasaje de avenida se diseña comúnmente con el concreto o asfalto, para caminos, pavimentos y obras complementarias de circulación vial, para lo cual se deben tener en cuenta las características específicas al momento de hacer el diseño. La carpeta asfáltica, está compuesta de 4 capas que resisten las cargas vehiculares, mientras que su composición estructural depende del tipo de materiales empleados. Los pavimentos pueden ser de tipos, es decir, pavimento de hormigón rígido o hidráulico y pavimentos flexibles o asfálticos, teniendo como simple diferencia la estructura de la superficie rodante; teniendo como referencia que en los pavimentos flexibles es una carpeta de asfalto, y en los pavimentos rígidos es una losa de hormigón hidráulico. Los pavimentos rígidos son de uso muy confinado, debido a la alta tasa de producción que se refleja en una inversión totalmente alta, pero que comprende una baja demanda presupuestal en la inversión de preservación y conservación, comparado con los pavimentos basados principalmente en asfalto.

Por su parte, Andrade (2016), en su artículo científico denominado: **“Metodología de análisis de la condición del pavimento a partir del cuenco de deflexión”**, estudio de tipo descriptivo con diseño no experimental, en la cual se llegó a la conclusión que: La técnica propuesta permite evaluar y decidir adecuadamente el estado del pavimento en su conjunto o en cada una de sus capas, disminuyendo ampliamente la necesidad de perforación, lo que aumentará la velocidad en la obtención de efectos, optimizando a su vez la adopción de la excelente solución en

materia de la intervención imprescindible para la mejora del pavimento en uso. Las ecuaciones propuestas se pueden ingresar en un software de computadora portátil simple para que, con un rango reducido de parámetros de entrada, el diseño de la forma completa del pavimento se pueda adquirir de manera rápida y adecuada tanto para instalaciones nuevas como para la rehabilitación o reconstrucción de las actuales. Las expresiones matemáticas obtenidas para la determinación de los índices ISC, ICI e ICB muestran que dependen del módulo de la subrasante y del tráfico.

También, Puga (2018), desarrollo un estudio denominado **“Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)”**, su objetivo fue investigar el pavimento rígido de la avenida Loja (vía Las Américas - calle 10 de Agosto) el uso del PCI; llegando a la conclusión que el primer segmento proporciona un país de conservación entre asombroso y excelente, ya que sugiere fallas de gravedad baja y media; mientras que la segunda fase indica deterioros de excesiva severidad, impartiendo una condición del pavimento entre regular y muy severa; y posteriormente, la fase 1 – 3 revela fallas de severidad media con una muy buena calificación de conservación diaria.

Además, en el ámbito nacional; Asenjo (2017), realizó un estudio de nombre **“Evaluación del estado del pavimento rígido en la Av. Mariscal Castilla, empleando el método PCI - Jaén 2016”**, su principal objetivo fue determinar el estado actual del pavimento rígido de la Av. Mariscal Castilla mediante el uso del PCI, también conocer las causas del deterioro en dicha vía. Finalmente concluye que el tramo 1, aporta un PCI de 42.44 %, con una calificación regular en su estado físico, el tramo número 2, aporta un PCI de 64.95 %, impartiendo al pavimento una calificación buena en su estado actual. Entre los problemas de deterioro más relevantes que se habían localizado, se encontraban las grietas de los rincones, losas divididas y el gran parcheo por la inadecuada compactación del afirmado durante su proceso de construcción, al igual que los estudios del suelo, de tráfico y materiales empleados en el diseño de este tipo de pavimentación.

Córdova (2019) presentó su investigación llamada **“Diseño estructural de pavimento rígido utilizando la metodología AASTHO 93, de la Av. Ramón Castilla, en el distrito de Chulucanas – Morropón – Piura, 2019”**. Universidad de Piura, se desarrolló mediante un estudio descriptivo, concluye que: El ensayo de CBR permite obtener información de manera sencilla acerca de la capacidad de soporte de un suelo determinado, es una prueba bastante empleado en el campo de los pavimentos, e incluso varias metodologías de diseño utilizan este valor como parámetro principal. En nuestros resultados tenemos un promedio de 23% de CBR, hallado de tres ensayos realizados en laboratorio, este dato nos sirvió para establecer el grosor de la sub – base. Para el grosor de la sub – base, se determinó 15 cm, ya que el CBR nos dio un porcentaje de 23% lo cual es mayor al 6 %, esto está indicado en la norma AASHTO 93. El grosor de la losa de concreto será de 15 cm, lo cual se halló siguiendo unos parámetros que rige la norma Aashto 93.

Por otro lado, Campos (2016), en su estudio aplicado en la avenida del centro poblado Huambocancha Baja y centro poblado El Batá – Cajamarca **“Evaluación del pavimento rígido aplicando el método de índice de condición del pavimento 2016”**, para el cual manifiesta que su principal objetivo fue hacer una evaluación del pavimento rígido aplicando el método de índice de condición del pavimento y determinar su estado actual de conservación; donde se concluyó que dicha avenida muestra un PCI = 47.15 %, teniendo una calificación regular.

Aguilera (2017), en su informe desarrollado en la Av. Don Bosco (Plazas 28, 29, 30 y 31 del AA.HH. Santa Rosa, realizado en la ciudad de Piura en el Distrito 26 de octubre, **“Evaluación de los agentes patológicos actuales mediante la técnica de PCI – 2017”**, teniendo como meta generalizada, conocer los agentes patológicos actuales mediante la técnica de PCI; llegando a concluir lo siguiente: Los agentes patológicos más frecuentes dentro de los pavimentos son el uso inadecuado de agregados, huecos, piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados, exudación y deformación en la carpeta de rodadura o superficie, también se adquirió un PCI de 42,33 %, manifestando un regular estado de conservación.

Por su parte, Sánchez (2017) en su estudio nombrado **“Evaluación del estado de conservación de la pavimentación en la Av. Ramón Castilla, a través de la metodología PCI (Pavement Condition Index)”**, donde el objetivo principal fue evaluar la condición del pavimento de la Av. Ramón Castilla. Para el cual se tuvo como conclusión que el tramo uno sostiene un mal estado de conservación con un PCI de 34.4 %, el tramo dos registra muy buena condición con un PCI de 68.3 %, tramo tres tiene un índice de conservación de 32.4% teniendo un mal estado, el tramo cuatro da un índice de conservación de 24.8% presentando un mal estado y finalmente, el tramo cinco ofrece una muy buena conservación con un PCI del 81.7%. Por tanto, se puede decir que los tramos dos y cinco se encuentran en muy buen estado para transitabilidad vehicular y los tramos uno, tres y cuatro, necesitan ser intervenidos.

A nivel local, Vásquez (2016) en su informe aplicado en la ciudad de Caraz, **“Análisis de la situación de las cinco calles del sector de Yanachaca, Provincia de Huaylas, Región Ancash el 2016”**, en la que el principal objetivo fue afirmar la situación de las cinco calles del sector de Yanachaca, la misma que busco identificar el estado actual del pavimento mediante el PCI. Se adquirió un PCI del 65,60% en los 5 carriles. Dicha calificación nos sugiere que las 5 calles de la avenida principal Yanachaca tienen un buen estado de conservación.

Por su parte, Rodríguez (2016) en su informe elaborado **“Conocer el estado de las vías del barrio El Triunfo en la ciudad de Carhuaz, en la provincia de Carhuaz y departamento de Ancash – 2016”**, se formuló el siguiente objetivo principal: Conocer el estado de las vías del barrio El Triunfo, para el cual se aplicó el método PCI encontrando como resultado un 45.20%, el mismo que se ubica en un rango de valor REGULAR.

Como teorías relacionadas a la investigación tenemos a Chang (2005), quien manifiesta que **el pavimento** es una composición estructural sujeta a cargas que ocasionan deformaciones y fuerzas en el interior de esta estructura. El tipo de pavimento podría ser una característica del diseño, así como una forma de sustento

para el periodo de su vida útil. Dentro de la composición estructural en pavimentaciones, los más imponentes son el flexible y el rígido.

Pavimento Rígido. Es una estructura hecha de un grupo de capas como base, sub – base y una superficie de rodadura. La característica de una pavimentación, es dirigir y emitir resistencias a los cientos de vehículos que transitan por el pavimento, el cual está estructurado para un tiempo determinado. Las sustancias más resistentes o con más resiliencia a las cargas deben colocarse dentro del componente superior porque los esfuerzos bajarán a una profundidad más pronunciada, por ende, el pavimento deberá responder al uso que se le dé. (Bachar, 2009)

También AASHTO (1993), concuerda con la descripción del primer autor con respecto al pavimento, interpretando que es una estructura que tiene toda su forma apoyada en el suelo sobre el que está construido, que también se denomina sub – rasante. Dicha capa deberá estar diseñada para enfrentarse a un diseño de capas de diferentes alturas, conocido también como composición estructural, así mismo, estará confeccionada para soportar las cargas emitidas en la superficie durante un determinado periodo. Por otro lado, el investigador, menciona que la estructura está diseñada para brindar comodidad y protección mientras se usa para el viaje, garantizando así la calidad y confort del usuario.

Sharifi (2019), interpreta que, los pavimentos rígidos están compuestos por capas de cemento Portland o hormigón hidráulico que en ocasiones proporciona un refuerzo metálico, generando un diseño más resistente que el otro tipo de pavimento, para ello se estima un periodo de durabilidad de 20 a 40 años; considerando que su mantenimiento es más costoso, debido al hecho de que en la mayoría de los casos es mucho más efectivo dentro de las juntas de expansión entre los paneles. Además, el estado actual de un pavimento de podrá definir en la conservación de la superficie.

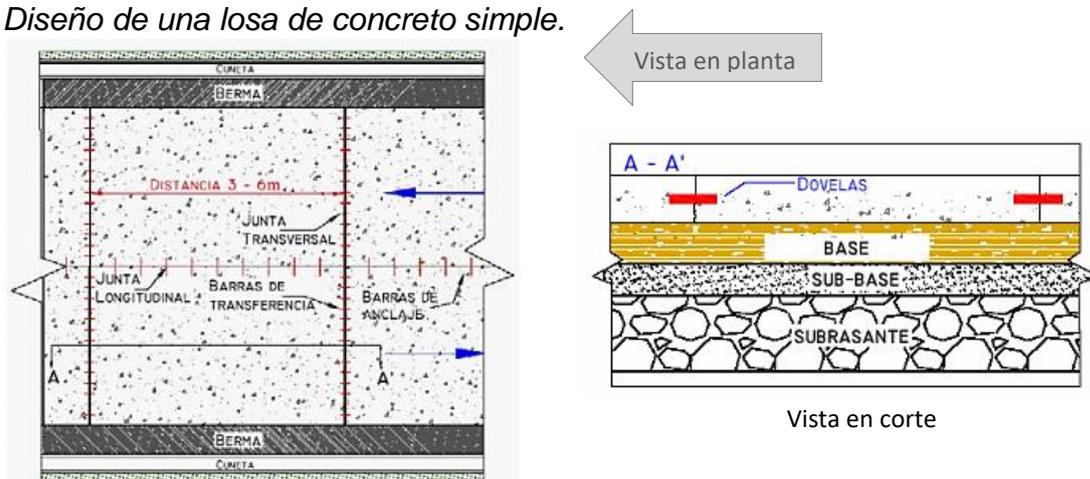
De esta manera, será posible elegir algunas técnicas adecuadas para conservar y preservar, con la intención de buscar extender la durabilidad en el tiempo del pavimento diseñado.

Así mismo Montejo (2002), manifiesta que las características estructurales del pavimento flexible y rígido son casi las mismas, ya que ambos tienen la función de soportar y transmitir las cargas dentro de la carpeta asfáltica y mantener la uniformidad de la superficie del pavimento o carpeta de rodadura. El autor menciona también que los pavimentos rígidos se dividen en 2 tipos, según su diseño o composición estructural, las cuales se mencionan a continuación:

Losa de concreto simple. Este método utiliza losas de hormigón no reforzado. Las juntas de contracción transversal se construyen generalmente en periodos entre tres y 6 m, con el objetivo de controlar la fisuración de las losas. Dependiendo del diseño de las losas, estas pueden unirse mediante segmentos o barras de transferencia colocadas dentro de las juntas transversales asegurándose el cambio de carga entre ellas; Además, las barras de anclaje se colocan dentro de las juntas longitudinales, en un recorrido perpendicular al eje del pavimento. (Montejo, 2002)

Figura 1.

Diseño de una losa de concreto simple.



La figura 1 muestra el diseño estructural de un pavimento rígido tradicional. INVIAS (2006)

Control de fisuras. Se manifiestan en las juntas de las losas de concreto de forma transversal y longitudinal.

