



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las
Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Jimenez Cjuro, Epifanio (ORCID: 0000-0003-2599-8666)

Vivanco Huayhua, Madolyn (ORCID: 0000-0003-2175-6256)

ASESORA:

Magtr. Ing. Poma Gonzales, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-54867302)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

HUARAZ — PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicado especialmente a mis ángeles , mi madre Saturnina Cjuro Gutierrez quien fue la persona que me brindo su apoyo y amor incondicional , a mi padre Paulino Jimenez Ocsa por todas sus enseñanzas y lecciones de vida, gracias a su amor llevo a convertirme en una excelente persona e Ingeniero Civil.

EPIFANIO JIMENEZ CJURO

Dedicado a dios todo poderoso por todas sus bendiciones del día a día y a mis padres que me apoyaron en todo momento a pesar de las dificultades de la vida, a mi querido e incondicional compañero Camilo Vasquez Vivanco quienes son la fuente de motivación e inspiración para salir adelante con esta carrera universitaria y también mejorar diariamente en un margen ético y profesional.

MADOLYN VIVANCO HUAYHUA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres y a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	26
3.1 Tipo y diseño de investigación	26
3.2 Variables y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos	32
3.6 Análisis de datos.....	33
3.7 Aspectos éticos.....	33
IV.RESULTADOS	34
V.DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de clasificación del PCI

Tabla 2. Rangos de clasificación VIZIR

Tabla 3. Niveles de gravedad de los daños Tipo A

Tabla 4. Niveles de gravedad de los daños Tipo B

Tabla 5. Daños tipo A – VIZIR

Tabla 6. Daños tipo B – VIZIR

Tabla 7: Días asignados para el aforo vehicular por tramos de vías en estudio.

Tabla 8: Ubicación de las estaciones de aforo

Tabla 9: Factor de ajuste para el cálculo de ejes equivalentes

Tabla 10. Daños y área de daños

Tabla 11. Daños Tipo A y área de daños VIZIR

Tabla 12. Daños Tipo B y área de daños VIZIR

Tabla 13: Estudio TPDA

Tabla 14: Tipos y rangos de tráfico

Tabla 15: Valores recomendados de R y ZR

Tabla 16: Valores de rotura de acuerdo a la clasificación funcional

Tabla 17: Valores recomendados para P_i y P_t

Tabla 18: CBR mínimos recomendados para la subbase

Tabla 19: Valores recomendados para J

Tabla 20: Requisitos mínimos para pasadores de acero en juntas de pavimentos.

Tabla 21: Cuadro de resultados según el método PCI

Tabla 22: Cuadro resumen de resultados VIZIR

Tabla 23: Comparación del método PCI Y VIZIR

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1: Clasificación vehicular de acuerdo a la disposición de los ejes

Gráfico 2: Relación entre la presión de contacto y la presión de la llanta

Gráfico 3: Factor de ajuste de los ejes equivalentes por presión de llantas

Gráfico 4: Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante (K)

Gráfico 5: Determinación de módulo de reacción de subbase granular.

Gráfico 6: Valores de CBR

Gráfico 7: Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante (K_0).

Gráfico 8: Determinación de módulo de reacción de subbase granular.

Gráfico 9: Estructura pavimento rígido.

RESUMEN

Este estudio tuvo como propósito proponer un planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022.

Por lo que, esta investigación es de tipo aplicada, y tiene un diseño no experimental - descriptivo. Su población de investigación comprende las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos de la Ciudad del Cusco. Asimismo, se realizó estudios previos, por ejemplo: estudio de mecánica de suelos, de tránsito y topográfico. Para ello se utilizó instrumentos de investigación como estación total, GPS, libreta, gráficos, topográfica, fórmulas, fichas tablas.

Teniendo como resultado que el estudio topográfico del via fue plana, la subrasante estuvo conformada de gravas, arenas y sedimentos de grano fino, contiene arcilla marrón rojizo, la vía mostro un regular flujo vehicular liviano. Por lo que se concluye para un nuevo diseño del pavimento una losa de concreto de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor 0.20 m, así como una base granular de 0.20 m.

Palabras claves: pavimento rígido, infraestructura vial, diseño de pavimentos.

ABSTRACT

The purpose of this study was to propose an improvement approach using the PCI and VIZIR methods in Manco Capac, Huayruopata and Diagonal Angamos Avenues, Cusco 2022.

Therefore, this research is of an applied type, and has a non-experimental - descriptive design. Its research population includes Manco Capac, Huayruopata and Diagonal Angamos Avenues in the City of Cusco. Likewise, previous studies were carried out, for example: a study of soil mechanics, traffic and topography. For this, research instruments were used such as total station, GPS, notebook, graphs, topography, formulas, table cards.

Having as a result that the topographic study of the road was flat, the subgrade was made up of gravel, sand and fine-grained sediments, it contains reddish brown clay, the road showed a regular light vehicular flow. Therefore, a concrete slab with resistance $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, with a thickness of 0.20 m, as well as a granular base of 0.20 m, is concluded for a new design of the pavement.

Keywords: rigid pavement, road infrastructure, pavement design

I. INTRODUCCIÓN

En el nivel internacional, la construcción fue el factor principal, ya que está directamente relacionado con la clausura de fronteras, porque consiente el progreso socioeconómico de la ciudadanía. Entonces se abordó el tema de la eficacia de los caminos en los países prósperos los cuales se encontraron en buenas condiciones ya que invirtieron en su mantenimiento como por ejemplo se tiene a los siguientes países: Austria, Singapur, Estados Unidos, Emiratos Árabes Unidos, Hong Kong, Suiza, Japón, Países Bajos, Francia, Portugal. Según el canal de televisión la cadena de noticias en español (CNN) Panamá, Chile y Ecuador estos países tuvieron la mejor característica de vías de América Latina, de acuerdo a un reportaje de Capacidad Mundial anunciado por el Foro de Economía Mundial, los países Paraguay, Haití y Costa Rica tuvieron las peores carreteras. Los proyectos de construcción vial del Perú no se mantuvieron ni restauraron apropiadamente. Teniendo como consecuencia de la incapacidad de las Autoridades ya que las carreteras dentro de la Región y Nación, se fueron dañando. Las carreteras de la ciudad son muy importantes en nuestro país, porque han creado beneficios económicos: por ejemplo, reduciendo los costos operativos, menor tiempo de viaje, promoviendo el comercio, la agricultura, turismo etc.; Por otro lado, también han creado beneficios sociales, tales como: alta integración y comunicación entre ciudades, mayor comodidad en los viajes sin fallas en el pavimento, mayor seguridad vial, creando empleos. Las decisiones políticas apresuraron la construcción de vías sin una adecuada metodología de concepción, de la estructura y edificación, tal es el caso de la avenida Huayruropata, cuya estructura presentó problemas desde los primeros años de su construcción, motivo por el cual su estado de conservación es malo, conllevando a un costoso mantenimiento durante toda su vida útil. Una de las dificultades de las rutas urbanas de nuestra ciudad fue el mal estado de los pavimentos, debido a que la superficie de la vía muchas veces se encontraba agrietada, ondulada, hundida, con baches, dificultando el transporte urbano y causaron molestias al público usuario. La mala condición del estado actual de las vías fue de cierto grado de importancia de la ciudad del Cusco crearon la necesidad de evaluar estos pavimentos tanto estructuralmente como en sus niveles de servicio. Estas malas condiciones fueron consecuencia de factores de

distinto origen y naturaleza, tales como las deficiencias en los diseños, para los cuales se utilizaron metodologías inadecuadas que no tomaron en cuenta parámetros y factores importantes en su concepción; asimismo, las deficiencias en la construcción y el uso de materiales de forma inadecuada, fueron la mayoría de estos de mala calidad. Cabe señalar que el gran aumento en la carga de circulación y de su frecuencia, imperfectos en el proceso de construcción, aguas pluviales y agua subterránea y sistemas de drenaje de superficie y subterráneo. Estos efectos negativos se mostraron en las variaciones de la superficie de rodamiento, la que conllevaron a elevados costos, tanto de mantenimiento de la vía como de operación de los vehículos e inseguridad para los usuarios de transporte y los transeúntes de las vías. En el caso de las avenidas Manco Cápac y Diagonal Angamos, aun cuando su estado pudo considerarse como bueno, hasta el momento no han tenido una evaluación para prever el tipo de mantenimiento que puedan requerir. Asimismo se puede decir que gracias a la metodología francesa de evaluación de pavimento (VIZIR) calcula valores del estado superficial de los suelos y de acuerdo a esa indagación recabada en la metodología para la organización de proyectos de modificación de pavimentos en pistas, dando como resultado el estado de la superficie de los pavimentos. De la situación descrita anteriormente conllevó a la formulación de un problema general y específicos, el cual se detalla a continuación: el **problema general** de este estudio es: ¿Cuál es el estado de los pavimentos rígidos evaluados por el método PCI Y VIZIR de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco? Con respecto a los **problemas específicos** son como sigue: el primer problema específico ¿Cuáles son los daños del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco? El segundo problema específico fue: ¿Qué tipo de intervención se requiere para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco? El tercer problema específico ¿Cuál es la diferencia existió entre los métodos PCI y VIZIR aplicados para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco? La **justificación** social del presente proyecto permitirá obtener un examen de los métodos PCI y VIZIR en la etapa de los pavimentos rígidos de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y

Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. Es decir, la composición de la ruta recibe cargas continuas por la cantidad de tráfico, variación del clima, que ocasionan defectos o desgaste, dando como resultado una mala calidad para el usuario y daño en las condiciones de la vía. La justificación teórica fue que las vías en estudio son arterias urbanas importantes y además del tránsito de vehículos pesados y comerciales, también soportaron los transportes público y privado, por lo que la seguridad y el confort debieron garantizarse. El mantenimiento de vías fueron proporcionar niveles de servicio altos, los que aseguran, además del confort de manejo, la seguridad para evitar accidentes de tránsito y daños a conductores, pasajeros y también a transeúntes, quienes hicieron uso de estas vías en grandes cantidades. Justificación académica fue en este proyecto, se justifica también de este modo, se proporcionó una metodología de evaluación completa que asegure el diagnóstico integral de una vía, y así se obtuvieron resultados verdaderos, y, por consiguiente, hacer uso de las soluciones más útiles que aseguren un buen comportamiento y calidad de servicio. Justificación económica fue que, debido al uso fluido de transporte afecto en él, considerablemente a la población del Distrito de Wanchaq, por lo que se hizo una estimación de la situación del asfalto y evitar la restauración total ya que produjo costos excesivos gastos en su mantenimiento. Asimismo, fue de beneficio de los ciudadanos por ofrecer una adecuada calidad de vida ya también en un nivel económico y se incrementaría el valor de sus viviendas. El **objetivo general** esta investigación fue realizar la propuesta de mejora aplicando los métodos PCI y VIZIR en el pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco y los **objetivos específicos** son: el primer objetivo específico fue determinar las patologías en el pavimento rígido mediante los métodos PCI y VIZIR en las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. El segundo objetivo específico fue realizar la propuesta de mejora aplicando los métodos del PCI y VIZIR para las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. Y finalmente el tercer objetivo específico fue realizar la comparación de los resultados obtenidos con el método PCI Y VIZIR para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco.

II.MARCO TEORICO

Walter Hurtado Arias (2016) Tesis titulada “Estimación eficaz y estructural para establecer la avería de la estructura de la vía en la Av. Abdón Calderón, iglesia de Conocoto, cantón Quito de la provincia de Pichincha”. Su objetivo principal fue verificar la presentación de la superficie de la Av. Abdonal Calderón, a través de la evaluación y la estructura funcional, decidiendo la disminución y el estado de la carretera. Con respecto a los objetivos específicos, observados por la permeabilidad en la superficie, determinar las diferentes fallas de asfalto; y proponer un mantenimiento adecuado al tramo estudiado. Fue de tipo descriptivo debido a que describe un fenómeno o situación específica detallando las partes más importantes, también es correlacional pues mide dos o más variables con enfoque cuantitativo. Se llegó a la conclusión de que la vía, en la mayoría de sus ramos están en pésima situación estructural. Asimismo, se debe hizo una rehabilitación completa de la vía a través de trabajos de bacheo, sello de fisuras o recapeo. **Fernando Ramos Núñez (2016)** tesis titulada “Análisis de los de perjuicio de las vías severas en los pavimentos de los barrios laguito, Castillogrande y Boca grande en zonas freático alto en la ciudad de Cartagena”. Su objetivo general fue realizar una investigación que de la posibilidad de descubrir las fallas, perjuicios y/o daños en pavimento rígido. Mientras que el objetivo específico fue determinar las fallas y perjuicios que produce en el pavimento rígido. El método de estadísticas descriptivas se utilizó porque se puede recolectar, presentar y especificar para informar datos para obtener detalles sobre las diferentes propiedades de este conjunto. Cuyos resultados fue evaluar el pavimento de las calles en estudio se utilizó el método utilizado de PCI = 50, en conclusión, la mitad de las vías a tratar están regularmente bien. **María Alexandra Correa Vásquez y Luis Guillermo del Carpio Molero (2019)** Tesis titulada “Valuación del PCI y proposición de trabajo del suelo flexible del Jr. . Tineo Oropeza, Ivellise Leonore (2019) tesis titulada “Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento av. canto grande”. Cuyo objetivo fue establecer la situación del pavimento asfáltico de la Av. Canto Grande conforme el PCI y VIZIR con el propósito de dar opciones de mantenimiento para la ampliación de vida útil del pavimento. Se hizo el examen en la vía utilizando el catálogo de fallas y

los formatos conforme se utiliza la metodología del PCI y VIZIR para luego comparar los dos métodos y definir la opción de saneamiento o rehabilitación conveniente. Su tipo es aplicada, enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, comparativo y de diseño observacional. La indagación estableció que utilizando el PCI y VIZIR en el camino de estudio dando como resultado: En la calzada izquierda se encontró con un valor de 39.4 según el PCI y estado MALO y en estado MARGINAL con un valor de Índice de Deterioro Superficial (Is) de 3 para VIZIR, en tanto que en la calzada derecha con un valor de 46.9 para el PCI y el estado fue REGULAR y MARGINAL con (Is) de valor 3 para VIZIR. Se utilizó la prueba Chi cuadrado para verificar si hay relación en la calificación del estado del pavimento conforme a las metodologías PCI y VIZIR, teniendo un nivel de significancia de 0.01. **Brydt Chaymeth Mamani Sánchez (2019)** Tesis titulada “Análisis comparativo entre el método PCI Y VIZIR para la evaluación superficial del pavimento flexible, Tramo Ticapampa – Recuay – Ancash, 2021”. El presente estudio tuvo objetivo determinar las discrepancias entre las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible con el objetivo de buscar opciones de saneamiento para el aumento de vida útil del pavimento. Se observó la vía teniendo en cuenta la lista de daños conforme a los formatos, que usó la metodología PCI y VIZIR para confrontar los métodos y luego establecer la apreciación del pavimento. Tipo de investigación es aplicada, la población fue la vía Sierra-Norte dentro de la provincia de Recuay, Departamento de Ancash y el diseño de muestra es el tramo Ticapampa – Recuay, para el examen de los daños se hizo en tramos de longitudes de 45 m con un total de 44 tramos y siendo escogidas únicamente 12 unidades de muestra por calzada, con un total de 24 unidades de muestra a evaluar. Se concluye que existe discrepancias entre el método PCI y VIZIR puesto que el primero de estos hace un examen más detallado de los métodos. **Judan Rulo Quispe Vera y Ayme Condor Buitron (2020)** Esta investigación titula: “Condición de superficie de pavimentos Rígidos analizados mediante métodos convencionales - calles Andrés Avelino Cáceres y casa blanca, Santo Tomas, cusco-2020”, tuvo como objetivo establecer la situación de nivel de pavimentos rígidos estudiados mediante métodos usualmente utilizados de la calles Andrés Avelino Cáceres y casa blanca, Santo Tomas, Cusco 2020. Se utilizó el método Científico, de tipo de Investigación aplicada, descriptivo/ cuantitativo con un diseño no experimental-