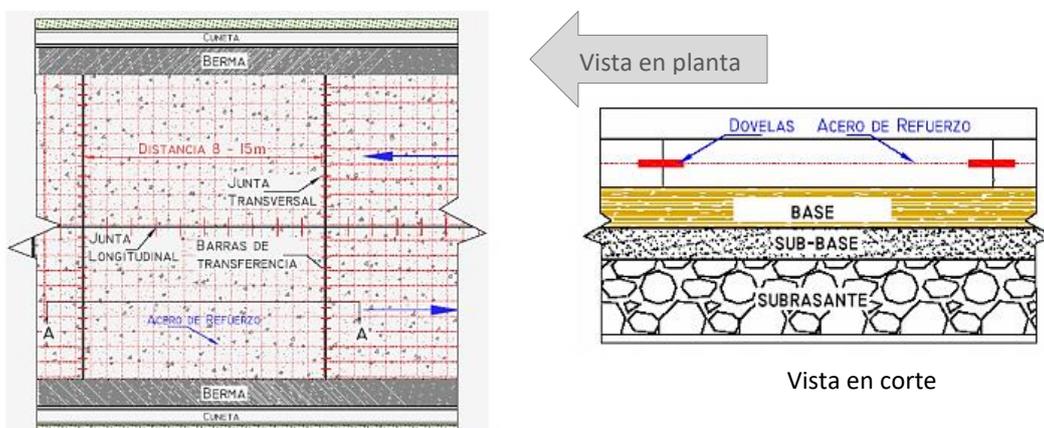
Esparcimiento entre juntas. Corresponde a una relación de esbeltez en la que se entromete el ancho, período y espesor de la losa. Las juntas transversales deben construirse a un máximo de 1,25 veces el ancho de la losa. Se deben construir

juntas longitudinales si el ancho de la calzada es superior a 25 veces el espesor de la losa. (Montejo, 2002)

Losa de concreto reforzado. Porque el espaciamiento de las juntas transversales es superior al de las losas de hormigón simples, con rangos típicos entre siete (7m) y quince (15m); Este sistema utiliza juntas de contracción y además metal de refuerzo para manipular el agrietamiento de las losas. Los segmentos se utilizan dentro de las juntas transversales para asegurar la transferencia de cargas entre las losas. (Montejo, 2002)

Figura 2.

Diseño de una losa de concreto reforzado.



La figura 2 muestra el diseño estructural de un pavimento rígido reforzado. INVIAS (2006)

Control de fisuras. Se diseña una estructura de concreto armado con varillas de acero de refuerzo en forma transversal y longitudinal (tipo malla)

Esparcimiento de juntas. Cuando las dimensiones oscilan entre los 7 y 15m, las fisuras pueden manifestarse debido al tamaño de la losa.

Acero de refuerzo. Malla diseñada con acero de refuerzo en forma de trama.

Transferencia de cargas. Los dobles en las juntas transversales, son las que ayudaran a soportar las cargas del pavimento rígido. (Montejo, 2002)

Si bien, existen diversas metodologías para el estudio de pavimentos en el país, estas, las cuales han dejado de dar algún resultado en cuanto a la protección de los pavimentos, también si se considera que la evaluación se debe aplicar con cualquier tipo de técnica existente, el resultado de la renovación o rehabilitación, económicamente sería factible y con propósito, estas estrategias nos ayudan a identificar los daños presentes en el tiempo. (Leguía, 2016)

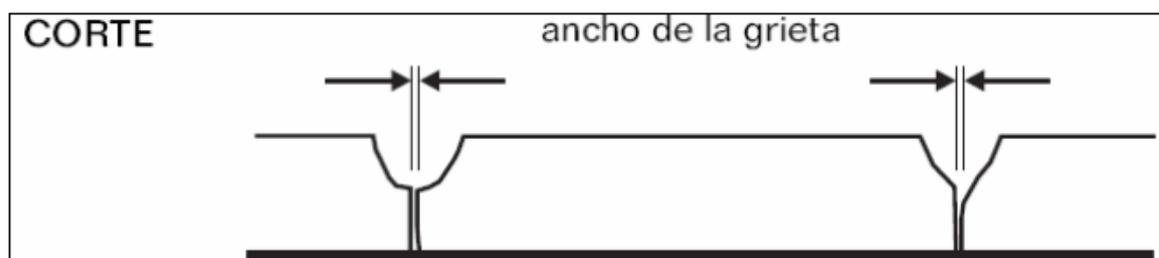
Dentro de los daños más comunes en pavimentos rígidos, se presentan los siguientes:

- a) Grietas
- b) Deterioro de las juntas
- c) Deterioro superficial
- d) Otros
- e) Los cuales son producto de los factores mencionados.

Las grietas. En este manual las grietas de ancho menor a 0.03mm se denominan fisuras, en la figura se muestra el ancho que define una grieta. Este grupo de deterioros influye en todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto. (INVIAS, 2006)

Figura 3.

Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta.

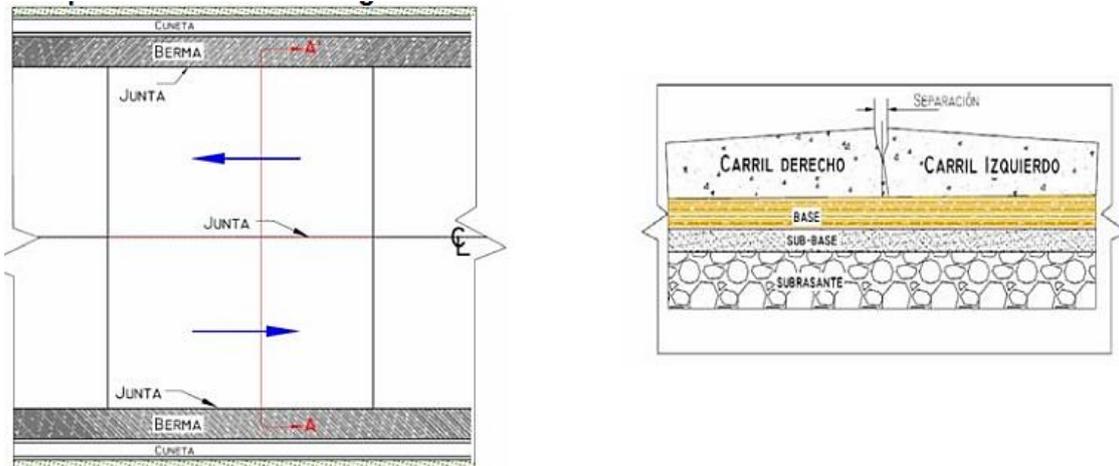


La figura 3 muestra la tipología de una grieta en un pavimento rígido. INVIAS (2006)

El deterioro de las juntas. Corresponde a las aberturas entre paños de losa de concreto, las cuales están orientadas de forma longitudinal y transversal a lo largo de todo el pavimento. (INVIAS, 2006)

Figura 4.

Separación de juntas longitudinales y transversales.

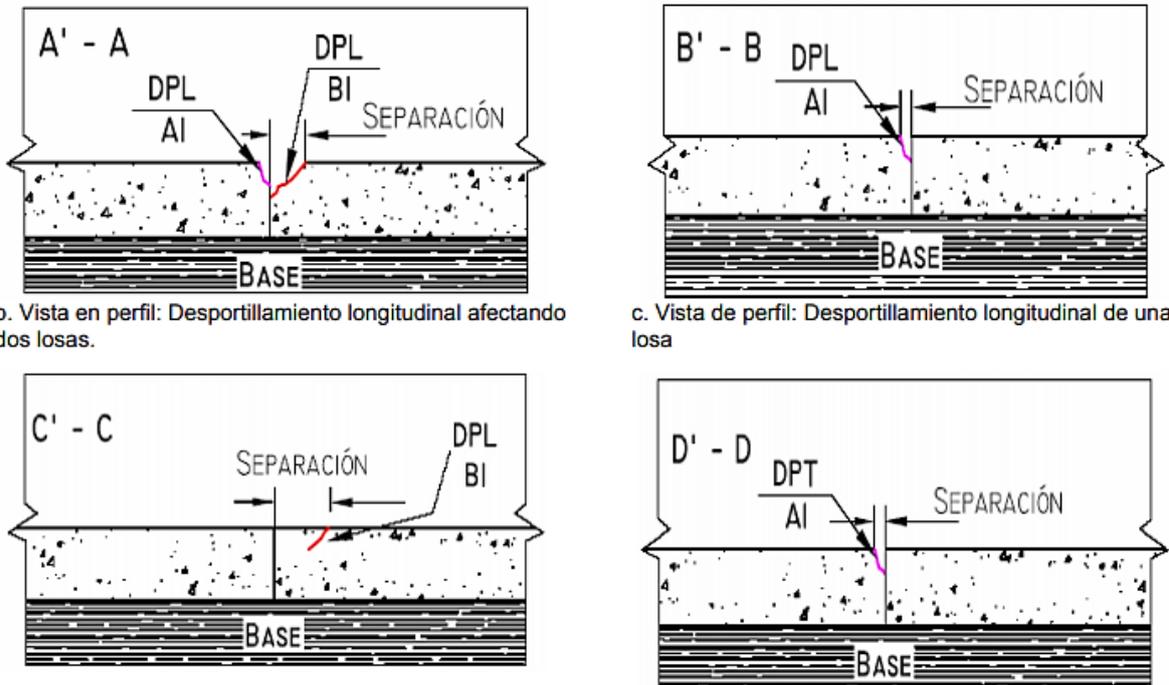


La figura 5 muestra la separación de juntas en pavimentos rígidos. INVIAS (2006)

El deterioro superficial. Es la desintegración de las aristas de una junta (longitudinal y transversal), con pérdida de trozos que pueden afectar hasta 0.15m (0.15 cm) a lado y lado de la junta. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido con juntas. (INVIAS, 2006)

Figura 5.

Deterioro y Despostillamiento de pavimento rígido.



b. Vista en perfil: Despostillamiento longitudinal afectando dos losas.

c. Vista en perfil: Despostillamiento longitudinal de una losa

d. Vista en perfil: Inicio del desprendimiento

e. Vista en planta: Despostillamiento transversal.

La figura 5 muestra los tipos de despostillamiento en pavimentos rígidos. INVIAS (2006)

El PCI (Índice de Condición del Pavimento). Es un método efectivo y completa para comparar y clasificar de manera concreta una pavimentación, sean o no estructuras de carpetas flexibles o rígidas. El método es fácil de usar y no siempre es importante tener instrumentos especiales. (Vásquez, 2002)

"El índice de condición de un pavimento se determina a partir de un estudio en profundidad que mide el daño y la cantidad de fallas y circunstancias dadas en una pavimentación para proporcionar un índice numérico que va de cero a cien, siendo 100 un gran valor". (Butt, 1981)

CAG (2016) define que el PCI, es una estructuración de rangos que califican el estado físico de un pavimento, ya sea de una calle o avenida. Es un instrumento estadístico que necesita realizar una supervisión visual y de observación de las vías requeridas, este método, fue desarrollado en EE. UU por ingenieros que conformaban el cuerpo del ejército de dicha nación. Dentro de los conceptos encontrados, la ASTM International (está determinada por la implementación de requisitos necesarios para aplicarlos en los procedimientos de evaluación vial) estandarizó los procedimientos de inspección de PCI para pavimentos y carreteras de aerovías. Esta metodología comprende rangos con valores desde la condición EXCELENTE hasta la condición FALLADO; como funciones de la puntuación estadística y cuantificada para evaluar vías.

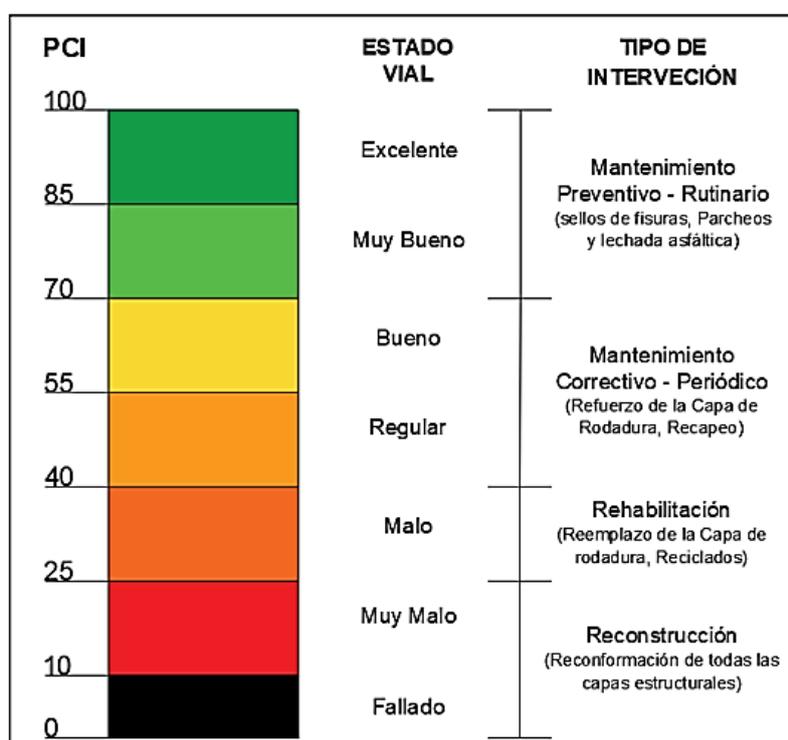
Dicha metodología es bastante simple de aplicar. Para deducir el PCI y destacar el mantenimiento y rehabilitación, siempre es necesario contar con los factores que generan daños en el pavimento y así contemplar una clasificación que se define según las técnicas contenidas en ASTM D 5340 y se adapta para medir el estado de las calles y avenidas; considerando los diez elementos fundamentales del que destaca más la importancia del desempeño estructural. (Boyapati, 2015)

La evaluación útil de una pavimentación, abarcará la recopilación de hechos de la avenida asociados con la severidad y extensión del piso. Vecindad y patrón de grietas, ubicación deshilachada, ubicación de fallas en la superficie, nivel de daño o severidad, resistencia a las cargas y rugosidad en la carpeta de rodadura de calles urbanas seleccionadas un determinado estudio. (SHAH, 2013)

Evaluación. La evaluación de una pavimentación está basada en la clasificación de los problemas encontrados en la vía, de tal manera que se busca identificar los daños en la superficie de un pavimento, posteriormente a ello se determina el nivel de severidad para luego realizar los cálculos estadísticos y encontrar el valor absoluto del PCI; con lo mencionado se podrá deducir cual es el estado vial como se muestra en la siguiente imagen. (Baladí, 1991)

Figura 6.

Escalas del PCI y los tipos de intervención.



La figura 6 muestra los 7 rangos del estado vial. Norma ASTM D6433 – 03 (15)

Cálculo del PCI. Se calcula en base a los problemas identificados en algún momento de las encuestas elaboradas por el gobierno central. Estos datos encontrados, se emplea para decidir el valor estimado dentro de los rangos para calcular y clasificar los valores de PCI para el segmento de un pavimento. La historia de PCI de un segmento de pavimento puede descubrir los principales deseos de rehabilitación futuros. FAA PAVEAIR clasifica el PCI guiándose de los procesos encontrados en este instrumento, los cuales son descritos como "Método de prueba estándar ASTM D5340 para encuestas de PCI" y "Práctica estándar ASTM D6433 para encuestas de evaluación de la condición del pavimento". (PAVEAIR FAA, 2019)

Figura 7.

Normativa de niveles y rangos para determinar la magnitud del daño.

No.	Tipo de Daño (unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS					
1.	Grietas longitudinales (m)	GL	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
2.	Grietas transversales (m)	GT	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
3.	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
4.	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
5.	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB	Siempre altas		
6.	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	<3mm	3 - 10mm	>10mm
JUNTAS					
7.	Separación de juntas (m)	SJ	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
8.	Deficiencias de sellado (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
DETERIORO SUPERFICIAL					
9.	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
10.	Descascaramientos (m2)	DE	Sin severidad		
11.	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12.	Desintegración (m2)	DI	Sin severidad		
13.	Cabezas duras (m2)	CD	Sin severidad		
14.	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
15.	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
16.	Parches (m2)	PCHA, PCHC	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
17.	Hundimientos o asentamientos (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor.	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
OTROS DAÑOS					
18.	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m2)	FR	Sin descascarar	desc < 10%	desc > 10%
19.	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20.	Fisuración por durabilidad (m2)	FD	Sin severidad		
21.	Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
22.	Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
DANOS EN BERMAS					
23.	Descenso de la berma (m)	DB	h<10mm	10 - 30mm	>30mm
24.	Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura < 3mm.	Entre 3mm y 10mm.	> 10mm.

La figura 7 muestra los rangos de severidad de acuerdo a la normativa. INVIAS (2006)

Método de evaluación. Requiere inspecciones realizadas para identificar las causas de deterioro del pavimento y las consecuencias que influyen en el usuario. Para ello se cuenta con diferentes tipos de estrategias fáciles de aplicar los cuales no requieren de procedimientos complicados. Una de las técnicas aplicadas en la obtención de los datos, es la observación de todos los daños encontrados en la inspección realizada en el lugar de estudio. (Gutiérrez, 1994)

Así mismo, Vásquez (2002) sostiene que existen 19 fallas propuestas a través del PCI para la calificación de la composición del pavimento. Estas fallas, ocurren normalmente en superposiciones de las capas de la carpeta asfáltica, lo cual indica que no solo se tiene que evaluar la superficie del pavimento; también la estructura.

Figura 8.

Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

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

La figura 8 muestra el formato y los indicadores para el llenado de este. Vásquez (2002)

Asu vez, es necesario recopilar toda la información necesaria, ya que los datos obtenidos mediante la aplicación de instrumentos, serán necesarios para procesar dichos datos para finalmente obtener el porcentaje de PCI, para luego aplicar la siguiente formula:

Figura 9.

Ecuación para deducción del PCI.

$$\begin{aligned} &\text{Máximo VRC} = \\ &\text{PCI} = 100 - \text{Máximo VRC} \\ &\text{PCI} = 100 - \\ &\text{PCI} = 59.96 \\ &\text{Clasificación} = \end{aligned}$$

La figura 9 muestra la fórmula para deducir el PCI de una pavimentación. Vásquez (2002)

Sostiene además que, para realizar la evaluación estructural podemos localizar estrategias que ya están enganchadas los cuales son los controles perjudiciales y no destructivos. En caso de necesitar realizar una prueba de tipo adverso, probablemente será vital realizar evaluaciones visuales de los elementos, en cada una de las secciones o muestras del pavimento. Mediante el enfoque de este método, nos daremos cuenta del país contemporáneo del perfil del pavimento mediante la recopilación de estadísticas sobre qué materiales se utilizaron para hacer el pavimento. También, las pruebas de laboratorio no destructivas, surgen como un método en el que no es importante realizar pozos de prueba, pero es más simple medir las deflexiones, que es un dispositivo de primera consideración en el pronóstico no dañino de los sistemas. (Gonzales, 2004)

Figura 10.

Resistencias del concreto para su diseño estructural

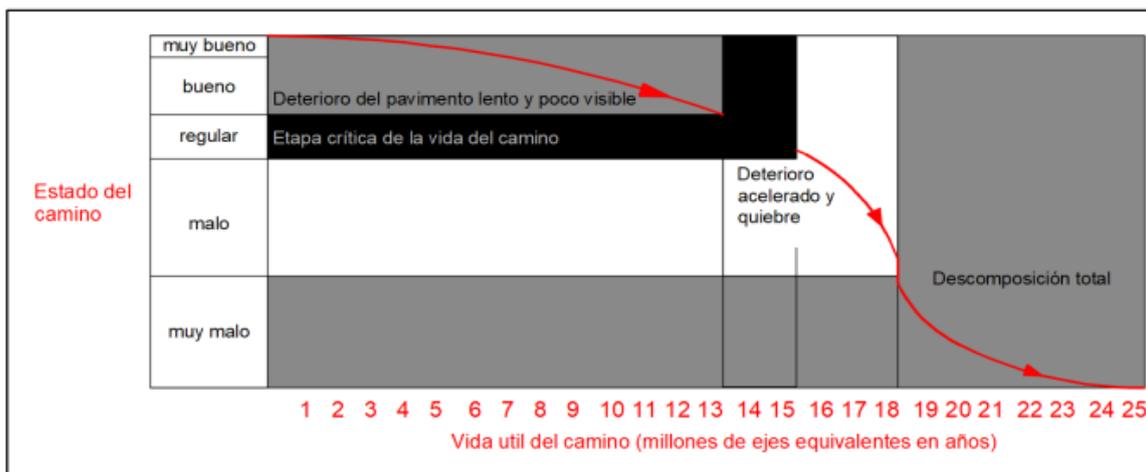
TIPO	RESISTENCIA	UTILIZACION
A	140 Kg/Cm ²	Concreto burdo para cimentacion.
B	175 Kg/Cm ²	Concreto para cimentaciones y muros de contencion.
C	175 Kg/Cm ²	Concreto armado para con proporcion 1:2:4, para pavimentos, losas y muros de contencion.
D	210 Kg/Cm ²	Concreto para pisos, losas y trabes de grandes claros, escalones y pavimentos especiales, muros impermeables, tanques de almacenamiento, fosas septicas y en general de concretos para altas resistencias.
E	175 Kg/Cm ²	Para concreto en secciones delgadas y dificiles y para elementos precolados.

La figura 10 muestra la distribución de las resistencias del concreto. INVIAS (2006).

Los agentes patológicos. Son identificados posteriormente a una revisión de daños encontrados en el pavimento, lo cual se debe clasificar de acuerdo al tipo de daño y su severidad. Dentro de la clasificación de estos daños, se pueden encontrar problemas comunes como: agrietamiento del bloque, piel de cocodrilo, abultamiento, exudación, etc. Una vez obtenida la severidad, puede definirse el nivel de deterioro ocasionado en el pavimento, considerando su progresión. De acuerdo con esta función, se pueden tomar medidas para su mantenimiento o corrección si es importante. Además, para decidir la multa del tráfico en frases de severidad: Baja (L: Baja): mientras el conductor siente algunas vibraciones dentro del coche. Medio (M: Medio): en esta situación, probablemente será importante reducir el ritmo para tener mayor comodidad y protección durante la conducción. Alto (H: alto).

Figura 11.

Deterioro de un pavimento a través del tiempo.



La figura 11 muestra la calidad de pavimento según el nivel de deterioro. INVIAS, 2006.

Finalmente, se debe tomar en consideración la extensión de las vías, ya que es un factor muy importante para inspeccionar, evaluar y clasificar el pavimento, esto puede representar el tramo (duración o lugar) deteriorado. Para la clasificación de una pavimentación de concreto, se va a tener en cuenta el conteo de las veces que se repitan las fallas y el lugar donde se den. Para el estudio de campo, una vez adquiridos los dispositivos de muestra, se puede evaluar cada unidad para decidir el tipo, la gravedad y la cantidad de daño de acuerdo con la muestra de evaluación y se registrará en el formato del PCI. (Centro de Investigación y Desarrollo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU., 2001)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación:

Para el presente estudio, se consideró de tipo aplicada, ya que se buscó identificar y evaluar un hecho real, así mismo se estimó un enfoque cuantitativo, ya que se emplearon datos estadísticos en la recopilación de los datos, así como otros trabajos similares para reforzar el planteamiento de los objetivos propuestos.

Nivel de investigación:

Se consideró un estudio de nivel descriptivo, ya que los datos y la información recopilada en el estudio evidenciarán la problemática y sus causas en un diagnóstico físico del lugar. Para ello es necesario recurrir a una inspección de campo y conocer detalladamente el problema encontrado

Diseño de investigación:

El diseño del presente informe de investigación, contempla un método no experimental, ya que no habrá manipulación de la variable de investigación, por otro lado, se considera un estudio de corte transversal, ya que los datos obtenidos en la recaudación de los datos; se determinará en un tiempo estimado, donde se buscó evaluar la variable presentada en el presente informe.

Para dicha investigación se consideró el siguiente esquema:

M ----- **O** ----- **E**

Donde:

M: Muestra

O: Observación de la muestra

E: Evaluación

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Título de la investigación:

“Evaluación visual y estructural del pavimento rígido de la Av. Confraternidad Internacional Este, Distrito de Independencia, Huaraz”.

3.2.2. variable de estudio:

- Evaluación visual y estructural del pavimento rígido

3.2.3. Definición conceptual:

Estudia las características de las fallas que se pueden encontrar en la superficie de la pavimentación. Así mismo los pavimentos pueden verse afectados en su estructura interna. (Rodriguez,2016)

3.2.4. Definición operacional:

Los pavimentos rígidos son muy cuestionados por la demanda económica en la ejecución de este tipo de construcciones, en especial para pavimentos; ya que estas mismas suelen estar expuestas a las constantes cargas de la circulación vehicular y peatonal.

3.2.5. Indicadores:

Tabla 1.

Distribución de dimensiones e indicadores de la variable de estudio.

<i>DIMENSIÓN 1: Evaluación visual</i>	<i>DIMENSIÓN 2: Evaluación estructural</i>
<i>Fisura y/o grieta longitudinal</i>	Estado físico actual
<i>Fisura y/o grieta transversal</i>	Resistencia a la compresión
<i>Fisura y/o grieta de esquina</i>	Pruebas de laboratorio
<i>Fisura y/o grieta de bordes</i>	Composición estructural
<i>Fisura y/o grieta por retracción</i>	Condición del pavimento

La tabla 1 muestra los indicadores de cada dimensión. (Elaboración propia)

3.2.6. Escala de medición: De razón.

Cuadro 1.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Evaluación visual y estructural del pavimento rígido	<p>Estudia las características de las fallas que ocasionan el deterioro del pavimento. De igual manera, estas estructuras pueden verse afectados en su estructura interna. (Rodríguez,2016)</p> <p>Así mismo, Vásquez (2002) sostiene que existen 19 fallas propuestas a través del PCI para la calificación de la composición del pavimento. Estas fallas, ocurren normalmente en superposiciones de las capas de la carpeta asfáltica, lo cual indica que no solo se tiene que evaluar la superficie del pavimento; sino también la composición estructural.</p>	<p>Los pavimentos rígidos son muy cuestionados por la demanda económica en la ejecución de este tipo de construcciones, en especial para pavimentos; ya que estas mismas suelen estar expuestas a las constantes cargas de la circulación vehicular y peatonal.</p> <p>Es por ello que se necesita realizar un correcto procedimiento en la construcción de pavimentos rígidos, en caso contrario el costo para reparar daños y dar mantenimiento a este tipo de vías será muy costosa</p>	Evaluación visual de pavimento rígido	Fisura o grieta longitudinal	De Razón
				Fisura o grieta transversal	
				Fisura o grieta de esquina	
				Fisura o grieta de bordes	
				Fisura o grieta por retracción	
			Evaluación estructural de pavimento rígido	Estado físico actual	
				Resistencia a la compresión	
				Pruebas de laboratorio	
				Composición estructural	
				Condición del pavimento (PCI)	

El cuadro 1 muestra la operacionalización de la variable y su definición. (Elaboración propia)

3.3. Población, muestra y muestreo

Para el presente informe de investigación, se consideró una muestra constituida por 2997m de longitud de la Av. Confraternidad, la misma que hace referencia a 2.99 km, del total mencionado, se tomó como muestra de estudio a 625 m lineales de pavimento, lo cual se refiere a 0 + 0.625m, de tal manera se consideró un muestreo de tipo no probabilístico, ya que no se aplicara ninguna fórmula para la obtención de la muestra, la selección de este fragmento se dio por medio de juicio del investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron recopilados de dos maneras, la primera, consistió en la evaluación visual (observación directa), la segunda a través de probetas y/o pruebas de laboratorio realizadas en el pavimento existente para poder determinar la condición y la composición estructural de la avenida estudiada. Es importante considera la aplicación de instrumentos diseñados para la obtención de datos e información. Con lo mencionado se tuvo: una ficha de observación para determinar la situación actual del pavimento de la Av. Confraternidad y los formatos del PCI según las normativas, para ello es importante que el investigador conozca el proceso de llenado de los formatos emitidos por las normas mencionadas en la base teórica.