Transeccional. Obteniendo lo siguiente: 73% en VIZIR y PCI tenemos un 88%, es decir se encuentra en buen estado en los datos obtenidos. Se concluye que la condición de nivel de pavimentos rígidos por métodos úsales es de 88% en el PCI y 73% en el VIZIR, dando un resultado bueno y valioso. **Nelly Condori Apaza y Shirley Pamela Goyzueta Masías (2019)** Tesis titulada “Propuesta de estrategias de intervención del pavimento flexible, aplicando las metodologías PCI, VIZIR y PSI, en el tramo paradero grifo móvil–ciencias de la salud de la Universidad Andina de la prolongación Av. de la cultura – Av. Manco Capac – prolongación Av. Manco Capac de la ciudad del Cusco– 2018”. Su objetivo brindar posibles soluciones de intervención, con ayuda de la evaluación del método (PCI, VIZIR y PSI) del pavimento, del tramo Paradero Grifo Móvil de la prolongación Av. de la Cultura - Av. Manco Capac – prolongación Av. Manco Capac; es un acceso principal a la ciudad, de alto tránsito vehicular, así que la carpeta asfáltica de este tramo se viene malogrando, como se puede ver diferentes daños en el pavimento, por lo que necesita una inmediata intervención para su mantenimiento. Es de diseño metodológico no experimental transversal, por que realizó cálculos de sus variables, todo esto durante un periodo corto. Luego de evaluar se obtuvo los resultados de los tres tramos son homogéneos, para ello, se propuso forma de intervención según el manual de carreteras y Conservación Vial, para cada tramo. Para el primer tramo: Ciencias de la Salud de la UAC a la Posta medica de San Jerónimo, con PCI “Buena, VIZIR “Regular” y PSI “Buena”, se sugiere un “saneamiento Rutinario” por las pocas fallas que tiene. Para el segundo tramo desde la Posta medica de San Jerónimo a la Av. Clorinda Matto de Turner, tiene un PCI “Muy Pobre”, VIZIR “Deficiente” y PSI “Mala”, se sugiere un “saneamiento Periódico” y cambiar la superficie de rodadura, porque esta muy dañado. Y para el ultimo tramo que va desde Av. Clorinda Matto de Turner al Paradero grifo Móvil, con un PCI “Regular”, VIZIR “Deficiente” (Subida), “Regular” (Bajada) y PSI “Regular”, se sugiere un “saneamiento Rutinario”.

El pavimento es un grupo de clases de materia prima seleccionados que recibe directamente cargas de tráfico y transferirlas a capas más bajas, distribuidas con uniformidad. El pavimento también proporciona una superficie de los rodamientos donde se debe tener una operación rápida. Los recubrimientos

semi-duros tienen la misma estructura de recubrimiento flexible, así como utilidades adicionales, como el asfalto, la emulsión, el cemento, la cal y los productos químicos; lo que tiene la función de cambiar las características mecánicas de las materias primas de construcción, teniendo en cuenta que las inversiones cuestan más. (Chang, 2016, Pág. 20). Cabe señalar que el concreto tiene la capacidad de soportar altos grados de calor por lo que, la conducta del pavimento rígido es muy agradable, aunque existan franjas débiles en la subrasante. (Solminahac, 2018, Pág. 10). Las vías articuladas se componen por un manto de rodadura para hacer bloques de cemento prefabricado que se llaman adoquines, con un grosor igual entre sí, los cuales se deben poner sobre un manto delgado de arena y se descansa sobre la capa de base granular o directo a la subrasante. Pérez (2017). La norma de tránsito utilizada en la presente tesis es el "Reglamento nacional de vehículos", promulgada con D.S. N.º 058-2003-MTC (Modificado por Decreto Supremo N.º 023-2021-MTC), la que reglamenta los pesos y dimensiones máximas de los vehículos de transporte terrestre. Cada cigüeñal debe llevar en sus extremos una llanta, es decir es simple, o dos ruedas, llamado también dobles o gemelas. Con respecto a su peso se clasifican en: vehículos ligeros: como son motocicletas, automóviles, camionetas, etc., y todo vehículo que circule con un peso inferior a las 5 Tn. Segundo vehículo pesado: son buses, tractores, camiones con remolque, o todos aquellos vehículos que excedan las 5 Tn. de peso. (MTC, 2021, Pág. 3). El PCI (Pavement Condition Index) son indicadores numéricos que califican la situación del ras de la vía. Estos valores proveen un régimen del estado presente de la vía basado en el daño visto en su superficie, que menciona la buena estructura. (Correa y Del Carpio, 2019, Pág. 15). El PCI es un método por el cual se determinan las averías de la estructura de la vía es un tipo de daño a su gravedad y cantidad o densidad. Para superar esta dificultad, se ha introducido el "valor de derivado", como el coeficiente original para indicar el nivel de compartir que cada grupo de daños en clase, gravedad y condiciones de recubrimiento. El cálculo del PCI es un base a la observación de la situación del pavimento con el que se determinada la clase, severidad y cantidad de cada daño. De los resultados se obtiene un mejor conocimiento de las causas de los daños y su relación con el clima. (Miranda, 2016, Pág. 10). El cálculo del PCI se demuestra mediante la observación de la condición del pavimento para establecer la severidad, clase y cantidad por daño

presente, el PCI se calculó para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y el estado operacional del suelo. Miranda, 2016, Pág. 11).

Tabla 1: Rangos de clasificación del PCI.

RANGO	CLASIFICACION
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Pobre
25 - 10	Muy pobre
10 - 0	Fallado

Con respecto al método VIZIR es un sistema mediante con el que se obtiene la condición superficial de los pavimentos. Tiene su particularidad porque cuenta dos tipos de daños: Tipo A daños estructurales y tipo B funcionales (Miranda, 2016, Pág. 15). Determina una discrepancia entre las fallas estructurales y funcionales del pavimento, esta clasifica en dos categorías A y B, como se puede ver en las tablas. Las del Tipo A tiene la característica de una condición estructural del pavimento que son deformaciones a causa de la poca en la capacidad estructural del asfalto y las del tipo B, son funcionales, se puede reparar no están unidas a la condición estructural del asfalto. Se debe a faltas constructivas que el tránsito ayuda a poner en certeza. (Miranda, 2016, Pág. 16).

Tabla 2. Rangos de clasificación VIZIR.

Rangos de clasificación VIZIR	
RANGO	CLASIFICACION
1 y 2	Bueno
3 y 4	Regular
5, 6 y 7	Deficiente

Tabla 3. Niveles de gravedad de los daños Tipo A.

Deterioro	Nivel de gravedad		
	1	2	3
			
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	Sensible al usuario, pero poco importante. < 20mm.	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos.	Deformaciones que afectan de manera importante la comunidad y la seguridad de los usuarios >40mm.
Grietas longitudinales por fatiga.	Fisuras en labanda de rodamiento.	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras muy ramificadas y/o abiertas (Grietas). Bordes de fisuras ocasionalmente degradados.
Piel de cocodrilo.	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (>500mm) con fisuración fina, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (<500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (<200mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Niveles de gravedad de los daños Tipo B.

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

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Daños tipo A – VIZIR.

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

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Daños tipo B – VIZIR.

NOMBRE DEL DETERIORO	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisura longitudinal de junta de construcción	FLJ	M
Fisura transversal de junta de construcción	FTJ	M
Fisuras de contracción térmica	FCT	M
Fisuras parabólicas	FP	M
Fisura de borde	FB	M
Huecos	H	UND
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	M
Pérdida de la película de ligante	PL	M
Pérdida de agregados	PA	M
Descascaramiento	DC	M ²
Pulimento de agregados	PU	M
Exudación	EX	M
Afloramiento de mortero	AM	M
Afloramiento de agua	AFA	M
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	M
Segregación	S	M

Clasificación de los pavimentos de concreto : Pavimento simple de hormigón con juntas , no cuenta refuerzos y las juntas de contracción a veces tienen una diferencia entre 3,5 y 6 m, de preferencia que no llegue los 4,5 m. Las cargas entre losas adyacentes logran al unir automáticamente los adheridos o utilizando conectores de acero. (Sánchez, J,2017) . Pavimento de hormigón para juntas, el objetivo es inspeccionar las rajaduras por contracción en el hormigón, es decir,

deben ser fortalecidas con malla de acero. Los trayectos de las juntas pueden llegar a diferenciar entre 7,5 y 9 m. La carga es trasladada entre paneles por unidades de enclavamiento o por pasadores. (Sánchez, J,2017). Pavimento de concreto con fortalecimiento continuo, no existen juntas auxiliares en este pavimento a excepción de las juntas de construcción. El escudo es opcional. Estas enunciados son basadas en la norma AASHTO 1993.

Elementos del pavimento rígido: Sub rasante, en la sub rasante su objetivo primordial es que en su funcionamiento se debe mantener, sin existir No hay un cambio repentino en el tipo en comparación con su valor en el soporte, la diferencia es que es más importante que el suelo y puede brindarnos un apoyo más fuerte, incluida una capacidad de alta resistencia en el soporte. (Sánchez, J,2017). Sub base, son varias capas de materiales granulares densos y/o estables; La función más importante del revestimiento es evitar la absorción de partículas finas. Cuando una combinación de suelo, agua y tráfico da como resultado un bombeo, se debe usar una. El contra piso controlará las variaciones de tamaño y flexión que pueden dañar el pavimento. Sus funciones también incluyen:

Poder suministrar su drenaje el cual sea necesario.

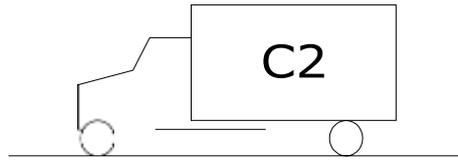
Permitir proveer su plataforma de trabajo con presencia en equipos de construcción. (Sánchez, J,2017).

Losa, se uso (cemento Portland), con su coeficiente mínimo en cemento y está a base de pruebas en su propio laboratorio en durabilidad y resistencia. Cuando sea necesario, el concreto aireado está disponible para resistir el deterioro de la superficie debido a la congelación y el contenido de sal para una mejor mezcla. (Sánchez, J,2017).Juntas, nos permiten examinar el daño de las placas, así como el estiramiento o movimiento relativo entre ellas. Puede ser vertical u horizontal. La importancia de los nudos en el pavimento de hormigón se manifiesta en su durabilidad, ya que su deterioro revelará problemas estructurales en el pavimento. (Sánchez, J,2017). Texturizado, técnica que determina que la vía tenga un choque adecuado entre la pista y la llanta y que los carros puedan transportarse de forma segura. (Sánchez, J,2017). Pasadores, estas barras de fierro y con sus bordes lisos tiene redondeos puesto perpendicularmente al corte de la junta. Cabe señalar que se ubican al medio de

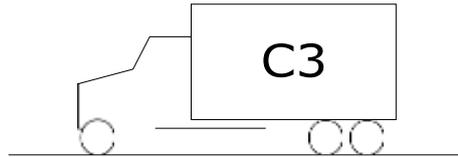
su espesor con la losa, pues de ese modo permitirá su movimiento en paños, adyacentes sin poder registrar dicho movimiento. (Sánchez, J,2017). Pavimentación estructural de los materiales de construcción del pavimento de acero usada para la producción de la losa son los siguientes: Cemento, se manipulara para la elaboración del hormigón será de preferencia Portland, marca recomendada, recordar que debe cumplir con lo indica en las normas NMX-C-414-1999-ONNCCE. Si el documento del proyecto menciona algo distinto, se usara el llamado CPO (cemento puzolánico portland) y con las subclases 30R, 40 y 40R. Se debe respetar los requisitos físicos y químicos respectivamente, por que deben ser de tipo 1 u 11 y se encuentran en las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Cemento portland,Cabe destacar que se respetaran sus normas que ya son determinadas por el (MTO) bajo su dirección de INEN se logra registrar para todo proceso constructivo, requerido por alguna especificación que no sea contemplada bajo esta norma, se debe tener en cuenta sus requerimientos (AASHTO M 85 "PORTLAND CEMENT"), con sus modificaciones.

Clasificación vehicular, de acuerdo a la disposición de sus ejes: Un eje es autónomo del anterior o del que sigue cuando el trayecto entre los centros de ambos ejes es igual o superior a 2 m. Sus tipos de ejes con forme a norma son: tándem, simple y trídem, como se ve en la figura 1. Y se puede transportar en sus extremos una llanta, por lo que se designa como rueda simple, o dos llantas, que se denomina llantas dobles o gemelas. De acuerdo al peso, se clasifican en: Vehículos ligeros: Que pueden ser motocicletas, automóviles, camionetas, camionetas rurales, tractores sin carga, etc., y todo vehículo que circule con un peso inferior a las 5 Tn. Vehículos pesados: Que pueden ser camiones ,buses , tractores con remolque, o todos aquellos vehículos que excedan las 5 Tn. de peso. Este tipo de vehículo concuerda con los de 6 o más ruedas.