El PCI es un índice numérico que evalúa de 0 a 100 el estado de un pavimento como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 2.

Rangos de clasificación del PCI.

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

La tabla 2 muestra los niveles y rangos del PCI. Norma ASTM D6433 – 03 (15)

Para aplicar este método en primer lugar se debe iniciar con un trabajo de campo en el que se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, y se llena el siguiente formato:

Referencia de la figura 8.

Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

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

En la figura 8 citada en a pág. 22, se muestra el formato para llenado y evaluación del PCI de una pavimentación. Vásquez (2002)

También para recopilar la información en el presente estudio, se realizaron los siguientes procedimientos:

- Conteo de tráfico vehicula para identificar la secuencia y las cargas a las que está sujeta la Av. Confraternidad en el distrito de Independencia.
- Estudios de laboratorio, en este caso se realizaron 08 diamantinas en diferentes puntos para deducir la resistencia a la compresión del pavimento rígido.
- Recorrido del tramo seleccionado en la muestra para inspección y evaluación visual de la avenida Confraternidad.
- Toma de capturas fotográficas.
- Otros.

3.5. Procesamientos

Se consideró 08 pruebas de Diamantina de acuerdo con la norma ASTM C – 39M para la evaluación del pavimento rígido, considerando como primer punto, el Km 0 + 0.00 de la Av. Confraternidad hasta el Km 0 + 0.625. Para ello se consideró los siguientes procedimientos con la finalidad de cumplir con los objetivos:

- Se realizó el conteo de tráfico vehicular llenado en el formato estimado en el manual del MTC, para realizar un diagnóstico físico del pavimento rígido.
- Se identificó el número de las fallas visualizadas.
- Se hizo el llenado de los formatos de evaluación visual para identificar el nivel de severidad, como lo es: baja (L), mediana (M) o alta (H).
- Se recaudó la cantidad total de las fallas evidentes y se clasificó según su tipo.
- Finalmente se calculó el VDC y el PCI: $PCI = 100 - VDC$

3.6. Método de análisis de datos

Para la realización de formulación de resultados, se tiene lo siguiente:

- Se realizó el análisis, teniendo en cuenta la experiencia general del área de la región que se encuentra debajo. De acuerdo a los distintos tramos seleccionados en una pavimentación como muestra.
- La valoración se ejecutó de manera genérica, tanto los elementos externos como los internos de toda la pavimentación.
- Procedimiento de acumulación de estadísticas disciplinarias, utilizando medidas para obtener tablas de datos mediante el uso de la ayuda del software Excel.
- Pruebas de laboratorio (08 Diamantinas)

3.7. Aspectos éticos

El desarrollo de la investigación, se estipuló dentro de los lineamientos vigentes y determinados en la UCV – Escuela profesional de Ingeniería Civil, y pasaron a estar sujetos también a las normas y la ética profesional. Esto aseguró efectos fiables y favorables. Por otro lado, se consultan estudios asociados a la problemática con diferentes escenarios, lo que sirvió para reforzar el método utilizado, reconociendo la similitud de todos los estudios empleados.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluar visual y estructuralmente el pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz.

Actualmente, la Av. Confraternidad, presenta en su totalidad una estructura vial de pavimento rígido, debido a la demanda vehicular y peatonal que transita continuamente por esta avenida, así mismo tiene un aproximado de 15 años de antigüedad después de su construcción, la cual se puede evidenciar en las imágenes. Esto da respuesta a la preocupación de la población y profesionales interesados en el mejoramiento de la infraestructura vial, pues es muy importante que las vías de circulación presenten una buena condición y calidad del pavimento, ya que en algunas ocasiones sirven como conectores o articuladores a otros lugares y en otras ocasiones genera un desarrollo socioeconómico en la ciudad

4.2. Diagnosticar la situación actual del pavimento rígido en la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz.

Tabla 3.

Emplazamiento de la Av. Confraternidad en el distrito de Independencia, Huaraz.

Distrito de independencia - Huaraz	
	
Turismo	
Sala de exhibición del Monumento Arqueológico de Willkawaín	
Actividad económica	
Terminales terrestres, mercado de abastos, y el parque industrial, entre otros.	
Tránsito vehicular y peatonal	
Vehículos livianos, medianos y pesados	

En la tabla 3 se muestra el emplazamiento y las principales actividades que se desarrollan en la avenida Confraternidad, distrito de Independencia.

Por otro lado, se realizó un conteo vehicular el día sábado 12/06/21 durante 08 horas, por ser el día con más movimiento y afluencia en la zona.

Cuadro 2.

Aforo vehicular en la prolongación de la Av. Confraternidad, desde el km 0 + 0.00 hasta el km 0 + 0.625 – **Turno mañana.**

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – HUARAZ 							
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ							
FORMATO N°2 MTC – FICHA DE AFORO VEHICULAR							
RESPOINSABLE: DISTRITO: DEPARTAMENTO: TRAMO:	UBICACIÓN: FECHA: HORA DE INICIO: HORA DE TERMINO:						
 							
Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				PICK UP	RURAL		
DIAGRAMA VEHICULAR							
08:00 08:30		1	28	3	4	1	37
08:30 09:00	1	2	27	2	1		33
09:00 09:30	3		31	1	3	2	40
09:30 10:00		1	30	1	4		36
10:00 10:30	1		23	2	3	1	30
10:30 11:00	2		20	1	2	3	28
11:00 11:30		1	29	2	1	1	34
11:30 12:00	1	1	21	5	1		29
TOTAL	8	6	209	17	19	8	267

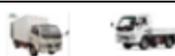
En el cuadro 2 se muestra la distribución de aforo vehicular durante el turno mañana, Trabajo de campo del investigador. (Elaboración propia)

Interpretación. En el cuadro 2 se observa que se empleó una cámara fotográfica para las capturas o fotos necesarias con el fin de evidenciar la secuencia del tránsito

vehicular en el punto seleccionado por el investigador, donde se encontró que la mayor cantidad de vehículos que pasan durante las 08:00 am hasta las 12:00 pm del día son los de tipo AUTO; con 209 pasadas durante la mañana.

Cuadro 3.

Aforo vehicular en la prolongación de la Av. Confraternidad, desde el km 0 + 0.00 hasta el km 0 + 0.625 – Turno tarde.

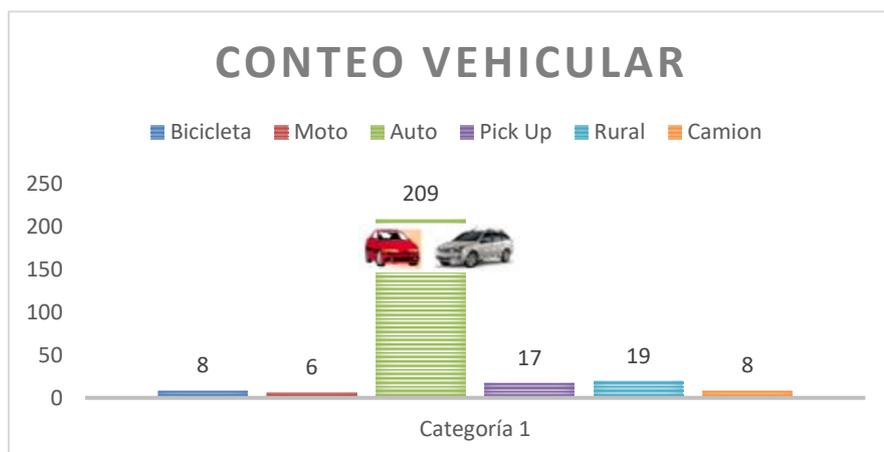
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – HUARAZ 							
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL							
TESIS: EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ							
FORMATO N°2 MTC – FICHA DE AFORO VEHICULAR							
RESPONSABLE: DISTRITO: DEPARTAMENTO: TRAMO:	UBICACIÓN: FECHA: HORA DE INICIO: HORA DE TERMINO:						
 							
Hora	Bicicleta	Moto	Auto	Camionetas		Camión (C2)	Total
				PICK UP	RURAL		
DIAGRAMA VEHICULAR							
02:00			22	1	2		26
02:30	1		25	2	1	1	30
03:00		1	26	5	1	2	37
03:30	2	1	33	1	3		39
04:00		2	27	2	1	2	33
04:30	1		36	2	2	1	42
05:00		1	21	4		3	28
05:30			43	8	1	2	54
06:00							
TOTAL	4	5	233	25	11	11	289

En el cuadro 3 se muestra la distribución de aforo vehicular durante el turno tarde, Trabajo de campo del investigador. (Elaboración propia)

Interpretación. En el cuadro 3 se observa que se empleó una cámara fotográfica para las capturas o fotos necesarias con el fin de evidenciar la secuencia del tránsito vehicular en el punto seleccionado por el investigador, donde se encontró que la mayor cantidad de vehículos que pasan durante las 02:00 pm hasta las 06:00 pm del día son los de tipo AUTO; con 233 pasadas durante la tarde.

Figura 12.

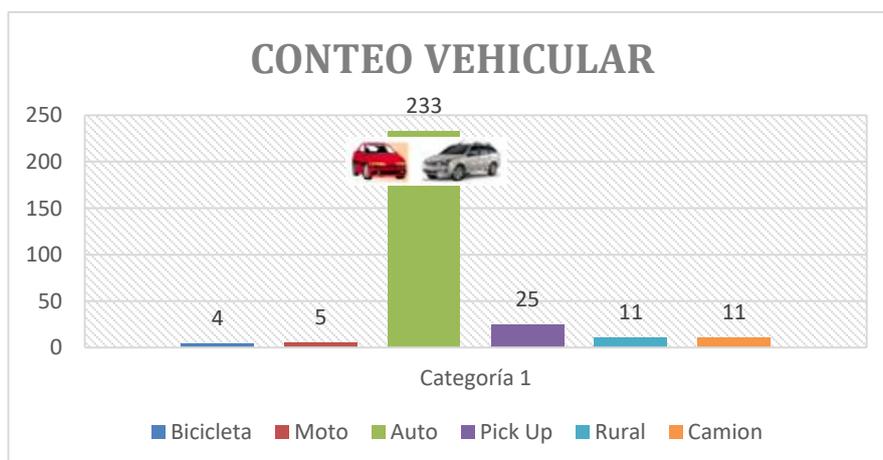
Conteo vehicular en la Av. Confraternidad en la mañana, desde las 08:00 am hasta las 12:00 pm.



En la figura 12 se muestra la distribución de tráfico vehicular según tipo de vehículo, turno mañana. (Elaboración propia)

Figura13.

Conteo vehicular en la Av. Confraternidad en la tarde, desde las 02:00 pm hasta las 06:00 pm.



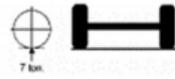
En la figura 13 se muestra la distribución de tráfico vehicular según tipo de vehículo, turno tarde. (Elaboración propia)

Interpretación. En gabinete se procesó la información que se muestran en la figura 13, donde los volúmenes hallados en campo, los cuales servirán para determinar el índice promedio diario, donde se encontró que el tipo de vehículo más concurrente es el auto con 209 pasadas en la mañana y con 233 pasadas en la tarde, haciendo un total de 556 pasadas durante el día.

Para determinar la afectación y la causa que ocasiona deterioro en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad, en este caso, se tomó en cuenta la clasificación de vehículos según el tipo de ejes para determinar la categoría más imponente en la transpirabilidad de esta avenida, el cual se muestra en la siguiente imagen:

Figura 14.

Categorías y clasificación vehicular.

		TIPO EJE	PESO MAXIMO POR EJE (Kg)
		EJE SENCILLO	
Liviano	Dos llantas		6,000
	Cuatro llantas		11,000
		EJE TÁNDEM	
Mediano	Cuatro llantas		11,000
	Seis llantas		17,000
	Ocho llantas		22,000
		EJE TRIDEM	
Pesado	Doce llantas		24,000
		RANGO	ESCALA
		Liviano	2 – 4 llantas
		Mediano	4 – 8 llantas
		Pesado	12 llantas

En la figura 14 se muestra la clasificación vehicular según su tipo. INVIAS (2006) Manual de diseño de pavimentos con volúmenes altos, medios y bajos de tránsito.