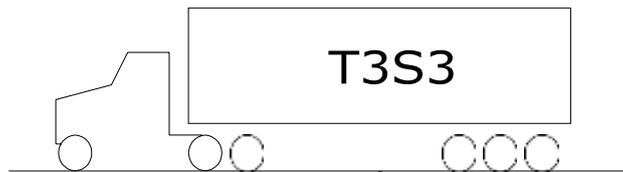
Gráfico 1: Clasificación vehicular de acuerdo a la disposición de los ejes.



EJE SIMPLE



GRUPO TÁNDEM DE EJES



GRUPO TÁNDEM DE EJES GRUPO TRÍDEM DE EJES

Aforo vehicular, teorías usadas: el aforo vehicular realizado en las avenidas en estudio ha tenido las siguientes características:

Aforo por volumen.

Condición de carga de vehículo (vacío y lleno).

Recolección manual de datos volumétricos.

El aforo fue realizado en base a la norma ASTM 1442 – 92, la que especifica para estudios de volúmenes vehiculares, una duración mínima de 24 horas consecutivas, o, en su defecto, utilizar dentro de un número de días aforados, el día con mayor cantidad de horas consecutivas. Por otra parte, cuando el aforo diario no es de 24 horas consecutivas, es posible ajustar la duración del aforo realizado a 24 horas utilizando factores de corrección horarios procedentes de otros estudios (de 24 horas de duración) realizados en avenidas con similar comportamiento.

Procedimiento de campo, el trabajo de recolección de datos de tráfico tuvo el siguiente procedimiento: La duración diaria de los aforos fue de 16 horas, empezando a las 6.00 horas y concluyendo a las 22.00 horas, (debido a que el tránsito nocturno es muy bajo, y que la diferencia del volumen de tráfico entre días de una misma temporada no es significativa en las vías en estudio). Estos valores se completaron a 24 horas, utilizando para ello estudios de tráfico de vías de igual o mayor jerarquía y similar comportamiento mediante técnicas estadísticas. En cada avenida estudiada, se asignaron 3 días de aforo, teniendo dos días de semana hábiles en cada uno es decir de lunes a viernes), y cada fin de semana (sábado o domingo). Este aforo de corto plazo se proyectó al resto de la semana utilizando factores de corrección diarios, procedentes de estudios de tráfico de vías de igual o mayor jerarquía y similar comportamiento mediante técnicas estadísticas. La clasificación de vehículo vacío o lleno se basó en el siguiente criterio:

Autos: Tuvieron una categorización única (lleno).

- Camionetas Pick – Up: Se consideraron llenas si tenían más de dos pasajeros.
- Camionetas rurales: Se consideraron llenas si tenían más de 1/5 de capacidad de transporte de pasajeros (3 pasajeros).
- Buses de 25 y 35 pasajeros y bus urbano: Se consideraron como llenos si tenían más de 5 pasajeros para los dos primeros casos, y más de 10 pasajeros en el segundo.
- Buses interprovinciales de 2, 3 y 4 ejes: Se consideraron llenos si tenían más de la mitad de su capacidad con pasajeros.
- Vehículos de carga: Se consideraron llenos si su carga no era despreciable.

La sectorización de los tramos para el aforo en las avenidas estudiadas han sido los mismos que para los demás estudios de los otros capítulos, vale decir, asumiendo dos tramos en la avenida Huayruopata, un tramo en la avenida Manco Cápac y un tramo en la avenida Diagonal Angamos.

Los días asignados para cada tramo de avenida en estudio se puede observar a continuación:.

Tabla 7: Días asignados para el aforo vehicular por tramos de vías en estudio.

Tramo de avenida	Días asignados		
Manco Cápac	martes	jueves	sábado
Huayruopata I (Jr. 9 octubre – Jr. Espinar)	miércoles	viernes	domingo
Huayruopata II (Jr. Espinar – Av. Diagonal A.)	jueves	miércoles	sábado
Diagonal Angamos	martes	jueves	domingo

La ubicación de las estaciones de aforo se definió de acuerdo a los lugares de mayor frecuencia de vehículos intermedios y pesados. Tales ubicaciones se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 8: Ubicación de las estaciones de aforo.

Avenida	Ubicación de estación de aforo
Manco Cápac	Esquina Av. Manco Cápac y Av. Tacna
Huayruopata I	Esquina Av. Huayruopata y pasaje Ramón Castilla
Huayruopata II	Esquina Av. Huayruopata y Jr. Calca
Diagonal Angamos	Esquina Av. Diagonal Angamos y Av. Los Incas

Presión de inflado, Estudios efectuados en el departamento de carreteras de California comprobados mediante oscilógrafos eléctricos determinaron que las deformaciones producidas por cargas estáticas eran mayores a las dinámicas. Asimismo, las deformaciones producidas por cargas de igual magnitud aplicadas directamente por medio de llantas son mayores que aquellas aplicadas por medio de discos metálicos rígidos. Está demostrado que el efecto de la mayor presión es más dañino para carpetas asfálticas delgadas y que se vuelven insignificantes para carpetas asfálticas de gran espesor. En los métodos de esquema mecanicistas, es importante saber el

área de contacto del neumático con el pavimento, tomando en cuenta que la carga de contacto obedece a la coacción de contacto. Como se ve en el gráfico 2, la presión de contacto es más enorme que la presión del neumático para presiones bajas, porque la pared de la misma está en contacto y más las fuerzas verticales de la pared y coacción del neumático deben ser similares a la fuerza por la presión de contacto; la coacción de contacto es muy poca que la coacción del neumático para presiones altas de los neumáticos, porque la pared del neumático está en tensión. En cambio, en el esquema de pavimentos la presión de contacto usualmente es igual a la presión del neumático. Ya que los ejes de carga pesados tienen altas presiones y daña el pavimento, utilizar la presión del neumático como coacción de contacto es por seguridad. Los experimentos del AASHTO fueron realizados con presiones de inflado de 75 Lb./pulg.². El Instituto del Asfalto considera los factores de ajuste de la demanda por eje en relación a la presión de los neumáticos y el espesor de la carpeta asfáltica. El cuadro 9 muestra los valores señalados por el instituto del Asfalto para carpetas de 10 a 25 cm. de espesor, complementando con valores extrapolados para concreto asfáltico de 5 y 7.5 cm., la relación entre la presión del neumático y el espesor del concreto asfáltico muestra que las carpetas asfálticas delgadas hasta 12 cm. son muy afectadas por las presiones altas.

Gráfico 2: Relación entre la presión de contacto y de la llanta.

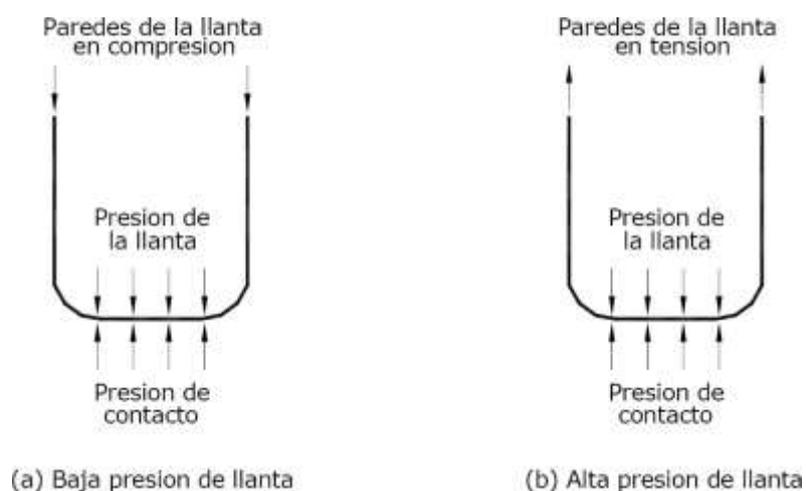


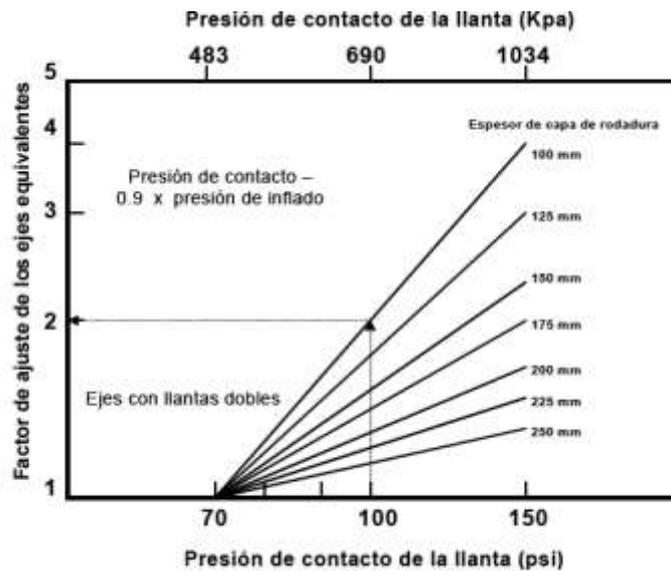
Tabla 9: Factor de ajuste para el cálculo de ejes equivalentes según la presión de los neumáticos y el espesor de la carpeta asfáltica.

ESPESOR CONCRETOASFÁLTICO (mm.)	PRESIÓN DE INFLADO (PSI)		
	80	100	150
250	1	1.1	1.1
225	1	1.1	1.1
200	1	1.1	1.7
175	1	1.2	1.9
150	1	1.4	2.3
125	1	1.7	2.9
100	1	1.9	3.9
75	1	2.2	5.1
50	1	2.9	8.0

Fuente: Curso de Pavimentos del Ing. Américo Montañez T. FIC- UNSAAC 2002.

Si los resultados de ahora de la coacción de inflado de las llantas muestran resultados importantes por sobre el valor de la condición de carga estándar (70 psi), se deberían utilizar los factores de ajuste de la figura 3 para variar el tráfico de diseño por el aumento adicional de los esfuerzos. Después se ajusta multiplicando el EAL por el “factor de ajuste del EAL” (de la línea apropiada de espesores de concreto asfáltico) por cada tipo de carro o para la condición de vehículo promedio. Usualmente, la coacción de contacto de las llantas es igual al 90% de la presión de inflado.

Gráfico 3:Factor de ajuste de los ejes equivalentes por presión de llantas.



FUENTE: Instituto del Asfalto (MS-1) 1,991

Factor de corrección estacional: Dado que el tráfico vehicular se muestrea durante un período corto de tiempo, es válido a nivel anual, y el comportamiento del flujo anual, el factor de corrección o el factor limitante pueden expandir la masa de esta muestra a una tasa anual. Para determinar el factor de ajuste estacional (F.C.E) se utiliza la serie histórica del IMD, que puede ser obtenida de los peajes u otros estudios.

El factor de corrección estacional (F.C.E) se calcula de la siguiente forma:

$$FC_E = \frac{IMD_A}{IMD_M}$$

Donde:

IMD_A : Es el volumen de tránsito promedio diario del año en la estación “i”.

IMD_M : Es el volumen de tránsito promedio diario del mes en la estación “i”.

Tránsito promedio diario ANUAL (TPDA), son el número total de carros que recorren un camino en los dos sentidos durante un año, fraccionado entre 365 días. Para establecer el TPDA de una carretera en operación, se cuenta en forma directa el tránsito mediante una operación llamada “aforo”. El conteo puede llevarse también durante todo el año, o solo en ciertas temporadas y luego proyectarla a un año. Para estos trabajos, se emplean técnicas estadísticas. Al calcular el TPDA de varios años consecutivos, se

puede conocer la tendencia de incremento. Debido al costo y la dificultad que lleva hacer un aforo vehicular los 365 días del año, se han tomado muestras de días de semana para permitir generalizar el comportamiento del tráfico. Sin embargo se debe examinar la variabilidad de la muestra, con un nivel de confiabilidad, y poder aplicar a otro número de casos no incluidos, y que forman parte de las características del tráfico. Según el TPDA se prevee en base al (TPDS), según la siguiente expresión:

$$TPDA = (TPDS \pm A) \cdot FC_E$$

Donde:

FC_E : Factor de corrección estacional

A : Máxima diferencia entre el TPDA y el TPDS, que viene a ser el intervalo de confianza dentro del cual se encuentra el TPDA, que para un determinado nivel de confianza, el valor de A es:

$$A = K \cdot E$$

Donde:

K : Número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de confiabilidad deseado.

E : Error de la media, que es equivalente al error estándar, por lo tanto:

$$E = \sigma^{\wedge}$$

Donde:

σ : Estimado de la desviación estándar poblacional (σ).

Una expresión para determinar el valor estimado de la desviación estándar poblacional “ σ ” es la siguiente:

$$\sigma^{\Delta} = \frac{s}{n} * \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Donde:

S : Desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario o desviación estándar muestral.

n : Tamaño de la muestra en número de días del aforo.

N : Tamaño de la población en número de días del año.

La desviación estándar muestral "S", se calcula como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}}$$

Donde:

TD_i : Volumen de tránsito del día i.

Finalmente, la relación entre los volúmenes de tránsito promedio diario anual (TPDA) y semanal (TPDS) es:

$$TPDA = (TPDS \pm A) . FC_E$$

$$TPDA = (TPDS \pm K . E .) . FC_E$$

$$TPDA = (TPDS \pm \sigma) . FC_E$$

En la distribución normal, para niveles de confiabilidad del 90% y 95% los valores de la constante K son 1.64 Y 1.96, respectivamente. Según la norma ASTM E 1442-92^a.

Extensión de datos a 24 horas, para tal fin, se pueden utilizar diferentes métodos para estimar datos faltantes de las vías en estudio, como el procedimiento de los promedios, y de la recta de regresión, es necesario tener un aforo vehicular de 24 horas de una avenida con similares características tomada como base.

- Método de los promedios: En el cual se escoge el volumen promedio horario de un aforo completo, y se hace una proporción al volumen promedio horario del aforo faltante en estudio, para un periodo determinado. El procedimiento es el siguiente:

$$\frac{PH_B}{PH_E} = \frac{VH_B}{VH_E}$$

Por consiguiente:

$$VH_E = \frac{VH_B * PH_E}{PH_B}$$

Donde:

VH_E : Volumen horario o periodo de tiempo que se quiere obtener de las horas faltantes del aforo en estudio

VH_B : Volumen horario o periodo de tiempo de las horas del aforo base correspondientes a las horas faltantes del aforo en estudio.

PH_E : Promedio del volumen horario de las horas del aforo del día en estudio a completar.

PH_B : Promedio del volumen horario base de las horas de aforo correspondientes a las horas faltantes en aforo en estudio.

Método del factor horario: Es una extensión del método de los promedios, en el cual se halla dicho valor en base al volumen horario de un aforo completo de 24 horas tomado como referencia, y se usa la siguiente fórmula:

$$\text{FactorHorario} = \frac{\text{Volumen horario}}{\text{Volumen total}}$$

Extensión de datos a 7 días: La medición continua proporciona información muy importante sobre las fluctuaciones horarias, diarias, periódicas o anuales en los patrones de tráfico. El tráfico está sujeto a cambios cíclicos predecibles, y mediante la clasificación y corrección adecuada de las carreteras es posible determinar el patrón de cambio de tráfico subyacente para cada tipo de carretera o calle. Para las vías en estudio, la tendencia en cuanto a la variación del volumen de tránsito no sea significativa, ya que el volumen diario es similar, por lo tanto, es posible establecer una correlación de días de una misma temporada, para la extensión de datos a 7 días completos y de este modo otorgarle mayor consistencia.

- Método del factor diario: El factor diario se halla en base al volumen diario semanal del aforo base tomado como referencia, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor diario} = \frac{\text{Promedio diario semanal}}{\text{Volumen diario semanal}}$$

Tráfico futuro, factor de crecimiento, para determinar este factor es importante conocer el porcentaje de crecimiento anual de los vehículos que pueden hacerse sobre datos existentes mediante un análisis estadístico de su evolución histórica. Estos datos han sido obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. La guía AASHTO recomienda el uso del tráfico para todo el periodo de diseño y así establecer el factor de crecimiento indicado por:

$$F_c = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

Donde:

r: Es la tasa de crecimiento anual vehicular.

Y: Es el periodo de diseño en años.

Proyección del tránsito, el pavimento debe construirse para resistir el tráfico inicial y durante toda su vida. El tráfico futuro en una carretera en uso se puede determinar con una precisión razonable a partir de los datos de tráfico existentes y mediante el análisis estadístico de su desarrollo histórico. Para calcular un pronóstico de tráfico, debe estar disponible una serie temporal de datos de tráfico. A partir de estos datos y aplicando el modelo de regresión, es posible ajustar la serie histórica del tránsito con el uso de modelos lineales y exponenciales, ya que se ajustan a estas series históricas, es recomendable optar por analizar el modelo que mejor represente la correlación de los valores de tráfico. El tráfico resultante se pronosticará en el futuro después de que se determine la fase de diseño y de acuerdo con la tasa de crecimiento anual del tráfico. Generalmente, se usa, para la proyección del tránsito, el modelo exponencial expresado por la siguiente fórmula:

$$T_n = T_i * (1 + r)^n$$

Donde:

T_n: Tránsito en cualquier año n.

Ti: Tránsito en el año cero (inicial).

r: Tasa de crecimiento anual del tránsito

Determinación del número de tránsito de diseño (NTD) o del ESAL (EAL de diseño), para verificar el tránsito de diseño existen muchos métodos como son: determinación del tránsito de diseño utilizando la estratigrafía de ejes, se desarrolla en base a censos de tránsito realizados en campo, donde se determina el tránsito diario inicial (T.D.I.), que es el promedio de carros que recorren durante el primer año. Esta información se obtiene del tráfico promedio diario anual. La estratigrafía de ejes significa construir para el estudio de tránsito, un estudio de cargas por ejes para distintos valores, preparándose dicha estratigrafía de ejes para vehículos pesados, en el cual no se consideran vehículos livianos. Esta estratigrafía de ejes se realiza para ejes simples y ejes tándem. Esto sirve para preparar una tabla que indique la estratigrafía de ejes acumulados para el periodo de diseño del pavimento, y en base a esta información determinar el “número de tránsito de diseño” (N.T.D.) es dato de entrada para el diseño estructural de pavimentos flexibles por la técnica AASHTO. Para el cálculo del N.T.D. se utiliza la siguiente expresión:

$$NTD = ITI * FD$$

Donde:

NTD: Número de tránsito de diseño.

ITI: Índice de tránsito inicial.

FP : Factor de ponderación

Determinación del tránsito de diseño utilizando el ESAL (EAL de diseño), el Instituto Norteamericano del Asfalto sugiere que los efectos del tráfico se expresen en términos del número de aplicaciones de cargas similares de 18000 Lb. que soporta un eje sencillo (EAL). Este enfoque es similar al recomendado por la AASHTO para diseñar espesores de pavimentos. El ESAL pesa 18000 Lb., 8.2 Tn. u 80 KN, y puede ver un efecto dañino sobre el pavimento de valor 1. La fórmula para determinar el ESAL (o EAL de diseño) es a continuación:

$$ESAL = \sum(\text{Numero vehiculos} * Fc * Fc)$$

Donde:

FC : Factor camión

F'c: Factor de crecimiento vehicular.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo aplicada por que se utilizó los conocimientos ya logrados, con el propósito de solucionar por medio de la investigación numérica de la problemática establecida en el estudio, utilizando el método PCI y VIZIR.

La investigación aplicada investiga genero la comprensión con el esmero directo a las dificultades de la sociedad o la sección productiva. (Lozada, 2019, Pág. 2)

3.1.2 Diseño de investigación

De carácter “no experimental” porque que se observó el pavimento de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos del Distrito de Wanchaq de la Ciudad del Cusco para luego examinarlos.

El diseño de investigación no experimental fue cuando se presentará atención a las anomalías en su ambiente nativo para después examinarlos. (Hernández, 2017, Pág. 5)

También, se ejecutó de forma transversal ya que las mediciones se realizaron una vez, es decir los datos pueden ser desarrollados en un momento determinado.

De manera transversal fue un prototipo de investigación observacional que examina datos de las variables coleccionadas en un tiempo determinado de una población o subconjunto predefinido. (Coll, 2017, Pág. 10)

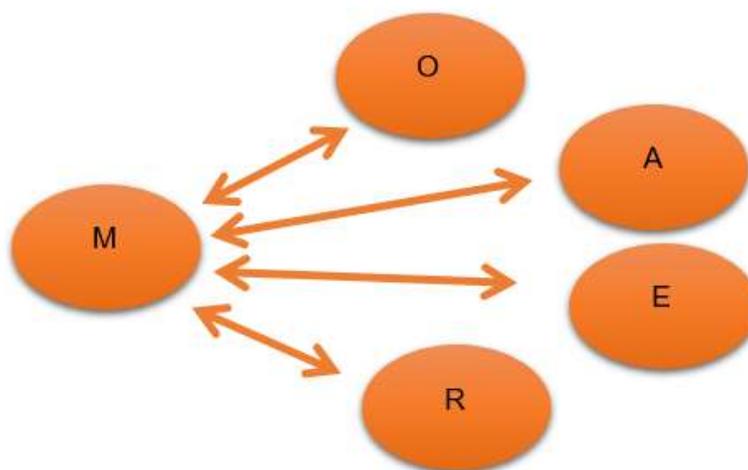
El nivel de investigación fue descriptivo porque indaga detallar las propiedades y peculiaridades más indispensable del pavimento rígido.

El nivel de estudio descriptivo, se enmarco en la precisión, examinación e interpretación actual y natural de la anamalia analizado. (Hernández, 2017, Pág. 10)

El enfoque fue cuantitativo, según Monje y Álvarez (2020) ya que busco información que calcule “dimensión” de las variables de estudio, puesto que

pueden ser objetivamente”. Motivo por el cual el estudio se realizó en la Ciudad de Cusco en las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos.

El esquema del diseño de la investigación fue el siguiente:



Donde:

- **O**: Observación: consiste en observar un fenómeno, hecho o caso
- **M**: Muestra: Conjunto de cosas, personas o datos elegidos al azar
- **A**: Análisis: Examen detallado de una cosa para conocer sus características
- **E**: Evaluación: proceso que se usa para determinar alguna capacidad
- **R**: Resultados: Efecto o cosa que resulta de cierta acción, proceso o suceso.

3.2 Variables y operacionalización

Variable

Refleja un concepto extenso y complicado que, en un periodo determinado, el científico toma comunicación con sus ventajas y las finalidades de la investigación. (Carballo, 2017, Pág. 22).

Variable: propuesta de mejora

Definición conceptual

Fue una contemplación sistematizada en palabras conceptualmente, para proporcionar fácil su entendimiento y su ajuste a los requerimientos prácticos de la investigación. (Espinoza, 2019, Pág. 10).

Definición operacional

Está conformada por una sucesión de procedimientos o indicaciones para efectuar la medición de una variable determinada conceptualmente. (Espinoza, 2019, Pág. 14).

Dimensiones

Se ha descrito en términos de la extensión o el contenido en el que una línea, un área o un lugar estarían en el espacio. Asimismo, son las cosas que establecerán su masa y su camino a medida que las observemos. (Pérez, 2021, Pág. 15).

Indicadores:

Fue una sucesión de determinadas partidas o de informe que están compuesto por distintos números, datos, medidas, información, y opiniones que tienen paso al desarrollo de un estudio, valoración o una causa específica que guardan correspondencia con el mismo (Pérez, 2021 Pág. 10).

Escala de medición:

Dichos grados tuvieron otras propiedades en concordancia con las particularidades de las referencias que se comparan. Estadísticamente tuvo cuatro escalas de medición de razón, ordinal nominal e intervalo. (Anderson, 2016, Pág. 30).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Las vías en estudio, es decir, las avenidas Huayruopata con una longitud de 3210 m. (1605 m por vía derecha e izquierda respectivamente)., Manco Cápac con una longitud de 1340 m. (670 m. por vía derecha e izquierda respectivamente).y la Av. Diagonal Angamos con una longitud de 634 m. (317 m. por vía derecha e izquierda respectivamente), todas las vías se encuentran en la jurisdicción del distrito de Wanchaq, de la Provincia y del Departamento de Cusco.

La población fue el cumulo de personas que se encuentran en un específico lugar y tiempo determinado, que poseen peculiaridades en común, los que dan origen a los antecedentes de investigación. (Hernández, 2016, Pág. 11).

Criterios de inclusión:

- Social y ambiental
- Tipos de carros
- Apreciación sensible de los peatones
- Peculiaridades geográficas
- Situación de las calles y veredas
- Agua, Luz y Desagüe
- Transporte

Criterios de exclusión:

No se considerará el diseño de veredas

Muestra

Las avenidas Huayrupata con una longitud de 3210 m, Manco Cápac con una longitud de 1340 m y la Av. Diagonal Angamos con una longitud de 634m es decir todas las vías se encuentran en la jurisdicción del distrito de Wanchaq, de la Provincia y del Departamento de Cusco.

La muestra fue un grupo pequeño de la población se conforman un conjunto establecido en sus aspectos particulares que designan población. (Hernández, 2016, Pág. 12).

Muestreo

La presente investigación fue de muestreo no probabilístico ya que no está definida mediante las probabilidades y es de fácil acceso.

El muestreo no probabilístico pendiente de las particularidades del fenómeno y el juicio de los científicos. (Hernández, 2016, Pág. 13).

Unidad de análisis

Se examinaron todas las unidades de muestras definidas, por lo que se buscó un consecuencia más efectivo y objetivo de las avenidas Huayruropata, Av. Manco Cápac y Av. Diagonal Angamos, con el objetivo de determinar posibles soluciones mediante la intervención en el pavimento rígido.

La unidad de análisis fue todos de los datos que tienen la población así como la muestra. (Toledo, 2018, Pág. 7).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Un conjunto de medios materiales e intelectuales, aplicados para lograr un estudio particular, que se apoya en la intuición de un arte o una ciencia, para llegar a una inferencia particular.. (Pérez, 2021, Pág. 10).

Las técnicas que se usaron son:

Observación directa

Para realizar la técnica de observación directa se tuvo que ir caminando por las avenidas de estudio, luego se obtuvo mediante la recolección datos: estudios preliminares y fallas en el pavimento rígido. Cabe señalar que los medios importantes para la recaudación de datos.

Según Sierra (2017) referido al examen y análisis que realizan los investigadores, aplicando cada uno de sus sentidos con o sin la ayuda de equipos técnicos, para identificar fenómenos. o logro de la sociedad, tal como son o tienen lugar naturalmente.

Análisis documentario

Para este estudio se realizó la indagación de información en libros, artículos científicos, tesis, etc. sobre temas en estudio que fue el pavimento rígido.

La investigación documental llamada también bibliográfica, es donde se hizo la organización, compilación selección documentos; donde dichas fuentes pueden ser hemerografía artículos periodísticos, etc. (Gómez, 2018, Pág. 5).

Instrumento

El instrumento utilizado fue la observación de campo el cual permitió ubicarse de manera ordenada en el objeto de estudio para la indagación.

Es el sistema mediante el cual se recolecto y se obtuvo los datos e información de un hecho o fenómeno. (Cortes, 2017, Pág. 23)

Por lo que se utilizaron los siguientes instrumentos.

Ficha de observación

En los métodos PCI y VIZIR existen formatos que nombran la ruta en estudio, la fecha de la información, la longitud medida en campo y el responsable de diligenciar la ficha técnica. Luego continuamos el progreso de todo el recorrido y las anotaciones sobre los errores cometidos, según el número de tramos que se hayan establecido.

Se define como una herramienta de diagnóstico y seguimiento que permite visualizar el avance de los programas de mejoramiento social de manera ordenada, resumida y similar a la capacitación tributaria, con el objetivo de ayudar a las decisiones y prosperidad de los programas y manchas. (Pérez, 2021, Pág. 11).

Revisión documentaria

Se trata de un perfil técnico de valoración de la invalidez según los métodos PCI y VIZIR, en el que se valoran los defectos, se detalla su gravedad y cómo medirlos.