Interpretación. En la figura 14 se determina que el tipo de vehículos con más concurrencia es el AUTO, definido en la categoría de tránsito LIVIANO según el manual de INVIAS (2006), por ello se considera que la transpirabilidad vehicular es un agente que, si genera un deterioro, pero lento o tardío.

También, para definir la situación actual del pavimento rígido de la Av. Confraternidad, se realizaron probetas de Diamantinas, con la finalidad de encontrar las causas de deterioro de dicha avenida. Al inicio se dividió la vía en secciones o unidades de muestreo, asumiendo que la estructura superficial de concreto de la Av. Confraternidad Internacional Este, Nicrupampa Independencia Huaraz – Ancash.

Tabla 4.

Cantidad de probetas en 8 puntos y resultado de roturas según sus resistencias en la Av. Confraternidad

PROBETAS DE DIAMANTINAS EN CONCRETO RIGIDO							
M - 01	M - 02	M - 03	M - 04	M - 05	M - 06	M - 07	M - 08
Km 0 +	Km 0 +	Km 0 +	Km 0 +	Km 0 +	Km 0 +	Km 0 +	Km 0 +
0.000	0.075	0.150	0.225	0.325	0.425	0.525	0.625

En la tabla 4 se muestra la distribución de probetas realizadas en la avenida y sus respectivas resistencias. Laboratorio 3R Geo Ingeniería S.A.C.

Figura 15. Resistencia mínima y máxima de concreto del pavimento rígido de la Av. Confraternidad, del Distrito de independencia – Huaraz.



En la figura 15 se muestran las resistencias obtenidas en las probetas realizadas en la avenida Confraternidad, trabajo de campo (Elaboración propia)

Interpretación: En la figura 8 se observa que el manual de carreteras INVIAS (2006), se muestra que la máxima resistencia del concreto, según su diseño es la de tipo D con 210 Kg/cm^2 , donde los diseños estructurales son adecuados para todo tipo de estructura expuesta a agentes deteriorantes; así mismo en los resultados de laboratorio se encontró que las resistencia a la compresión del pavimento es mayo a 210Kg/cm^2 , por lo que se determina que el pavimento está en buenas condiciones con una resistencia máxima de $f'c' = 625.54$. **VER ANEXO 2**

4.3. Identificar los agentes patológicos más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz.

Dentro de los efectos producidos de las causas presentadas anteriormente y otras, se tienen los siguientes deterioros a lo largo de la Av. Confraternidad en el Distrito de Independencia de la ciudad de Huaraz; desde el Km 0 + 0.000 hasta el Km 0 + 0.625. Para ello se debe tener en cuenta los códigos y los rangos de severidad de los daños, a continuación, se evidencia la normativa y nomenclatura de las fallas que se encontró en la avenida o zona de estudio:

Las patologías encontradas en los 8 tramos, son las siguientes:



Tabla 5. Resistencia mínima y máxima de concreto del pavimento rígido de la Av. Confraternidad, del Distrito de independencia – Huaraz

TRAMOS EMPLEADOS PARA LA MUESTRA DEL ESTUDIO							
Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
cuadras 1 y 2	cuadras 3 y 4	cuadras 5 y 6	cuadras 7 y 8	cuadras 9 y 10	cuadras 11 y 12	cuadras 13 y 14	cuadras 15 y 16

En la tabla 5 se muestra la distribución de áreas limitadas por cuadrículas para identificar los agentes patológicos que causan deterioro a la avenida en estudio.

Cuadro 4.

Tipos de deterioros, severidad y aclaraciones en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad, distrito de Independencia – Huaraz.

TIPO DE DETERIORO									Método de recolección de datos
Tramo	Cuadras	Km	Tipo	Sev.	N° Losas	Daño cm		Cód.	
						Largo	Ancho		
1	Cuadra 1 y 2	0 + 0.000	DE	-	2	1	3.5	10	T. campo
2	Cuadra 3 y 4	0 + 0.075	GL	-	3	1	3.5	1	T. campo
3	Cuadra 5 y 6	0 + 0.150	GE	-	1	4.8	-	3	T. campo
4	Cuadra 7 y 8	0 + 0.225	DPT – DPL	-	1	4.8	-	9	T. campo
5	Cuadra 9 y 10	0 + 0.325	HU	-	1	0.2	0.2	17	T. campo
6	Cuadra 11 y 12	0 + 0.425	GB	-	1	4.8	3.5	5	T. campo
7	Cuadra 13 y 14	0 + 0.525	PCHA – PCHC	-	-	4.8	3.5	16	T. campo
8	Cuadra 15 y 16	0 + 0.625	FT	-	-	2	2	19	T. campo
			SB	-	-	4.8	0.8	24	T. campo
			GT	-	-	4.8	0.8	2	T. campo
			DST – DSL	-	-	3.5	0.6	8	T. campo

En el cuadro 4 se muestran los daños encontrados en la avenida. (Elaboración propia)

Para determinar la severidad del daño en la Av. Confraternidad, se tomaron en cuenta los rangos de valor que se encuentra en el manual de INVIAS, presentado en la **figura 7. (Normativa de niveles y rangos para determinar la magnitud del daño)**. Así mismo, en la figura mencionada; se presentan los niveles y rangos de severidad para deterioro y fallas en pavimentos rígidos. Extraído de la pág. 18 del marco teórico. INVIAS (2006)

Por lo tanto, se realizó el cuadro de severidad, según los datos recopilados en campo. Para ello se hizo un recorrido desde el Km 0+0.000 hasta el Km 0+0.625 de la muestra y se dividió en 8 tramos, los mismos que están conformadas por 2 cuadras respectivamente, y de ellos se tomaron los datos de los daños más influyentes en el pavimento rígido de la avenida Confraternidad.

Tabla 6.

Severidad del pavimento según los daños encontrados.

Tramo	Km	Tipo	Sev.	N° Losas	Daño cm		Cod.
					Largo	Ancho	
1	0 + 0.000	DE	Alto	2	1	3.5	10
2	0 + 0.075	GL	Bajo	3	1	3.5	1
3	0 + 0.150	GE	Medio	1	4.8	-	3
4	0 + 0.225	DPT – DPL	Medio	2	4.8	-	9
5	0 + 0.325	HU	Medio	2	0.2	0.2	17
6	0 + 0.425	GB	Medio	4	4.8	3.5	5
7	0 + 0.525	PCHA – PCHC	Alto	2	4.8	3.5	16
8	0 + 0.625	FT	Alto	1	2	2	19
		SB	Alto	5	4.8	0.8	24
		GT	Alto	3	4.8	0.8	2
		DST – DSL	Alto	1	3.5	0.6	8

En la tabla 6 se muestra la distribución de severidad según el daño. (Elaboración propia)

Interpretación. En la tabla anterior se observa que los daños encontrados presentan dimensiones que superan los > 10 mm, por lo que la normativa lo determina como una severidad **ALTA**, es por ello que se necesita realizar una intervención inmediata en la Av. Confraternidad, de tal modo que los agentes patológicos han ocasionado daños severos irreparables.

4.4. Identificar y analizar el índice de Condición del Pavimento Rígido de la Av. Confraternidad internacional Este, distrito de Independencia, Huaraz.

Para determinar el PCI (índice de condición del pavimento), primero se haya el VD (valor deducido), luego el VDC (valor deducido corregido). Teniendo en cuenta que el número total de losas es de 20, continuación, en la siguiente tabla se plantean los datos de los daños más frecuentes para determinar el PCI del pavimento:

Tabla 7.*Severidad del pavimento según los daños encontrados.*

Tramo	Tipo	Sev.	N°	Cód.
Losas				
1	DE	Alto	2	10
2	GL	Bajo	3	1
3	GE	Medio	1	3
4	DPT – DPL	Medio	2	9
5	HU	Medio	2	17
6	GB	Medio	4	5
7	PCHA – PCHC	Alto	2	16
8	FT	Alto	1	19
	SB	Alto	5	24
	GT	Alto	3	2
	DST – DSL	Alto	1	8

En la tabla 7 se muestra la distribución de daños según sus códigos representativos y citados en la normativa antes mencionada. (Elaboración propia)

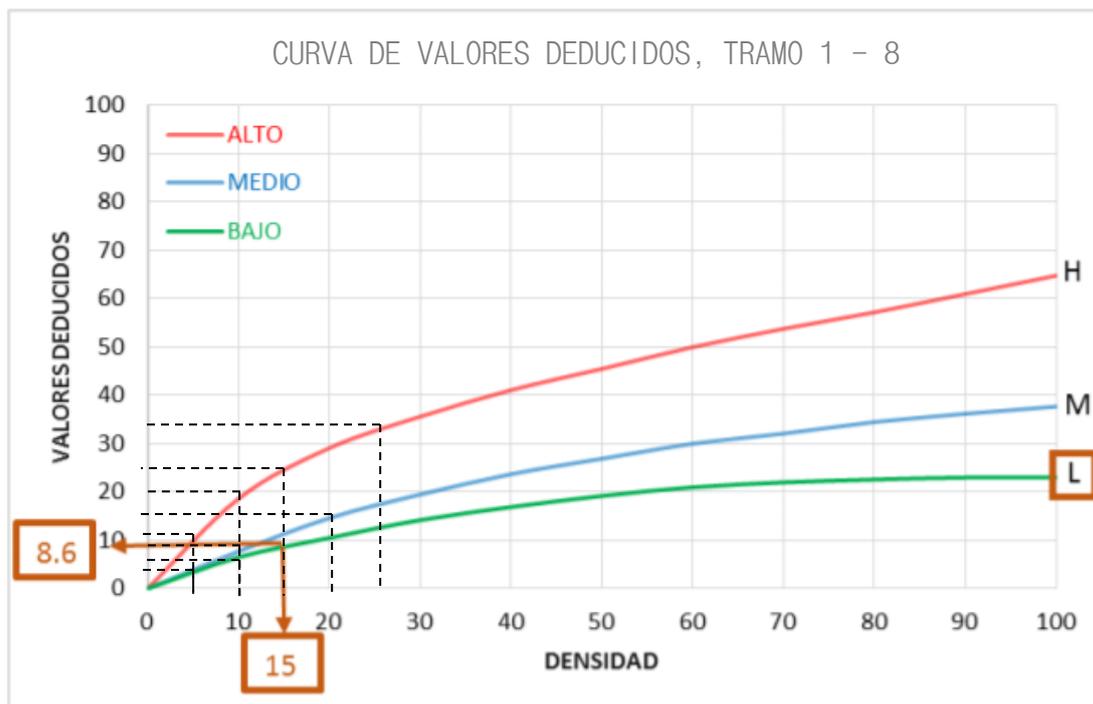
Se utilizó el diagrama de curvas de valores del programa Microsoft Excel, donde se tienen las curvas de los daños según su severidad, los cuales son alto (H), medio (M) y bajo (L), para la descripción se tomó como referencia la siguiente figura:

Cuadro 5.*Determinación de la densidad (%), según el número total de losas (20/tramo) y el VD (valor deducido).*

ITEM	DAÑO	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
1	DE	L	3	0.15	8.6
2	GL	L	2	0.10	7.8
3	GE	M	1	0.05	4.9
4	DPT – DPL	M	2	0.10	8.3
5	HU	M	2	0.10	8.3
6	GB	M	4	0.20	13.8
7	PCHA – PCHC	H	2	0.10	19.2
8	FT	H	1	0.05	11.2
	SB	H	5	0.25	32.1
	GT	H	3	0.15	24.4
	DST – DSL	H	1	0.05	11.2

En el cuadro 5 se muestra el valor deducido de cada daño encontrado. (Elaboración propia)

Figura 16. Índice de VD (valor deducido)



En la figura 31 se muestran las curvas de valores deducidos desde el tramo 1 hasta el tramo 8, Extraído de Microsoft Excel. (Elaboración propia)

Cuadro 6.