Es un cúmulo de sistematizaciones enfocadas a simbolizar la información y su índice de manera única en relación a su forma única, con el propósito de posibilitar una rápida recuperación. (Castillo, 2015, Pág. 3).

Validez y confiabilidad

Se realizó una mejor visión del PCI, para luego ser evaluadas y rubricadas por juicio de expertos mediante el cual tiene una rúbrica de profesionales inmersos en el tema.

En cuanto a la confiabilidad, este estudio se realizó conforme a las medidas estándar por la norma ASTM D6433-03 y el Manual del PCI y VIZIR por lo que no se requirió una prueba de confiabilidad, porque los legajos son definidos por expertos de nivel y de acuerdo a ordenamientos empíricos, y como resultado son confidenciales.

3.5. Procedimientos

Para la aplicación del método PCI y VIZR, se realizó en 3 etapas la investigación:

1 El **primero** fue medir el ancho de la pista y determinar el número de ladrillos por unidad de muestreo.

Inicialmente se identificó el equipo de seguridad (casco, guantes, chaleco y calzado de seguridad), así como las herramientas para seguir comprobando el camino preparado (regla de rodadura, medidor de nivel, regla de flexión y graduada). Con una cinta métrica se mide el ancho del camino a contar y se tiene una gran referencia a las placas por unidad de muestreo. Después de eso, se identificaron las unidades de muestreo a lo largo de las rutas de investigación y se preparó un certificado de evaluación.

2. El **segundo** se identificó las tipologías de defectos ocurridos para cada parte identificada, de acuerdo con los manuales de metodología PCI y VIZIR. Con las imágenes adjuntas a los manuales de métodos PCI y VIZIR se identificaron errores. A continuación, siendo el flexómetro un instrumento utilizado para medir longitudes en superficies rectas o curvas, se requiere que se registre la medida de cada defecto según su gravedad. Los defectos menores se miden con una escala graduada utilizando una escala vertical, ya que son más precisos. Finalmente, se realizaron anotaciones de cada incidente en cuanto a número y gravedad, para ser finalmente valoradas en gabinete.

3. En la **tercera** etapa, se desarrolló en la fabricación de gabinetes en los que se ha determinado el procesamiento de los datos obtenidos y se han verificado los cálculos con los análisis correspondientes. Por ello, con los manuales PCI y

VIZIR, primero calculamos los valores inferidos utilizando las gráficas establecidas para cada tipo de daño. De forma consecutiva se determina el dato máximo admisible de los productos deducidos, ya continuación, en base al importe máximo deducido corregido se obtienen los datos y finalmente se establece su valor y clasificación.

3.6 Análisis de datos

Respecto al examinar la información que se obtuvo en el estudio, se aplicó la técnica de la estadística que se representó los datos mediante tablas y gráficas. Asimismo, se utilizó hojas de cálculo del programa Microsoft Excel en concordancia con el Manual del PCI y VIZIR, los cuales son representados a través de gráficos, histogramas y tablas de registro.

3.7 Aspectos éticos

De autonomía

Según la clasificación, se realiza de acuerdo a la información solicitada, de tal forma que no será procesada en beneficio de los investigadores y se ha respetado la seguridad y privacidad de los colaboradores del presente estudio.

De beneficencia:

Se hizo con respeto a las personas, con el fin de obtener el máximo beneficio para las personas, con fiabilidad, transferibilidad y fiabilidad de los datos recolectados y estudios.

De maleficencia:

Se empleó para el estudio ejecutada, es decir no se procura hacer perjuicio a ninguna persona o algo ni se dañará la construcción.

De justicia:

Los investigadores actuaron de manera justa al realizar el estudio.

IV.RESULTADOS

La localización de la presente investigación se encuentra situada en las avenidas Huayruopata con una longitud de 3210 m. (1605 m por vía derecha e izquierda respectivamente), Manco Cápac con una longitud de 1340 m. (670 m. por vía derecha e izquierda respectivamente). y la Av. Diagonal Angamos con una longitud de 634 m. (317 m. por vía derecha e izquierda respectivamente), todas las vías se encuentran en la competencia del distrito de Wanchaq, Provincia y Departamento de Cusco.

La condición de estos sistemas está en relación directa con el tiempo de servicio que guardan, así, estructuras de pavimentos como la de la Av. Huayruopata, por ser más antiguas, son las que están colapsadas casi en su integridad, mientras que el pavimento de la Av. Manco Cápac, por ser un poco más reciente que la anterior, si bien aún no ha colapsado, presenta fallas superficiales de diversos tipos, las que en un tiempo harán que dicha capa superficial colapse.

Los pavimentos de concreto muestran claramente las fallas por fractura en los bordes de los paños, develando problemas en cuanto a pasadores y refuerzos, así como levantamientos y hundimientos de losas.

Por otra parte, el sistema de drenaje pluvial presenta graves condiciones; si bien las estructuras están construidas y se tiene acceso a sistemas colectores mayores, casi la totalidad de estos están obstruidos por fango, desechos y piedras conformando una masa compacta dura de difícil remoción, provocando inundaciones grandes en las épocas de lluvias, en las que el agua circula a través de la carpeta de rodadura ocasionando el malestar de los habitantes del lugar, peatones y conductores de autos. Este sistema es parte del problema de drenaje de toda la ciudad del Cusco, el de no contar con un sistema colector propio de agua superficial y hacerlo a través de las líneas de alcantarillado, esto produce que en las épocas de mayor intensidad pluviométrica los buzones rebalsen su nivel, provocando una inundación y malestar por malos olores en las vías.

1. Daños encontrados mediante el método PCI y VIZIR

Para el primer objetivo específico se determina las patologías en el pavimento rígido mediante los métodos PCI y VIZIR en las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. para lo cual se realizó el estudio y se procede a la identificación de cada falla con cada una de las muestras considerando las progresivas respectivas. De los resultados obtenidos los daños encontrados en la Av. Huayruropata, Av., Manco Capac y Av. Diagonal utilizando los métodos del PCI y VIZIR se detalla a continuación:

Evaluación de la superficie de rodadura de la vía estudio por PCI.

Cálculo de la condición del pavimento metodología PCI

Tabla 10. Daños y área de daños

TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA	AREA	% AREA TOTAL	% AREA DE DAÑO
Piel de cocodrilo	m ²	614.43	6.14	65.74
Exudación	m ²	21.04	0.21	2.25
Fisura de borde	M.L.	17.03	0.17	1.82
Grieta longitudinal	M.L.	708.56	7.09	75.82
Grieta transversal	M.L.	369.59	3.70	39.55
Parcheo	m ²	827.4	4.27	45.73
Huecos	un	30.6	0.30	3.22
Ahuellamiento	m ²	196.39	1.96	21.01
Pulimiento de agregados	m ²	1886.52	18.87	201.86
Fisuras parabólicas	ml	3.51	0.04	0.38
Agrietamiento en bloque	m ²	208.92	2.09	22.35
Desprendimiento de agregado	m ²	199.85	2	21.38
TOTAL		4683.30	46.83	100,00

Fuente: Elaboración propia

Para comprender estos resultados se entiende por % AREA TOTAL el porcentaje que representa cada falla sobre el área total del tramo estudiado que abarca a 31044 m² y el % del área dañado corresponde al porcentaje de cada falla sobre la totalidad del área de las fallas que corresponde a 4683.30m².

El defecto más notorio es el pulido de los agregados 201.86 debido a las repetidas cargas de tráfico, debido a que circulan muchos vehículos pesados por la zona, se puede apreciar que el daño de piel de cocodrilo es un daño mayor segundo con un 65.7%, su principio es la falla por fatiga del recubrimiento desgastado bajo la acción repetida de las cargas de tráfico. La congestión es otra falla estructural visible con una tasa del 5,73%, lo que se debe a que en estas zonas se ha sustituido una zona de pavimento por nuevos materiales para la corrección de pavimento ya disponibles. encontramos que las grietas longitudinales y transversales también son grietas más representativas con una tasa de 75.82% y 39.55%, respectivamente.

De manera similar, la tasa de fractura por agrietamiento de bloques de roca es de 22.35%, debido a cargas de tráfico y mal tiempo, el hundimiento de 21.01% es causado por hundimiento de la superficie impresa de llantas de automóviles pesados y a la separación de los agregados con 21.38' debido a la reducción del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del árido.

Evaluación de la superficie de rodadura de la vía de estudio por VIZIR.

Cálculo de la condición del pavimento metodología VIZIR

Tabla 11. Daños Tipo A y área de daños VIZIR

DAÑOS TIPO A				
TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA	AREA	% AREA TOTAL	AREA DE DAÑO
Piel de cocodrilo	m ²	614.43	6.14	65.74
Grietas longitudinales	ml	708.56	7.09	75.82
Ahuellamiento y Deformaciones	m ²	196.39	1.96	21.01
Parcheos y Baches	m ²	427.40	4.27	45.73
TOTAL, DAÑOS TIPO A		1946.79	19.47	208.31

Fuente: Elaboración propia

Las fallas Tipo A son lo más significativos e importantes en la metodología VIZIR ya que con estos daños se calculan los índices de condición del pavimento.

Tabla 12. Daños Tipo B y área de daños VIZIR

DAÑOS TIPO B				
TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA	AREA	% AREA TOTAL	AREA DE DAÑO
Grieta transversal	ml	369.58	3.70	39.55
Grieta de borde	ml	17.03	0.17	1.82
Grieta parabólica	ml	3.50	0,04	0.38
Agrietamiento en bloque	m ²	208.51	2.09	22.35
Pulimiento de agregados	m ²	1886.5	18.87	201.86
Perdida de agregado	m ²	199.85	2	21.38
Huecos	un	30.06	0,30	3.22
Exudación	m ²	21.04	0,21	2.25
TOTAL, DAÑOS B		2736.5	27.37	292.81
TOTAL, DAÑOS A Y B		4683.30	46.83	100,00

Fuente: Elaboración propia

Los defectos de tipo A más importantes son las grietas longitudinales con un 75,82%, esto se debe a la fatiga que afecta el índice de fisuración I_f , si para calcular I_s en el estado de pavimento, se puede apreciar que la piel de cocodrilo es una falla de clase A, por lo cual es el segundo tipo de falla con mas presencia en el pavimento con un 65,7 %, que es causada por la fatiga a la capa de rodadura debido a las cargas de transito aplicadas por consiguiente afecta al calcular el índice de fisuración y tiene repercusiones. El parcheo y el ahuellamiento son otras fallas estructurales de Tipo A notorias, el parcheo con una tasa de 45.7 % y el ahuellamiento con un 21.01%, en cuyo caso estos daños afectan el índice de deformación I_d para el cálculo I_s en la condición de la superficie de la carretera.

La falla tipo B más significativa es el pulido del agregados con un 201,86%. Esto no interfiere con la clasificación VIZIR porque los defectos de clase B están determinados por su estado funcional y se encuentra su eliminación en lugar de los defectos estructurales.

2. Propuesta de mejora de pavimento rígido de las Av. Huayruopata, Av. Manco Capac y Av. Diagonal

Para el segundo objetivo específico se realizó la propuesta de mejora aplicando los métodos del PCI y VIZIR para las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. Para esto se procedió a realizar diferentes tipos de estudios como son:

Estudios de suelos

Para la muestra de suelo se realizaron experimentos, se extrae de acuerdo a las características de la estructura del pavimento, que es proporcional a las propiedades físicas y resistencia del suelo de la cimentación (cimentación natural), para obtener información geotécnica, donde intentar establecer la textura dura del pavimento. Con las diferentes muestras obtenidas se realizaron ensayos con fines de clasificación, cuyo objetivo es identificar los diferentes tipos de suelo presentes en las áreas del proyecto, dichos ensayos se enumeran a continuación:

1. Análisis granulométrico: NORMAS: ASTM D-422, AASHTO T-88 INEN
2. Limite liquido: NORMAS: ASTM D-423 AASHTO T-89.
3. Limite Plástico: ASTM D-424 AASHTO T-90.

ESTUDIO GEOLOGICO

La subrasante se clasifica como CL (A-6(7)), suelo arcilloso marrón-rojizo, con 0.5% de gravas, 23% de arenas y 76.5% de finos.

Cuenta con un valor de C.B.R. de diseño de 7.7%, por lo que como subrasante tiene un comportamiento malo. Este valor de diseño se ha hallado siguiendo las recomendaciones del Instituto del Asfalto.

División Mayor		Símbolo	Nombres típicos	Criterio de clasificación en laboratorio	
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla No. 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 200.	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	Coeficiente de uniformidad C_u : mayor de 4. Coeficiente de curvatura C_c : entre 1 y 3.	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.	
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y fino.	Límites debajo de la "Línea A" y con IP mayor que 4.	Arriba de la "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
		GC	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla.	Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7.	
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 200.	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, poco o nada de finos.	Coeficiente de uniformidad C_u : mayor de 6. Coeficiente de curvatura C_c : entre 1 y 3.	
		SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, poco o nada de finos.	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA SW.	
		SM	Arenas limosas, mezcla de arena y fino.	Límites debajo de la "Línea A" y con IP mayor que 4.	Arriba de la "Línea A" y con IP entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
		SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.	Límites arriba de la "Línea A" y con IP mayor que 7.	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido menor de 50%	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	<p>Línea A = 0.73 (LL - 20) Línea U = 0.90 (LL - 8)</p>	
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arenosas o limosas.		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido mayor de 50%	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos.		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
OH		Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.			
Suelos altamente orgánicos.	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

Grafico4: Mecánica de suelos y cimentaciones (Crespo Villalaz C. 2004)

La subrasante se clasifica como un **CL**.

Clasificación AASHTO

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares (más menos del 20% por el tamaño ASTM #200)							Materiales Limo-arcillosos (más del 20% por el tamaño ASTM #200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Subgrupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM	#10	≤ 50										
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 50								
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 30	≤ 25	≤ 25	≥ 25	≥ 20	≥ 30	≥ 35
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido			≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 40
Índice de plasticidad	≤ 6		≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 11	≥ 11
Índice de grupo	0	0	0	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20				
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina		Grava y arena limosa o arcillosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CAIDAD	EXCELENTE A BUENA					ACEPTABLE A MALA						

Grafico5: clasificación de suelos por el método AASTHO

Tipo de suelo: A-6(7)

Determinación del soporte C.B.R. (Relación Californiana de Soporte)

Mediante el gráfico :

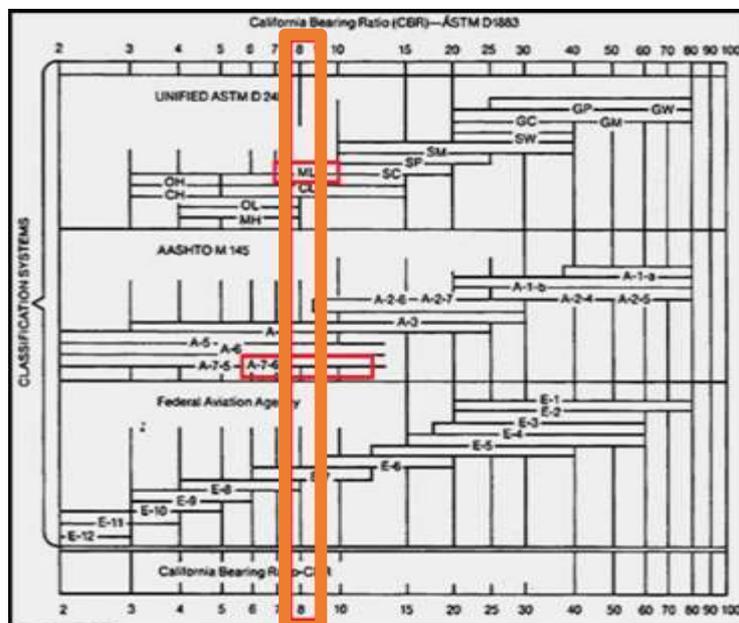


Grafico 6:Valores de CBR

Se tiene un **CBR: 7.7%**

Tabla13: Estudio de TPDA

TIPO DE VEHICULOS	A	B	C	TPDA=TPD*365		TASA ANUAL CRECIMIENTO VEHICULAR	FACTORES CRECIMIENTO (FC)		TRANSITO DE DISEÑO		FACTOR EQUIVALENTE	N° DE ESAL'S	
	TRAFICO NORMAL	TRAFICO DESVIADO	TRAFICO GENERADO	TRANSITO PROMEDIO DIARIO TPD (A+B+C)	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (D*365)		FR= $\frac{1}{(1+i)^{10}}$	FR= $\frac{1}{(1+i)^{20}}$	TRANSITO DE DISEÑO (10 AÑOS)	TRANSITO DE DISEÑO (20 AÑOS)		FACTOR CAMION N°ESAL'SIN CAMIONES	ESAL 10
LIGERADOS	16454	949	801	18204	6,644,346	2.42%	11.16	25.34	74,166,456.53	168,367,398.40	0.07	5,191,651.96	11,785,717.89
PESADOS													
Bus/Omnibus	780	139	111	1030	375,859	0.66%	10.30	21.31	3,872,205.11	8,007,205.11	0.69	2,671,821.53	5,525.314
Traylers/semi Traylers	877	97	78	1052	384,080	3.37%	11.86	28.96	4,553,995.72	11,122,020.50	2.45	11,157,265.02	27,248,950

ESAL'S =ESAL X Fd X Fc		Fd=FACTOR DE DISTRIBUCION DIRECCIONAL		DE 0.5	
		Fc=FACTOR PARA UN CARRIL POR SENTIDO		0.8	
ESAL DISEÑO(10)=	7,608,295.40				
ESAL DISEÑO(20)=	17,823,992.77				

Nuevo diseño de pavimentos rígido para los tramos que se encuentran fallados

La siguiente propuesta de diseño de pavimento serán para los tramos que presentan resultados como fallado y muy pobre que se obtuvieron mediante la metodología PCI ya que esta es la más drástica al momento de calificar las patologías del pavimento, por lo cual tenemos la Avenida Huayruropata I – subida , Avenida huayruropata I- Bajada , Avenida Huayruropata II– subida y Avenida Manco Cápac – Subida.

Para el diseño del pavimento rígido se ha utilizado el método AASHTO 93 cuya secuencia del Capítulo XIV “Pavimentos Rígidos” del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

Datos:

Conforme a los datos logrados en el estudio de tráfico, para dentro de 20 años se tiene un ESAL’s de 17823992.77, por lo que según el MTC, esta vía estaría considerada como una Tp12.

Tabla 14: Tipos y rangos de tráfico.

Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE	Rango de Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{P5}	>1'000,000 EE ≤1'500,000 EE
T _{P6}	>1'500,000 EE ≤3'000,000 EE
T _{P7}	>3'000,000 EE ≤5'000,000 EE
T _{P8}	>5'000,000 EE ≤7'500,000 EE
T _{P9}	>7'500,000 EE ≤10'000,000 EE
T _{P10}	>10'000,000 EE ≤12'500,000 EE
T _{P11}	>12'500,000 EE ≤15'000,000 EE
T _{P12}	>15'000,000 EE ≤20'000,000 EE
T _{P13}	>20'000,000 EE ≤25'000,000 EE
T _{P14}	>25'000,000 EE ≤30'000,000 EE

Fuente: MTC.

Por consiguiente, obtenemos el nivel de confiabilidad (R) y la desviación estándar normal (ZR) de acuerdo a la tabla recomendada por el MTC:

Tabla 15: Valores recomendados de R y ZR.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: MTC. Entonces: ZR: -1.282 para R = 90%

En cuanto a la desviación estándar (So) en pavimentos rígidos conforme al AASHTO indica un dato que se encuentra dentro de: $0.30 < So < 0.40$. Conforme el MTC sugiere para pavimentos rígidos un valor de $So = 0.35$.

Módulo de elasticidad (Ec) :del concreto a los 28 días

$$E_c = 57000\sqrt{f_c}$$

Para el diseño de 280 Kg/cm² que equivale a 4000psi por lo cual.
 $E_c = 3604996.533 \text{ psi}$

Tabla16 : valores de rotura de acuerdo a la clasificación funcional del camino

TIPO DE PAVIMENTO	MR RECOMENDADO	
	Kg/cm ²	psi
Autopistas	48.0	682.7
Carreteras	48.0	682.7
Zonas Industriales	45.0	640.1
Urbanas principales	45.0	640.1
Urbanas secundarias	42.0	597.4

Para el módulo de ruptura , adoptamos el valor de 597.4psi, si 280kg/cm² que equivale a 4000psi entonces :

$$S'c=597.4 \text{ psi}$$

En seguida, determinamos los datos que se emplearan para el índice de:

- serviciabilidad inicial (Pi)
- serviciabilidad final (Pt)

Y de este modo también se hallará la diferencia de serviciabilidad Δ PSI, conforme a las sugerencias del MTC.

Tabla 17: Valores recomendados para Pi y Pt.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	0.20	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	0.20	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	0.20	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.30	0.20	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC

Fuente: MTC.

Entonces:

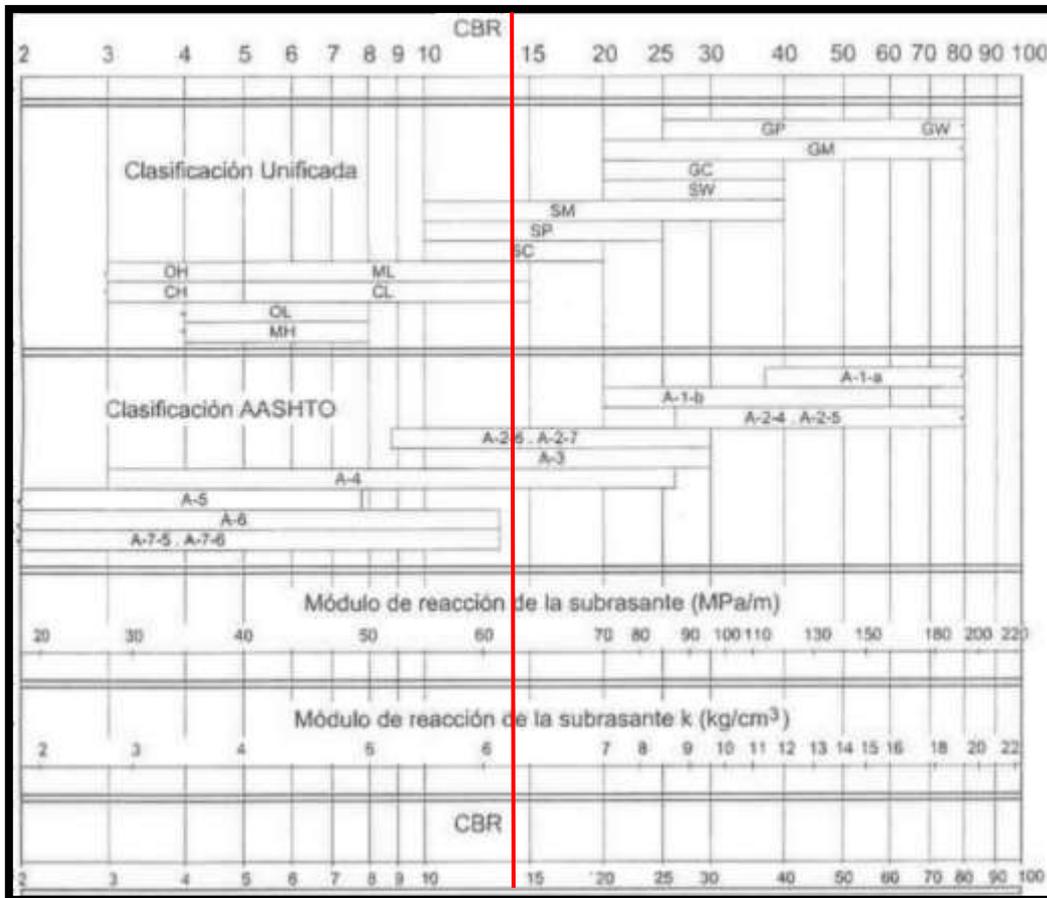
Pi = 4.50

Pt = 3.00

La diferencia de serviciabilidad es:

$$\Delta\text{PSI} = 1.50 = 14.4 \%$$

Grafico 7: Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante (Ko).



Fuente: MTC.

Teniendo como resultado un sistema de reacción de la subrasante de 63 MPa/m. Seguidamente se determinó el CBR recomendado para la subbase granular, como se puede ver en el siguiente cuadro del MTC:

Tabla 18: CBR mínimos recomendados para la subbase.

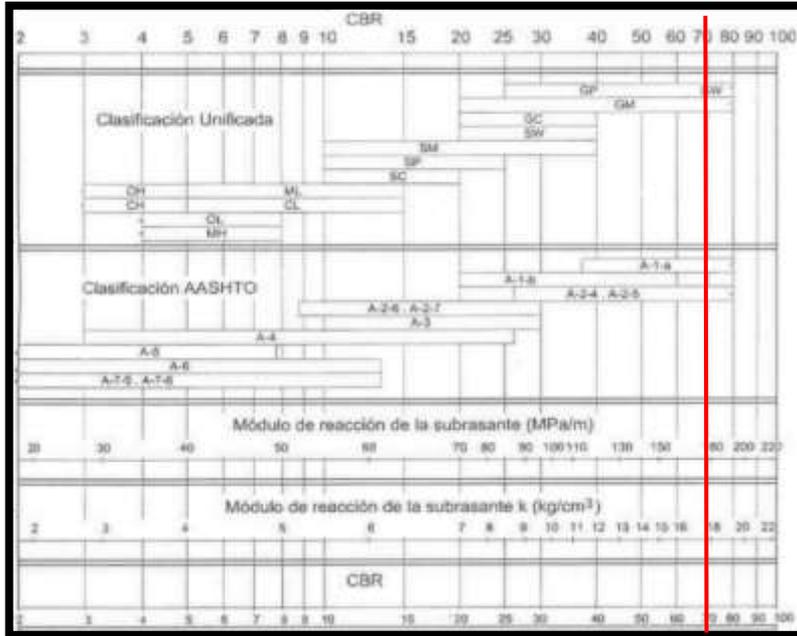
TRAFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para trafico $\leq 15 * 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40% (1)
Para trafico $\leq 15 * 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60% (1)

Fuente: MTC.

Se obtuvo un valor de CBR mínimo para la subbase de 60%, no obstante, para el presente diseño se va a optimizar con un CBR de 70%.

Por consiguiente se determina el módulo de reacción de la subbase granular (K1).

Gráfico 8: Determinación de módulo de reacción de subbase granular.



Fuente: MTC.

Entonces del gráfico anterior se tiene que $K_1=180$ MPa/m.

Por lo que, tenemos un grosor para la subbase granular (h) de 0.20m que recomienda la MTC, computarizamos el módulo de reacción combinado (K_c) mediante la siguiente formula:

$$K_c = \left(1 + \frac{h}{38}\right)^2 * \left(\frac{K}{K_0}\right)^{0.5} * K_0$$

Sustituyendo los datos anteriores resultando $K_c = 65$ MPa/m.

En lo concerniente al coeficiente de drenaje (C_d) tomamos en cuenta la indicación del MTC de :

$$C_d=1.00.$$

Para terminar procedemos a determinar el coeficiente de transmisión de carga en las juntas (J).

Tabla 19: Valores recomendados para J.

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFALTICO		CONCRETO HIDRAULICO	
VALORES J	SI(con pasadores)	NO(con pasadores)	SI(con pasadores)	NO(con pasadores)
	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Se empleara un concreto hidráulico con pasadores, por lo que poseemos un valorde J=2.8.

Ya con todos estos resultados y datos hallados se procedió a remplazarlos y aplicarlos en la formula del AASHTO 93 :

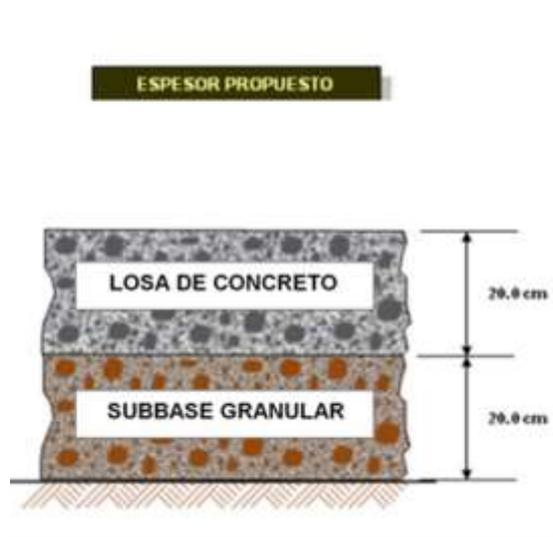
$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_o + 7.3\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32\text{Pt}) * \text{Log}_{10} \left[\frac{\text{MrCd}x(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}} \right)} \right]$$

Remplazando y calculando los datos , se obtuvo como resultado un valor de 7.29 PUL , que se multiplicara por 2.54 que es la medida de una pulgada de este modo nos da como resultado un espesor de losa de 18.5cm.