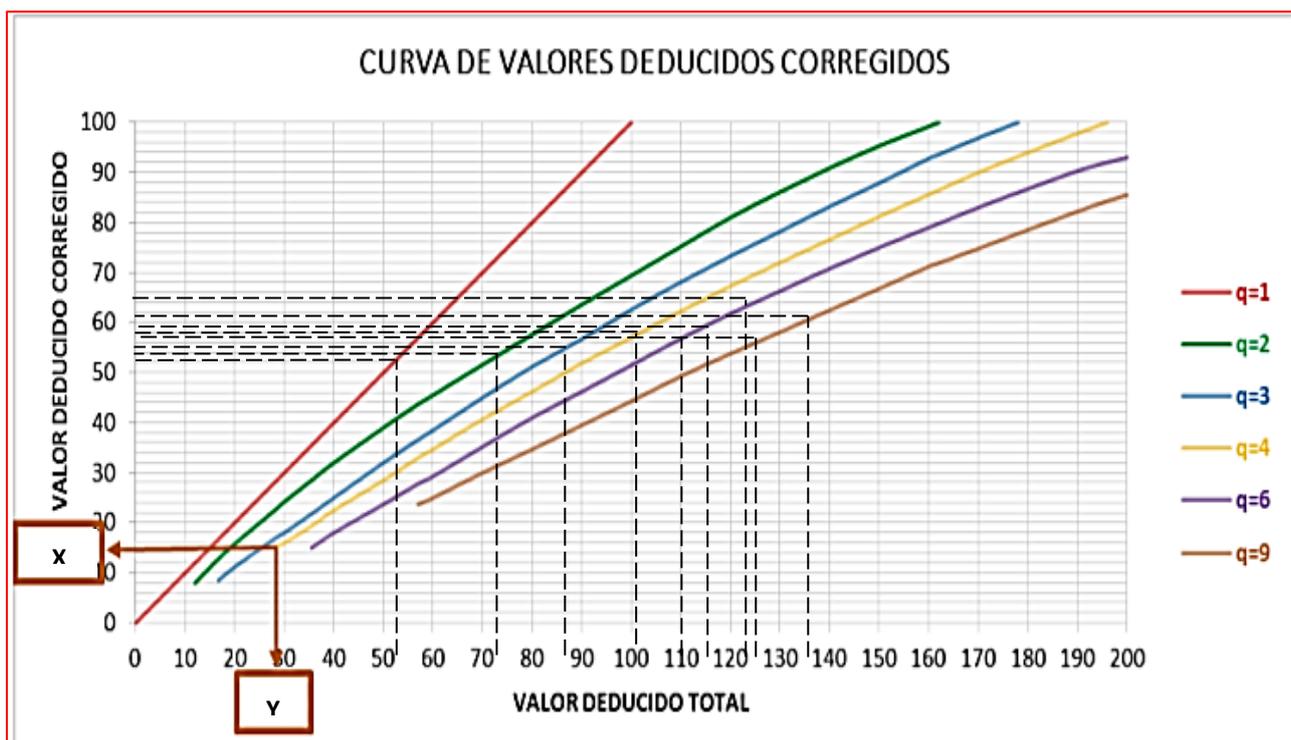
Determinación del VDT (valor deducido terminado)

ITEM	DAÑO	SEVERIDAD	Nº LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	HALLANDO VDT	q=
1	DE	L	3	0.15	8.6	138.9	9
2	GL	L	2	0.10	7.8	129.4	9
3	GE	M	1	0.05	4.9	123.6	6
4	DPT – DPL	M	2	0.10	8.3	117.3	6
5	HU	M	2	0.10	8.3	110.7	6
6	GB	M	4	0.20	13.8	101.5	4
7	PCHA – PCHC	H	2	0.10	19.2	89.7	3
8	FT	H	1	0.05	11.2	72.5	2
	SB	H	5	0.25	32.1	52.1	1
	GT	H	3	0.15	24.4	-	
	DST – DSL	H	1	0.05	11.2	-	

En el cuadro 6 se muestra el procesamiento de los valores encontrados en las curvas de valores deducidos. (Elaboración propia en Microsoft Excel)

Luego se halla el VDC) valor deducido corregido para luego aplicar la fórmula del PCI, para ello se busca definir los valores del VDC en las curvas de valores que se muestran en la siguiente figura:

Figura 17. Determinación del VDT (valor deducido terminado)



En la figura 32 se muestran los valores deducidos corregidos. (Extraído de Microsoft Excel)

Cuadro 7.

Determinación del VDC (valor deducido CORREGIDO)

ITEM	DAÑO	SEVERIDAD	Nº LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	VDT	HALLANDO VDC
1	DE	L	3	0.15	8.6	138.9	60.8
2	GL	L	2	0.10	7.8	129.4	58.6
3	GE	M	1	0.05	4.9	123.6	65.4
4	DPT – DPL	M	2	0.10	8.3	117.3	59.8
5	HU	M	2	0.10	8.3	110.7	58.6
6	GB	M	4	0.20	13.8	101.5	59.2
7	PCHA – PCHC	H	2	0.10	19.2	89.7	55.2
8	FT	H	1	0.05	11.2	72.5	54.6
	SB	H	5	0.25	32.1	52.1	52.8
	GT	H	3	0.15	24.4	-	-
	DST – DSL	H	1	0.05	11.2	-	-

En el cuadro 7 se muestran los valores deducidos corregidos y el valor más alto de ellos, (Elaboración propia en Microsoft Excel)

Para hallar el PCI (índice de condición del pavimento) se debe ubicar el VCR Max. (valor deducido corregido máximo), donde evidencia que, en el cuadro anterior, dicho valor es equivalente a 60.8, para ello se aplicara la siguiente formula:

Figura 18.

Ecuación para deducción del PCI.

$$\begin{aligned} &\text{Máximo VRC} = \\ &\text{PCI} = 100 - \text{Máximo VRC} \\ &\text{PCI} = 100 - \\ &\text{PCI} = \\ &\text{Clasificación} = \end{aligned}$$

En la figura 33 se muestra la fórmula para encontrar el PCI de la pavimentación que se está evaluando. Vásquez (2002)

Donde:

$$\text{PCI} = 100 - 60.8 = 39.2$$

Descripción. La condición del pavimento rígido de la Av. Confraternidad del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz, sostiene un PCI = 39.2, lo cual indica que dicho calor se ubica en un estado vial MALO según la normativa ASTM D6433 – 03 (15), que sostiene un rango para este estado vial de 25 – 40 de acuerdo a la norma establecida en la **figura 6** del marco teórico. Según lo presentado en la formula anterior, se sugiere una REHABILITACION urgente en la Av. Confraternidad, realizando un reemplazo de la capa de rodadura como lo explica la norma en mención.

V. DISCUSIÓN

Se procedió a realizar un conteo vehicular el día sábado en el periodo de 8:00 am a 12:00 pm y de 02:00 pm a 06:00 pm, demostrando que la mayor cantidad de vehículos que transitan por esta avenida es el de tipo auto con 209 pasadas en la mañana y con 233 pasadas en la tarde, haciendo un total de 556 pasadas durante el día. Para ello se tomó en cuenta la clasificación vehicular que se estima en el manual de INVIAS (2006), ubicándose en un tipo de transporte LIVIANO, de lo mencionado, se deduce que la circulación vial si genera un desgaste y deterioro en el pavimento a pesar que no influye mucho, pero si ocasiona daños a la estructura. También se tomó en consideración, los estudios de laboratorio para conocer mejor la composición estructural del pavimento en estudio, donde se obtuvieron los siguientes resultados de las muestras extraídas con diamantina: la resistencia a la compresión mínima que se encuentra en de 529.54 kg/cm², y la máxima de 625.24 kg/cm², y el valor promedio de todas las muestras es de 594.68 kg/cm² con un estado bueno en su conservación estructural, según los datos obtenidos en los ensayos realizado. Estos resultados guardan relación con las resistencias que se describen en el manual de INVIAS (2006), donde la máxima resistencia es 210 Kg/cm². Para dar mayor énfasis en los resultados obtenidos, el investigador se apoyó del estudio realizado por Puga (2018), quien en su trabajo de investigación titulado *“Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)”*, su objetivo fue investigar el pavimento rígido de la vía Loja (vía Las Américas - calle 10 de Agosto) el uso del PCI; concluyendo que el primer segmento proporciona un país de conservación entre asombroso y excelente, ya que sugiere fallas de gravedad baja y media; mientras que la segunda fase indica fallas de excesiva severidad, impartiendo una situación de conservación entre regular y muy negativa; y posteriormente, la fase uno y tres revela fallas de severidad media con una muy buena calificación de conservación diaria.

Dentro de los efectos producidos de las causas presentadas anteriormente y otras, se tiene la determinación de deterioros a lo largo de la Av. Confraternidad, desde el Km 0 + 0.000 hasta el Km 0 + 0.625. Como resultado se obtuvo que los daños encontrados presentan dimensiones > 10 mm, por lo que la normativa lo determina como una severidad **ALTA**, siendo así, se necesita realizar una intervención

inmediata de Rehabilitación y cambio de la carpeta de rodadura en la Av. Confraternidad, según la Norma ASTM D6433 – 03 (15). Para fundamentar los datos obtenidos, se citó a Asenjo (2017), en su estudio realizado de nombre **“Evaluación del Estado del Pavimento Rígido en la Avenida Mariscal Castilla, Mediante la Metodología del PCI - Jaén 2016”**, su principal objetivo fue obtener una verificación del estado del pavimento inflexible de la Avenida Mariscal Castilla mediante el uso del PCI, además de conocer las fallas y causas. Finalmente concluyendo que el primer tramo aporta un PCI de 42.44%, se califica como pavimento regular, el segundo tramo evaluado aporta un PCI de 64.95%, impartiendo al pavimento en adecuada conservación. Entre las fallas más relevantes que se habían localizado se encontraban las grietas de los rincones, losas divididas y el gran parcheo por las pésimas prácticas de compactación del afirmado en el momento de su creación, al igual que los estudios del suelo, de tráfico y materiales empleados en el diseño de este tipo de pavimentación. Además, se optó por realizar una intervención de mantenimiento del pavimento estudiado ya que su deterioro no es estructural, pero si superficial.

Por otro lado, los rangos encontrados acompañan a las evidencias presentadas anteriormente en los demás instrumentos de recolección de datos. La condición del pavimento rígido de esta avenida, sostiene un **PCI = 39.2**, lo cual indica que dicho calor se ubica en un estado vial **MALO** según la normativa ASTM D6433 – 03 (15), que sostiene un rango para este estado vial de 25 – 40. Muchas de las veces el diseño de los pavimentos no cumple con las expectativas del usuario, ya que los proveedores no se encargan de ejecutar un buen proceso constructivo y es que esto se debe a varios factores. De acuerdo a lo presentado en la figura anterior, se sugiere una **REHABILITACIÓN** urgente en la Av. Confraternidad, realizando un reemplazo de la capa de rodadura como lo explica la norma. Para reforzar lo mencionado, se presenta a Vásquez (2016) en su informe aplicado en la ciudad de Caraz, Provincia de Huaylas, Región Ancash el 2016, en la que el principal objetivo fue afirmar la situación de las cinco calles del sector de Yanachaca, la misma que busco identificar el estado actual del pavimento mediante el PCI. Se adquirió un PCI del 65,60% en los 5 carriles. Este valor nos sugiere que las 5 calles de la pista comunitaria Yanachaca tienen un estado bueno en su conservación estructural.

VI. CONCLUSIONES

- La resistencia a la compresión mínima que se encontró es de 529.54 kg/cm², y la máxima de 625.24 kg/cm², y el valor promedio de todas las muestras es de 594.68 kg/cm² con un estado bueno en su conservación estructural, según los datos obtenidos en el laboratorio, así mismo la norma manifiesta que la resistencia del concreto de buena calidad es la de 210 kg/cm²; de tal modo que el resultado obtenido supera esta cifra; esto quiere decir que la resistencia a la compresión del concreto en el pavimento rígido de la avenida Confraternidad mantiene su composición.
- Los daños encontrados en el estudio y reflejados en la **tabla 5**, presentan dimensiones que superan los > 10 mm, por lo que la normativa lo determina como una severidad **ALTA**, es por ello que se necesita realizar una intervención inmediata en la Av. Confraternidad, según lo que estima la Norma ASTM D6433 – 03 (15), ya que los agentes patológicos han ocasionado daños severos irreparables.
- La condición del pavimento rígido de la Av. Confraternidad del distrito de Independencia en la ciudad de Huaraz, sostiene un **PCI = 39.2**, lo cual indica que dicho valor se ubica en un estado vial **MALO** según la normativa ASTM D6433 – 03 (15), que sostiene un rango para este estado vial de 25 – 40.
- Por último, lo presentado en la **figura 6**, se sugiere una **REHABILITACIÓN** urgente en la Av. Confraternidad, realizando un reemplazo de la capa de rodadura como lo explica la normativa antes mencionada.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar dispositivos únicos para tomar medidas de patologías dentro de la disciplina considerando que ese es un parámetro de vital importancia para el cálculo del PCI. Asimismo, hay que tener en cuenta la condición actual en la que se encuentra el pavimento.
- Es vital hacer una visita preliminar al lugar de estudio, para visualizar a detalle los factores que influyen en el deterioro de la pavimentación, así mismo es necesario realizar trabajos de laboratorios, así como la aplicación de instrumentos de recolección de datos, con la finalidad de encontrar los daños que ocasionan el deterioro en esta vía. Estas actividades deben regirse siempre a las normativas vigentes que garantizan una adecuada evaluación de la muestra de estudio.
- Se sugiere la evaluación de trabajos de investigación similares considerando que nos brindarán una mejor visión general de la creencia de estos estudios. La necesidad de recurrir a distintas fuentes metodológicas es para reforzar la idea u objetivo principal del estudio, para que sirva como un aporte para la realización de otros estudios similares, también es fundamental para elaborar un plan de mejoramiento en la infraestructura vial y así mejorar la calidad del servicio.

REFERENCIAS

AASHTO. *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. s.l.: American Society for Testing and Materials, 2004.

CHANG ALBITRES, Carlos. Evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro. Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima: s.n.

GONZÁLEZ, R. Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos. [En línea] <http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202002/Pav%20area%20urb%20-%20III%20Prov.pdf>.

GUTIÉRREZ, W. Índice de Condición del Pavimento. 1994. Conferencia.

U.S. Army Engineer Research and Development Center. Manual Paver asphalt surfaced airfields Pavement Condition Index (PCI). 2001.