Por consiguiente el diseño del pavimento rígido quedaría como se muestra en el siguiente grafico:

Gráfico 9: Estructura pavimento rígido.

D=	7.290562765
DATOS	
NT	1.50E+05
ZR	-0.384
So	0.4
PI	4.5
PT	3.0
DPSI	1.5
Cd	1.0
Ec	3604996.533
Sc	597.4
K	480.0
J	2.8



Fuente: Elaboración Propia.

D	7.29 PUL
	18.5 cm

Se optimizo por una subbase granular de 0.20 m conforme lo indica el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC .

Y para la losa de concreto aplicando la formula ASSTHO 93 nos da como resultado una losa de 18.5 cm para optimizar utilizaremos un losa de concreto de 0.20m.

CALCULO DEL ACERO :

Anclajes de acero en juntas de pavimento: Los anclajes son barras de acero lisas, generalmente de sección transversal, colocadas en juntas con el propósito de transportar cargas y deformaciones entre losas adyacentes.

Tabla20 : Requisitos mínimos para pasadores de acero en juntas de pavimentos.

Requisitos mínimo para pasadores de acero en juntas de pavimentos			
Espesor pavimento (cm)	Diámetro el pasador (pulg)	Longitud total (cm)	Separación (cm)
10	1/2	25	30
11-13	5/8	30	30
14-15	3/4	35	30
16-18	7/8	35	30
19-20	1	35	30
21-23	1 1/8	40	30
24-25	1 1/4	45	30
26-28	1 3/8	45	30
29-30	1 1/2	50	30

Entonces se obtuvo valores de:

Diámetro de pasador : 1 pulg

Longitud total: 35cm

Separación: 30cm

3. Comparación de resultados del método PCI y VIZIR cuadro resumen de resultados PCI

Para el tercer objetivo específico se procede a realizar la comparación de los resultados obtenidos con el método PCI Y VIZIR para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco.

Tabla 21: Cuadro de resultados según el método PCI

TRAMO	PCI	CALIFICACION
AV. HUAYRURO PATA I SUBIDA	9	FALLADO
AV. HUAYRURO PATA I BAJADA	23	MUY POBRE
AV. HUAYRURO PATA II SUBIDA	4	FALLADO
AV. HUAYRURO PATA II BAJADA	36	POBRE
AV. MANCO CAPAC SUBIDA	16	MUY POBRE
AV. MANCO CAPAC BAJADA	33	POBRE
AV. DIAGONAL SUBIDA	32	POBRE
AV. DIAGONAL BAJADA	50	REGULAR
PUNTAJE FINAL DE CALIFICACION	25.37	MUY POBRE

La evaluación superficial arroja valores de los índices de condición superficial PCI para las avenidas Manco Cápac – subida 16 (muy pobre), bajada 33 (pobre); Huayruopata I – subida 9 (fallado), bajada 23 (muy pobre); Huayruopata II – subida 4 (fallado), bajada 36 (pobre); Diagonal Angamos – subida 25 (pobre) y bajada 33 (muy pobre).

El presente cuadro de los resultados de los índices de condición superficial según la metodología PCI, luego del reconocimiento de las fallas obtuvimos un puntaje final de 25.37 lo que califica como un estado de pavimento MUY POBRE.

Tabla 22: cuadro resumen de resultados VIZIR

TRAMO	VIZIR	CALIFICACION
AV. HUAYRURO PATA I SUBIDA	5	DEFICIENTE
AV. HUAYRURO PATA I BAJADA	3	REGULAR
AV. HUAYRURO PATA II SUBIDA	6	DEFICIENTE
AV. HUAYRURO PATA II BAJADA	3	REGULAR
AV. MANCO CAPAC SUBIDA	3	REGULAR
AV. MANCO CAPAC BAJADA	2	BUENO
AV. DIAGONAL ANGAMOS SUBIDA	3	REGULAR
AV. DIAGONAL ANGAMOS BAJADA	3	REGULAR
PUNTAJE FINAL DE CALIFICACION	3.13	REGULAR

La evaluación superficial arroja valores de los índices de condición superficial VIZIR para las avenidas Manco Cápac – subida 3 (regular), bajada 2 (bueno); Huayruropata I – subida 3 (regular), bajada 5 (deficiente); Huayruropata II – subida 3 (regular), bajada 3(regular); Diagonal Angamos – subida 3 (regular) y bajada 3 (regular).

Según la recolección de datos y los resultados obtenidos mediante la metodología VIZIR, obtuvimos como resultado final un puntaje de 3.13 lo que califica como un estado Regular del pavimento.

Tabla 23: comparación del método PCI Y VIZIR

TRAMO	PCI	CALIFICACION	VIZIR	CALIFICACION
AV. HUAYRURO PATA I SUBIDA	9	FALLADO	5	DEFICIENTE
AV. HUAYRURO PATA I BAJADA	23	MUY POBRE	4	REGULAR
AV. HUAYRURO PATA II SUBIDA	4	FALLADO	6	DEFICIENTE
AV. HUAYRURO PATA II BAJADA	36	POBRE	3	REGULAR
AV. MANCO CAPAC SUBIDA	16	MUY POBRE	3	REGULAR

AV. MANCO CAPAC BAJADA	33	POBRE	2	BUENO
AV. DIAGONAL SUBIDA	32	POBRE	3	REGULAR
AV. DIAGONAL BAJADA	50	REGULAR	3	REGULAR
PUNTAJE FINAL DE CALIFICACION	25.37	MUY POBRE	3.13	REGULAR

Si realizamos la comparación de las dos metodologías podemos ver como resultado un promedio prácticamente igual en el estado de las unidades de muestra, en la metodología PCI tenemos resultado una clasificación de estado Muy pobre, y en la metodología VIZIR un estado Regular.

Las técnicas utilizadas no poseen mismos parámetros de clasificación ya que se adopta nuestro valor VIZIR a PCI, por ende nuestra clasificación promedio de 3.13 la convertimos en 31.9, es un valor similar al de PCI el cual es 25.37, es decir que su diferencia se debe a que VIZIR tiene como principal parámetro los daños Tipo A, a pesar los porcentajes de estas clasificaciones no son las mismas, las mismas fueron suficientes para conseguir experimentalmente la misma categorización.

Por consiguiente, al llegar a una comparación de datos entre las técnicas estos valores determinan la necesidad de cambio de pavimento para algunos tramos de las avenidas Manco Cápac y Huayruopata y Diagonal Angamos.

V.DISCUSION

En cuanto al primer objetivo específico fue establecer las patologías en el pavimento rígido mediante los métodos PCI y VIZIR en las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco se obtuvo como resultados los diferentes tipos de fallas y daños. Para comprender estos resultados se entiende por % AREA TOTAL el porcentaje que representa cada falla sobre el área total del tramo estudiado que abarca a 31044 m² y el % del área dañado corresponde al porcentaje de cada falla sobre la totalidad del área de las fallas que corresponde a 4683.30m².

El defecto más notorio es el pulido de los agregados 201.86 debido a las repetidas cargas de tráfico, debido a que circulan muchos vehículos pesados por la zona, se puede apreciar que el daño de piel de cocodrilo es un daño mayor segundo con un 65.7%, su principio es la falla por fatiga del recubrimiento desgastado bajo la acción repetida de las cargas de tráfico. La congestión es otra falla estructural visible con una tasa del 5,73%, lo que se debe a que en estas zonas se ha sustituido una zona de pavimento por nuevos materiales para la corrección de pavimento ya disponibles. encontramos que las grietas longitudinales y transversales también son grietas más representativas con una tasa de 75.82% y 39.55%, respectivamente.

De manera similar, la tasa de fractura por agrietamiento de bloques de roca es de 22.35%, debido a cargas de tráfico y mal tiempo, el hundimiento de 21.01% es causado por hundimiento de la superficie impresa de llantas de automóviles pesados y a la separación de los agregados con 21.38' debido a la reducción del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del árido. La falla más representativo es el pulimiento de agregados con un 201.86% . Esto no interfiere con la clasificación VIZIR porque los defectos de clase B están determinados por su estado funcional y se encuentra su eliminación en lugar de los defectos estructurales.

Llegando a la conclusión que el método PCI es un método más drástico que el método VIZIR respecto a la clasificación de daños que presenta un pavimento. Briydt Chaymeth Mamani Sánchez (2019) Tesis titulada "Análisis comparativo entre el método PCI Y VIZIR para la evaluación superficial del pavimento flexible,

Tramo Ticapampa – Recuay – Ancash, 2021” . El presente estudio tuvo objetivo determinar las discrepancias entre las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible con el objetivo de buscar opciones de saneamiento para el aumento de vida útil del pavimento. Se observó la vía teniendo en cuenta la lista de daños conforme a los formatos, que usó la metodología PCI y VIZIR para confrontar los métodos y luego establecer la apreciación del pavimento. Tipo de investigación es aplicada, la población fue la vía Sierra-Norte dentro de la provincia de Recuay, Departamento de Ancash y el diseño de muestra es el tramo Ticapampa – Recuay, para el examen de los daños se hizo en tramos de longitudes de 45 m con un total de 44 tramos y siendo escogidas únicamente 12 unidades de muestra por calzada, con un total de 24 unidades de muestra a evaluar. Se concluye que existe discrepancias entre el método PCI y VIZIR puesto que el primero de estos hace un examen más detallado de los métodos.

Para el segundo objetivo específico, se hizo la propuesta de perfeccionamiento utilizando las técnicas del PCI y VIZIR para las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. Obtuvimos como resultado mediante el método PCI que el 201.86% es de pulimientos de agregados, piel de cocodrilo es el siguiente daño más significativo con 65.74%, el parcheo es otra falla con 45.73%. Observamos que las grietas longitudinales con 75.82% y transversales 39.55% .Asimismo, las fallas están en proporción media de agrietamiento en bloque con un 22.35%, ahuellamiento con un 21.01% y desprendimiento de agregados con 21.38% y se concluye que las vías mencionadas se encuentran en un mal estado por lo cual se realizó una propuesta de rediseño del pavimento , se realizó cálculos en los cuales se obtuvo mediante el estudio de suelos y el método AASHTO 93 que la capa asfáltica rígida tendrá un espesor de 0.20m al igual que la capa base también de 0.20m. Walter Hurtado Arias (2016) Tesis titulada “Estimación eficaz y estructural para establecer la avería de la estructura de la vía en la Av. Abdón Calderón, iglesia de Conocoto, cantón Quito de la provincia de Pichincha”. Su objetivo principal fue verificar la presentación de la superficie de la Av. Abdonal Calderón, a través de la evaluación y la estructura funcional, decidiendo la disminución y el

estado de la carretera. Con respecto a los objetivos específicos, observados por la permeabilidad en la superficie, determinar las diferentes fallas de asfalto; y proponer un mantenimiento adecuado al tramo estudiado. Fue de tipo descriptivo debido a que describe un fenómeno o situación específica detallando las partes más importantes, también es correlacional pues mide dos o más variables con enfoque cuantitativo. Se llegó a la conclusión de que la vía, en la mayoría de sus ramos están en pésima situación estructural. Asimismo, se debe hizo una rehabilitación completa de la vía a través de trabajos de bacheo, sello de fisuras o recapeo. Se llega a la conclusión de que ambas vías están en mal estado por lo cual la tesis del antecedente solo exige una propuesta de rehabilitación mediante el reparcheo y otros trabajos , mientras que la investigación que se realizó exige una nueva propuesta de rediseño de pavimento para los tramos fallados.

Y finalmente el último objetivo específico fue realizar la comparación de los resultados alcanzados con el método PCI Y VIZIR para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco. Cuando comparamos las dos metodologías, encontramos que hay una media casi igual del estado de las unidades de muestreo, en el método PCI el resultado del clasificador de estado muy pobre es el resultado promedio y en el método VIZIR como clasificador de estado regular, es Cabe señalar que estos dos métodos no tienen los mismos parámetros de clasificación, aplicamos nuestro valor VIZIR en PCI, con un análisis más profundo, nuestra media de 3.13 se convierte en 31.9, ya que lo vemos como un valor similar al valor de PCI de 25.37, podemos decir su diferencia es que VIZIR tiene como parámetro principal el daño clase A, aunque los porcentajes de estas clasificaciones no son los mismos, son prácticamente suficientes para obtener la misma clasificación. Judan Rulo Quispe Vera y Ayme Condor Buitron (2020). La presente investigación titula: "Condición de superficie de pavimentos Rígidos analizados mediante métodos convencionales - calles Andrés Avelino Cáceres y casa blanca, Santo Tomas, cusco-2020", tuvo como objetivo establecer la situación de nivel de pavimentos rígidos estudiados mediante métodos usualmente utilizados de la calles Andrés Avelino Cáceres y casa blanca, Santo

Tomas, Cusco 2020. Se utilizó el método Científico, de tipo de Investigación aplicada, descriptivo/ cuantitativo con un diseño no experimental- Transeccional. Obteniendo lo siguiente: 73% en VIZIR y PCI tenemos un 88%, es decir se encuentra en buen estado en los datos obtenidos. Se concluye que la condición de nivel de pavimentos rígidos por métodos úsales es de 88% en el PCI y 73% en el VIZIR, dando un resultado bueno y valioso

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó las patologías en el pavimento rígido mediante las metodologías PCI y VIZIR en las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco , como Grieta parabólica, Grieta de borde, Grieta transversal, Agrietamiento en bloque, Pulimiento de agregados, , Huecos, Pérdida de agregado y exudación.