PUGA ALVAREZ, Cecilia Nazareth. Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). 2018. Tesis.

Pavement Performance Prediction Model Using the Markov Process. BUTT, Abbas, y otros. 1123, Illinois: Transportation Research Board, 1987, Vol. III. ISSN: 0361-1981.

Pavement Condition Index - Remaining Service Life. BALADI, G, NOVAK, E y KUO, W. West Conshoncken: ASTM International, 1991, Pvement Management Implementation, págs. 63-90.

The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen. KARIM, Fareed, HALEEM RUBASI, Khaled Abdul y ABDO SALEH, Ali. 8, Yemen: DE GRUYTER, 2 de agosto de 2016, Organization, Technology and Management in Construction.

ASTM D6433-09. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys. United States: American Society for Testing and Materials, 2009.

Optimum Time for Application of Slurry Seal to Asphalt Concrete Pavements. HAJJ, E, y otros. 11-4071, United States: s.n., 2011.

FAA PAVEAIR. Federal Aviation Administration. [En línea] Federal Aviation Administration. [Citado el: 25 de octubre de 2019.] <https://faapaveair.faa.gov/Help/About.html>.

RADHAKRISHNAN INTERN, Diksha. CAG. Citizen Consumer and Civic Action Group. [En línea] 14 de Julio de 2016. [Citado el: 30 de octubre de 2019.] <https://www.cag.org.in/blogs/quantifying-quality-pavement-conditionindex?fbclid=IwAR0aPLXzaIvt066zJDgEqtV8BThO0zWVdU5A69uMZr527MtDGzs jgfYkGKs>.

Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. SHAH, Yogesh, y otros. 104, s.l.: ELSERVIER, 2 de diciembre de 2013, Procedia - Social and Behavior Sciences, págs. 332-341. ISBN: 1877-0428.

Application of Pavement Condition Index (PCI) Methodology in Pavement Distress Evaluation and Maintenance Prioritization. MASOUD MERGI, Kamal y MUSTAFA MOHAMED, Awad. Sudan: University of Khartoum, febrero de 2012, Basic and Engineering Studies Board, págs. 17-20.

Evaluation of Flexible Road Pavement Condition Index and Life Cycle Cost Analysis of Pavement Maintenance: A Case Study in Kabul Afghanistan. HAFIZYAR, Rustam y ALI MOSABERPANAH, Mohamed. 8 de agosto de 2018, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. IX. ISSN 2229-5518.

Prioritisation of Pavement Maintenance based on Pavement Condition Index. BOYAPATI, Bharath y KUMAR, Prasanna. 14, India: Journal of Science and

Technology, Julio de 2015, Journal of Science and Technology, Vol. VIII. ISSN: 0974-5645.

Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement. PSALMEN HASIBUAN, Rijal y SEJAHTERA SURBAKTI, Medis. s.l.: EDP Sciences, 20129, MATEC Web of Conferences 258.

The evaluation of functional performance of national roadway using three types of pavement assesments methods. PARAMAARTHA SISMOYO, Dendy y SETYAWAN, Ary. 171, Indonesian: Elsevier Ltd, 2017, ScienceDirect, págs. 1435 – 1442.

The Effect of Pavement Condition on Vehicle Speeds and Motor Vehicles Emissions. SETYAWAN, Ary y KUSDIANTORO, Irvan. s.l.: Elsevier, 2015, Procedia Engineering, Vol. 125, págs. 424-430.

SHAHIN, M.Y. Pavement management for airports, roads, and parking lots: Second edition. s.l.: Springer Science, 2005.

Evaluation and Maintenance of Road Damage in Sidotopo Surabaya Road Using Pavement Condition Index (PCI) Method. SHOLICHIN, Ibnu y UTOMO, Nugroho. s.l.: Atlantis Press, 2018, Atlantis Highlights in Engineering, Vol. 1.

Pavement Surface Distress Evaluation Using PCI. GUPTA, P y ATRI, P. 3, s.l.: URASET, 2018, Sci. & Eng. Technol, Vol. 6, págs. 2321-9653.

Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City. AL-NEAMI, M. A. y ALRUBACE, R. H. 4, agosto de 2017, Eng. and Technol, Vol. 7, págs. 227- 4106.

A Comparative Study on Pavement Condition Rating Methods for Flexible Roads. TARIQ, M y PIMPLIKAR, S. Vol. 5, págs. 2321.

Development of Pavement Management Strategies for Arterial Roads,”. VISHWANATH, G, ARCHANA, M y BILIGIRI, P. s.l.: URET, 2016, Eng. And Technol, págs. 2321-7308.

SHARMA, U y ABHISHEK, U. Performance Evaluation of A Road In Chandigarh Using Pavement Condition Index (PCI) Method. 2017.

MIRANDA REBOLLEDO, Ricardo Javier. Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos. Universidad Austral de Chile. Chile: Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2010. Tesis Pregrado.

ASOCEM. Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú. Asociacion de Productos de Cemento. 21 de septiembre de 2016.

Concrete pavement: a durable, sustainable and low-maintenance solution. BACHAR, Hakim. London: AECOM, September de 2009, External Paving and Hardstandings.

Development of a Pavement Management System to be Used in Highway Pavement Evaluation in Jordan. MSALLAM, Majed, y otros. 9, Sanfandila: Sistema de Comunicaciones y Transportes, 2014, Civil and Environmental Research , Vol. 6. ISSN: 2225-0514.

A review on the best practices in concrete pavement. SHARIFI, Naser, y otros. 6, Guatemala : Chang'an University, 17 de April de 2018, Journal of traffic and transportation engineering, Vol. III, págs. 245-255.

AGUILERA CHINCHAY, Andrés. Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco, cuadras 28, 29,30 y 31 del aa- hh. Santa Rosa, cuadras 28, 29,30 y 31 del aa- hh. Santa Rosa, de Piura, octubre - 2017. Piura: s.n., 2017. Tesis.

CAMPOS DÍAZ, Melissa Jackeline. Evaluación del estado del pavimento Rígido según el índice de condición del pavimento (PCI), de la carretera CP.

Huambocancha Baja – CP. El Batan provincia de Cajamarca - 2015. Cajamarca: s.n., 2017. Tesis.

SÁNCHEZ RAMÍREZ, Jenny. Evaluación del estado del pavimento de la av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI. Piura: s.n., 2017. Tesis.

VÁSQUEZ VARELA, Luis Ricardo. Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizelas: s.n., 2002.

ASENJO CAJUSOL, Donald Ernesto. Evaluación del estado del pavimento rígido en la avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI - Jaén 2016. Cajamarca: s.n., 2017. Tesis.

DÁVILA VIDARTE, Jorge Luis, HUANGAL CASTAÑEDA, Nelson Enrique y SALAZAR BRAVO, Wesley Amado. Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016. 2017. Tesis.

GRANDA HINOSTROZA, Carol Gisbel. Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco –2018. Pasco: s.n., 2019. Tesis.

RODRIGUEZ MINAYA, Yony Edwin. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio el triunfo, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, diciembre 2015. 2016. Tesis.

VASQUEZ MORENO, Edgar Yvanny. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, abril del 2016. Caraz: s.n., 2016. Tesis.

MACKENZIE, Shawn. Application of pavement condition index (PCI) assessment method for rural road maintenance in Kuching - Samarahan area. Malaysia: Universiti Malaysia Sarawak, 2012. Thesis - Master Degree.

ANEXOS

ANEXO 1: Instrumento para evaluar los daños encontrados en la Av. Confraternidad desde el Km 0+000 hasta el Km 0 + 625 del Distrito de Independencia – Huaraz.

Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 1: Km 0 + 0.000		
	Cuadra 1 y 2		
Fisura		Descascaramiento	
Numero de paños	1	Numero de paños	1
Ancho de fisura	6 cm	Ancho de fisura	6 cm
Nivel de severidad	Alto, por tener un ancho mayor a 10 cm.	Nivel de severidad	Alto, por tener un ancho mayor a 10 cm.
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro se observa que las fallas más prevalentes son: Fisura y Descascaramiento con un alto nivel de severidad.			

Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 2: Km 0 + 0.075		
	Cuadra 3 y 4		
Grieta longitudinal			
Numero de paños	3		
Ancho de fisura	2 mm		
Longitud de falla	3 m		
Nivel de severidad	Bajo, por tener un ancho menor a 3 mm		
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Grieta longitudinal, con un bajo nivel de severidad.			

Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 3: Km 0 + 0.150		
	Cuadra 5 y 6		
Grieta en esquina			
Numero de paños	1		
Altura de fisura	3 mm		
Longitud de falla	45 cm		
Nivel de severidad	Media, por tener un ancho menor a 3 mm y una longitud de 51 cm.		
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Grieta en esquina, con un medio nivel de severidad.			

Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 4: Km 0 + 0.225		
	Cuadra 7 y 8		
Despostillamiento			
Numero de paños	1		
Altura de fisura	2 cm		
Longitud de falla	25 cm		
Nivel de severidad	Media, por tener una profundidad menor a 25 mm y se extiende a cada lado de las juntas en más de 8 cm en uno de ellos.		
			
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Despostillamiento, con un medio nivel de severidad.			

Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 5: Km 0 + 0.325		
	Cuadra 9 y 10		
Hundimiento			
Numero de paños	1		
Altura de fisura	5 cm		
Longitud de falla	35 cm x 35 cm		
Nivel de severidad	Media, este daño causa un salto en los vehículos generando incomodidad en el conductor y los pasajeros.		
			
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Hundimiento, con un nivel medio de severidad.			

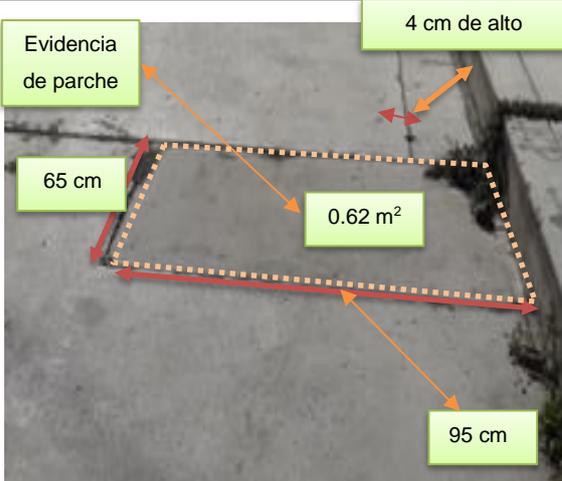
Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 6: Km 0 + 0.425		
	Cuadra 11 y 12		
Grieta en bloque			
Numero de paños	1		
Altura de fisura	2.5 cm		
Ancho de falla	2 cm		
Área afectada	8.76 m ²		
Nivel de severidad	Medio, por tener un ancho entre los 3 a 10 mm		
Escuela profesional de ingeniería civil			Augusto Gonzales Otiniano
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Grieta en bloque, con un nivel medio de severidad.			

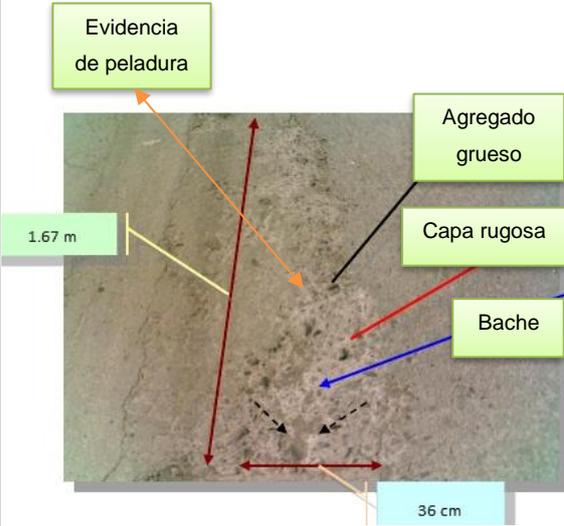
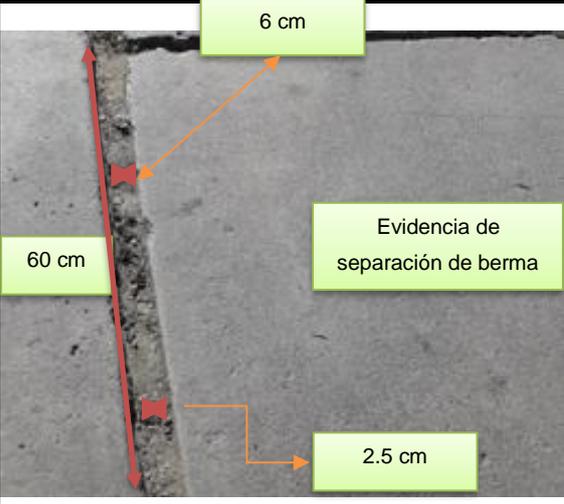
Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 7: Km 0 + 0.525		
	Cuadra 13 y 14		
Parche			
Altura de fisura	4 cm		
Ancho de falla	65 cm		
Área afectada	0.62 m ²		
Longitud de falla	95 cm		
Nivel de severidad	Alto, por tener dimensiones que superan los 5 mm, lo cual se estipula en los rangos asignados para este tipo de daño.		
Escuela profesional de ingeniería civil			Augusto Gonzales Otiniano
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Parche, con un nivel medio de severidad.			

Cuadro.

Tipos de daños según su severidad en el pavimento rígido de la Av. Confraternidad.

	EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. CONFRATERNIDAD, INDEPENDENCIA - HUARAZ		 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
	TRAMO 8: Km 0 + 0.625		
	Cuadra 15 y 16		
Peladura – Aparición temprana			
Longitud de falla	1.67 m		
Ancho de falla	36 cm		
Rugosidad	Muy rugosa con cavidades y presencia de baches		
Nivel de severidad	Alto, por estar dentro del rango con una superficie muy rugosa con desprendimiento de agregado grueso que forman cavidades y baches superficiales.		
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro se observa que la falla más prevalente es: Peladura – Aparición temprana, con un nivel alto de severidad.			
Separación entre berma y pavimento			
Numero de losas	6		
Ancho de falla	12 cm		
Longitud de falla	60 cm		
Profundidad	2.5 cm		
Nivel de severidad	Alto, según el manual, se cataloga en este rango cuando se tienen precipitaciones altas por ser una zona húmeda.		
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano	
En el cuadro también se observa que la falla más prevalente es: Separación entre berma y pavimento, con un nivel alto de severidad.			

Grieta transversal		
Numero de losas	16	
Ancho de falla	3 cm	
Longitud de falla	3 m	
Profundidad	2.5 cm	
Nivel de severidad	Alto, de acuerdo el manual, se encuentra dentro del rango estimado mayor a 10 mm	
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano

Además, en el cuadro también se observa que la falla más prevalente es: grieta transversal, con un nivel alto de severidad.

Deficiencia en material de sello		
Longitud de falla	1.40 m	
Ancho de falla	10 cm	
Profundidad	3.8 cm	
Nivel de severidad	Alto, en este caso no se evidencia material de sello, por lo tanto, el daño que ocasiona este factor es relativamente alto.	
Escuela profesional de ingeniería civil		Augusto Gonzales Otiniano

También se encontró que en el cuadro, la falla más prevalente es: Deficiencia en material de sello, con un nivel alto de severidad.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos.



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Minerías
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.

Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N° 20408092524 RNP - OSCE- CONSULTOR DE OBRAS N° C39006



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE CONCRETO ENDURECIDO, DIAMANTINA

Norma ASTM C-39 M

DEFINICION N° 107-380-38-46

SOLICITA : GONZALES OTINIANO JOSE AUGUSTO

OBRA : EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV.
 CONFRATERNIDAD ESTE - BARRIO DE NICRUPAMPA - INDEPENDENCIA - HUARAZ

Tipo de muestra : Concreto Endurecido Tamaño Max. Nominal del Agregado de Concreto : 3/4"

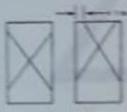
Muestra : Nudcos Extraídos de Concreto Endurecido

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20															
N°	TESTIGO DESCRIPCION	Diámetro (Kilop)	Dirección de Extracción	Fecha		Días de Vocado	Peso (Kg)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Tipo de Falla	Relación Altura / Diámetro	Fuerza Max. (Kg)	Esfuerzo (Mpa)	f _c (Kg/cm ²)	
				Extracción	Rotura										
1	M - 01 KM 0+000	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.32	70.0	144.9	4	2.07	22,185.11	57.82	589.64	280.70%
2	M - 02 KM 0+075	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.31	70.0	145.0	4	2.07	23,647.31	61.65	628.64	288.35%
3	M - 03 KM 0+150	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.30	70.0	144.5	3	2.07	22,005.56	57.30	584.31	278.25%

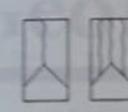
EVALUACION DE RESULTADOS :

Promedio f_c : 600.86 Kg/cm²

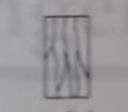
Promedio del corazón : 286.9 %



Tipo 1
Carga horizontalmente bien distribuida en ambos extremos. Fuente a través de los calibrados de diámetro de 1 a (27 mm).



Tipo 2
Carga bien distribuida en un extremo. Fuente verticalizada a través de los calibrados, pero no bien distribuida en el otro extremo.



Tipo 3
Fuente verticalizada (verticalizada) a través de ambos extremos, pero no bien distribuida.

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.92	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES

- La interpretación de los datos es responsabilidad del solicitante.
- Las muestras fueron elaboradas y curadas por el solicitante.



Ing. Reynaldo Reyes López, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL, CIP N° 57880
 Consultor de Obras - Pág. N° C2162
 Muestra N° Ingeniería Geotécnica

FIG. 2 Esquemas de los Métodos de Pruebas Tipos
 Fuente: ASTM C39



Oficina: Huaraz - Jr. Recay N° 478 - Esq. Av. Confraternidad Int. Dista N° 702 - Confraternidad - Independencia
 Fijo: 043-801980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Fuente: 3R Geoingeniería S.A.C.



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE CONCRETO ENDURECIDO, DIAMANTINA Norma ASTM C-39 M

INFORME N° 197-2021-3R-LG

SOLICITA : GONZALES OTINIANO JOSE AUGUSTO

OBRA : EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV.
 CONFRATERNIDAD ESTE - BARRIO DE NICRUPAMPA - INDEPENDENCIA - HUARAZ

Tipo de muestra : Concreto Endurecido

Tamaño Max. Nominal
 del Agregado de
 Concreto

: 3/4"

Muestra : Nucleos Extraidos de Concreto Endurecido

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20															
N°	TESTIGO DESCRIPCION	Diseño Kg/cm²	Direccion de Extracción	Fecha		Dias de Vaciado	Peso (Kg)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Tipo de Falla	Relacion Altura / Diámetro	Fuerza Max. (Kg)	Esfuerzo (Mpa)	f'c (Kg/cm²)	%
				Extracción	Rotura										
4	M - 04 KM 0+225	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.27	70.0	144.3	3	2.06	22,872.32	59.50	606.72	288.91%
5	M - 05 KM 0+325	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.29	70.0	144.8	3	2.07	22,814.20	59.43	606.06	288.60%
6	M - 06 KM 0+425	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.30	70.0	144.7	3	2.07	22,948.80	59.77	609.50	290.24%

EVALUACION DE RESULTADOS :

Promedio f'c : 607.43 Kg/cm²

Promedio del corazon : 289.25 %

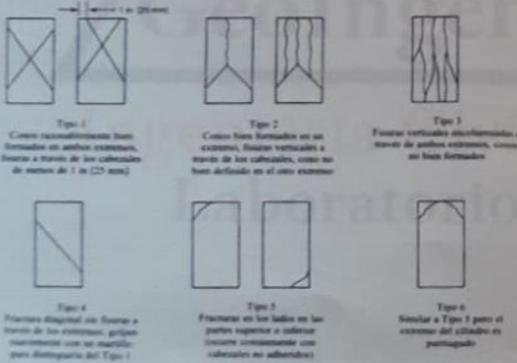


FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES

- La interpretación de los datos es responsabilidad del solicitante.
- Las muestras fueron elaboradas y curadas por el solicitante.



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57903
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestro en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Fuente: 3R Geoingeniería S.A.C.



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS DE CONCRETO ENDURECIDO, DIAMANTINA Norma ASTM C-39 M

INFORME N° 197-2021-3R-LG

SOLICITA : GONZALES OTINIANO JOSE AUGUSTO

OBRA : EVALUACION VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV.
 CONFRATERNIDAD ESTE - BARRIO DE NICRUPAMPA - INDEPENDENCIA - HUARAZ

Tipo de muestra : Concreto Endurecido Tamaño Max. Nominal del Agregado de Concreto : 3/4"
 Muestra : Nucleos Extraidos de Concreto Endurecido

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-20															
N°	TESTIGO DESCRIPCION	Diseño Kg/cm²	Dirección de Extracción	Fecha		Días de Vaciado	Peso (Kg)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Tipo de Falla	Relación Altura / Diámetro	Fuerza Max. (Kg)	Esfuerzo (Mpa)	f'c (Kg/cm²)	%
				Extracción	Rotura										
7	M - 07 KM 0+5.25	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.29	70.0	145.0	3	2.07	22,566.40	58.82	599.78	285.61%
8	M - 08 KM 0+6.25	210	↓	18/05/2021	20/05/2021	> a 28	1.30	70.0	145.5	3	2.08	22,388.97	58.45	596.02	283.82%

EVALUACION DE RESULTADOS :

Promedio f'c	: 597.90 Kg/cm²	Promedio del corazon	: 284.72 %
--------------	-----------------	----------------------	------------

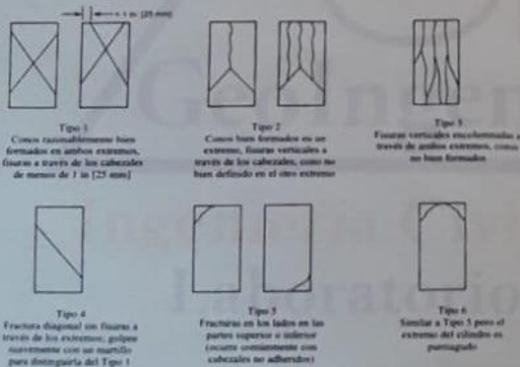


FIG. 3 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES

- La interpretación de los datos es responsabilidad del solicitante.
- Las muestras fueron elaboradas y curadas por el solicitante.



Reynaldo
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Fuente: 3R Geoingeniería S.A.C.

ANEXO 3: Panel fotográfico.





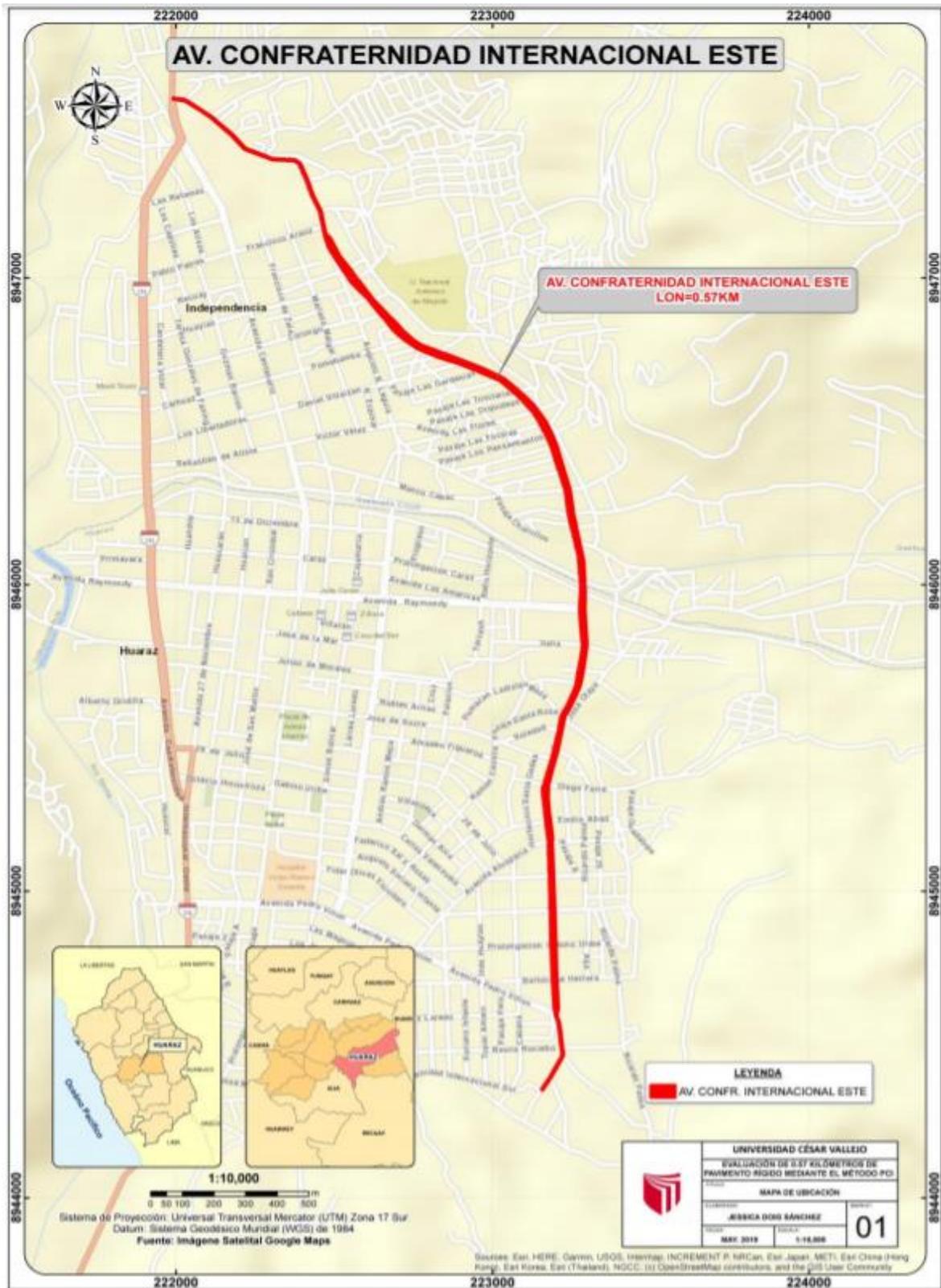








ANEXO 4: Plano de ubicación de la Av. Confraternidad.



Fuente: Elaboración propia y extraído desde Google.