2. Se realizó una propuesta de mejora aplicando las metodologías del PCI y VIZIR para las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco por lo que se optó utilizar una base granular de 0.20 m y una capa de pavimento rígido de 0.20m por lo que se indica utilizar para pavimentos rígidos el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

3. Luego de realizar el cotejo de los resultados derivados utilizando las metodologías PCI Y VIZIR para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruopata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco se obtiene un promedio análogo en el estado de las unidades de muestreo, en la técnica PCI dando como resultado promedio un estado muy pobre, y en la técnica VIZIR un estado regular, las dos metodologías no tienen las mismas medidas de clasificación ya que se adoptó el valor VIZIR a PCI.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar El método PCI en el mantenimiento de pavimentos es una técnica completa y efectiva porque su evaluación es aleatoria, cubre más kilómetros de carretera, a diferencia del método VIZIR donde la evaluación es continua y simple. Pero hay que tener en cuenta que a la hora de evaluar, de una forma u otra, hay que tener en cuenta el estado del pavimento, que se toma del índice de estado de la superficie, ajustado a una escala predeterminada. según la metodología utilizada.
2. Se recomienda tomar acciones respecto a las av. avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco que fueron las vías muestrales evaluadas y comparadas bajo las metodologías PCI y VIZIR, mediante PCI se determinó que necesita un rediseño de pavimento mediante la metodología VIZIR un mantenimiento rutinario. En ese sentido el gobierno debe ejecutar un plan de rehabilitación y mantenimiento de las vías; y no esperar que se deterioren parcial o totalmente el pavimento puesto que se gastaría más, ya que la pista se debe mantener adecuado y ofreciendo la seguridad, transitabilidad y confort, al peatón. Por último, después de analizar ambas técnicas se recomienda su uso tomando en cuenta las ventajas y desventajas del presente estudio.
3. Para vías con capa de rodadura rígida se recomienda utilizar la técnica del PCI, ya que abarca todos los daños, cuando se realizó la evaluación de la condición del pavimento, es PCI es la técnica más compleja y difícil es la PCI, con respecto a sus valores que tiene un rango desde 0 para una superficie de pavimento fallada hasta el valor de 100, el procesamiento de datos para obtener la clasificación de los fallas son más complicados y minuciosos esto significa que su análisis y evaluación sean más completos.

REFERENCIAS

1. AASHTO, ASTM D 6333-03, (2004). standard test method for airport pavement condition index surveys. american society for testing and materials. estados unidos.
2. Abraham, S. & Ransinchung, G. (2020). Temperature variation and stresses in unreinforced concrete pavement containing RAP. *Construction and Building Materials*, 263, 1-12.
3. Ali, B., Qureshi, L. & Khan, S. (2020). Flexural behavior of glass fiber-reinforced recycled aggregate concrete and its impact on the cost and carbon footprint of concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 262, 1-15.
4. Allende Garcia, Fabrizio (2017). evaluación comparativa de la serviciabilidad de las vías: saphi-saqsaywaman, saqsaywaman-abra ccorao, abra ccorao-ccorao y ccorao-rayaniyoc; según la determinación del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (iri).
5. Aramayo, L., Silva, C., y Fontenele, H. (2019). Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Una validación en oficina. *Revista Ingeniería de construcción*, 34 (1), 45-54.
6. Arias Gonzáles, José Luis (2018) técnicas e instrumentos de investigación científica
7. Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
8. Atarama, E. (2015). Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo proes (Tesis de Pregrado), Universidad de Piura, Piura, Perú.
9. Ayasta, W. (2018). Diseño del pavimento rígido y sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2018 (Tesis de Pregrado), Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
10. Borja, M. (2017). metodología de la investigación científica para ingenieros. chiclayo.

11. Busari, A., Dahunsi, B. & Akinmusuru, J. (2019). Sustainable concrete for rigid pavement construction using de-hydroxylated Kaolinitic clay: Mechanical and microstructural properties. *Construction and Building Materials*, 211, 408-415.
12. Carballo Barcos, M., & Guelmes Valdés; (2017). algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. *universidad y sociedad*
13. Chang, C. (2016). evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro. instituto de la construcción y gerencia. lima, Perú.
14. Chen, D., Scullion, T. & Nam, B. (2016). Characterization of structural conditions for pavement rehabilitations. *Construction and Building Materials*, 121, 664- 675.
15. Correa Vásquez, Ma Y Del Carpio Molero, Lg (2019) evaluación pci y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón los incas de piura.
16. Cortez Quezada, Mónica (2017) desarrollo de instrumentos de evaluación: pautas de observación
17. Deep, P., Andersen, M., Rasmussen, S., Thom, N., Marradi, A. & Presti, D. (2020). Evaluation of Load transfer in rigid pavements by Rolling wheel deflectometer and Falling weight deflectometer. *Transportation Research Procedia*, 45, 376–383.
19. Delbono, H. & Giudice, C. (2014). Adherence in a pavement rehabilitated with a polymeric grid used as interlayer. *Construction and Building Materials*, 54, 454–459.
20. Delgado, J. y Gonzáles, J. (2019). Diseño del pavimento en el área de movimiento del Aeropuerto Mórrope – Lambayeque (Tesis de Pregrado), Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.
21. Díaz, J. y Hacar, F. (2018). Estudio de los pavimentos de túneles carreteros: ventajas de los pavimentos de hormigón frente a los bituminosos. *Obras y Proyectos* 23, 87-95.

22. Elkholy, S., El-Ariss, B. y Galal, S. (2020). Structural performance of jointed reinforced concrete pavement slab with subbase erosion. *Structures*, 26, 982–995.
23. Espinoza Freire, Eudaldo Enrique (2019) las variables y su operacionalización en la investigación educativa. segunda parte. universidad técnica de machala.
24. Garraín, D. & Lechón, Y. (2019). Environmental footprint of a road pavement rehabilitation service in Spain. *Journal of Environmental Management*, 252, 1-11.
25. Gogollo, M. y Silva, A. (2018). Modelación numérica de pavimentos rígidos mediante modulación convencional y de losas cortas (Tesis de Posgrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
26. Hanco, H. (2016). Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
27. Hernandez Sampieri, Roberto (2017) “metodología de la investigación científica”
28. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México: Editorial McGraw-Hill – Quinta edición.
29. Hirsch, A. (2019). Valores de la ética de la investigación en opinión de académicos de posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista de la educación superior*, 48 (192), 49-66.
30. Hussain, I., Ali, B., Akhtar, T., Jameel, M. & Raza, S. (2020). Comparison of mechanical properties of concrete and design thickness of pavement with different types of fiber-reinforcements (steel, glass, and polypropylene). *Case Studies in Construction Materials*, 13, 1-10.
31. Kim, S., Cho, Y. & Lee, J. (2020). Advanced reinforced concrete pavement: Concept and design. *Construction and Building Materials*, 231, 1-14.
32. Korochkin, A. (2018). Impact of rigid pavements with the asphalt-concrete wearing course on road performance and traffic safety. *Transportation Research Procedia*, 36, 315-319.

33. Lee, J. & Madanat, S. (2015). A joint bottom-up solution methodology for system-level pavement rehabilitation and reconstruction. *Transportation Research*, 78, 106-122.
34. Leiva, F., Pérez, E., Aguiar, J. y Loría, L. (2017). Modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición del pavimento. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32 (1), 37-46.
35. Medina Ramírez, José Ever. (2019). "evaluación del pavimento flexible mediante método del pci para mejorar la transitabilidad en principales calles de urbanización la primavera - chiclayo"
36. Mehta, Y., Cleary, D. & Ali, A. (2017). Field cracking performance of airfield rigid pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4 (4), 380- 387.
37. Menedez, G..(2016).microzonificación de la ciudad del cusco..
38. Miranda, r. (2016). deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. (tesis para optar el título de ingeniería civil). universidad austral de chile. santiago. valdivia.
39. Monje, a., & alvarez, c. (2020). metodología de la investigacion cuantitativa y cualitativa: guia didactica. obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
40. Mora, A. y Argüelles, C. (2015). Diseño de pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Gongora, Municipio de Honda – Tolima (Tesis de Posgrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
41. Moran Delgado, G., & Alvarado Cervantes, d. (2017). métodos de investigacion. mexico: pearson educación. obtenido de <https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado->
42. Nova, J. (2017). Propuesta de rehabilitación del pavimento rígido en la Calle 127Dentre carreras 93F y carrera 96 Barrio El Rubi, de la localidad de Suba- Bogotá (Tesis de Posgrado), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

43. Ortiz, B. y Tocto, E. (2018). Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido paratransitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta
44. Ospina, J. (2018). Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima (Tesis de Posgrado), Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué, Colombia.
45. Pacheco, R., Cerro, E., Escolano, F. & Varela, F. (2018). Fatigue performance of waste rubber concrete for rigid road pavements. *Construction and Building Materials*, 176, 539–548.
46. Pandey, A. & Kumar, B. (2020). A comprehensive investigation on application of microsilica and rice straw ash in rigid pavement. *Construction and Building Materials*, 252, 1-24.
47. Páucar, E. (2019). Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
48. Perez Escobar, Carlos (2017). proceso de technical solution (ts). obtenido de <https://asprotech.blogspot.com/2010/08/resumen-de-solucion-tecnica.html>
49. Ramos Núñez, F (2016) título: “estudio de los daños del pavimento rígido en algunas calles de los barrios laguito, castillogrande y bocagrande en zonas freaticas altas en la ciudad de cartagena”.
50. Rasol M., Perez, V., Fernandes F., Pais J., Santos, S., Santos, C. & Sossa, V. (2020). GPR laboratory tests and numerical models to characterize cracks in cement concrete specimens, exemplifying damage in rigid pavement. *Measurement*, 158, 1-11.
51. Rasol, M., Pérez, V., Solla, M., Pais, J., Fernandes, F. & Santos, C. (2020). An experimental and numerical approach to combine Ground Penetrating Radar and computational modeling for the identification of early cracking in cement concrete pavements. *NDT and E International*, 115.
52. Rezaei, A., Kaya, O., Ceylan, H., Kim, S., Gopalakrishnan, K. & Brill, D. (2017). Development of Rapid Three-dimensional Finite-Element

Based Rigid Airfield Pavement Foundation Response and Moduli Prediction Models. *Transportation Geotechnics*, 13, 81-91.

53. Rodríguez, M., Thenoux, G. y González, A. (2016). Determinación probabilística del tiempo de servicio de estructuras de pavimentos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 31 (1), 83-90.

54. Sabih, G. & Tarefder, R. (2018). Characterizing strength and thermal properties of concrete for implementation of pavement mechanistic-empirical design in New Mexico. *Transportation Geotechnics*, 15, 20-28.

55. Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018 (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.

56. Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A. & Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7 (5), 629-638.

57. Sierra Bravo, R. (2016). técnicas de investigación social: teoría y práctica. madrid: paraninfo. obtenido de sierra, restituto

58. Solano, B. (2014). Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el Jirón Junín de la Ciudad de Jaén- Cajamarca (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

59. Solminihac, H. (2018). gestión de infraestructura vial. santiago de chile. editorial ucch.

60. Vivar, G. (2017). diseño y construcción de pavimentos. 2da edición. Perú: colegio de ingenieros del Perú.

ANEXOS

Operacionalización de la variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicadores
V. Dependiente Propuesta de mejora	Huilcapi y Pucha (2015) indican que: la evaluación superficial de pavimento consiste en realizar un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del pavimento, de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos Robles (2015) manifiesta que el método de índice de condición del pavimento (PCI) es un índice numérico que clasifica la superficie condiciones del pavimento, varía desde (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta (100) para un pavimento en perfecto estado. Huilcapi y Pucha (2015) indica que el VIZIR es un sistema de evaluación visual de fácil aplicación, clasifica los deterioros en dos categorías: fallas estructurales y funciones de los pavimentos flexibles y cada defecto tiene tres severidades (baja=1, media=2 y alta= 3)	Las fallas de los pavimentos serán encontradas, medidas y evaluadas para poder determinar sus grados de severidad, así como efecto en la función que cumplen. De este modo Mediante estos métodos mediré el nivel de irregularidad y el estado operacional del pavimento, de esta forma me permitirá cuantificar la integridad estructural de una forma indirecta, por medio del índice de condición del pavimento y de visión e inspección	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo Baches Exudación Fisuras Hundimiento
			Índice estructural del pavimento	Rango de calificación del PCI
			Índice de deterioro superficial	Rango de calcificación VIZIR

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuál es el estado de los pavimentos rígidos evaluados por el método PCI Y VIZIR de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco?	Realizar la propuesta de mejora aplicando los métodos PCI y VIZIR sobre el pavimento rígido de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco	El pavimento rígido de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco se encuentra en estado regular.	Variable Propuesta de mejora	- Tipo: Aplicada
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS			- Diseño: No experimental
¿Cuáles son los daños del pavimento rígido de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco?	Determinar las patologías en el pavimento rigido mediante los métodos PCI y VIZIR en las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco			- Nivel: Descriptivo
¿Qué tipo de intervención se requiere para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco?	Realizar la propuesta de mejora aplicando los métodos del PCI y VIZIR para las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco.			- Población: Av. Huayruropata, Av. Manco Cápac y la Av. Diagonal Angamos
¿Qué diferencia existió entre los métodos PCI y VIZIR aplicados para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco?	Realizar la comparación de los resultados obtenidos con el método PCI Y VIZIR para la mejora del pavimento rígido de las avenidas Huayruropata, Manco Cápac y Diagonal Angamos en el distrito de Wanchaq Cusco			- Instrumento: Ficha de observación Revisión documentaria



GEOTECNIA ESPECIALIZADA S.A.C
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN

INFORME GEOTÉCNICO



PROYECTO: " PLANTEAMIENTO DE MEJORA POR LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR EN LAS AVENIDAS MANCO CAPAC HUAYRUOPATA Y DIAGONAL ANGAMOS, CUSCO 2022"

SOLICITANTE:

- EPIFANIO JIMENEZ CJURO
- MADOLYN VIVANCO HUAYHUA

UBICACION:

DIRECCION: AV. MANCO CAPAC, AV. HUAYRUOPATA Y DIAGONAL
ANGAMOS

DISTRITO : WANCHAQ
PROVINCIA : CUSCO
REGION : CUSCO

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP- N° 184003

FECHA: MAYO 2022

Dirección: Psje. San Pedro H-2 lote 14 Urb. Ttio – Wánchaq - Cusco
Celular: 941234662 – Correo: geoesperu@gmail.com



RESUMEN DE ESTUDIO DE SUELOS Y PARAMETROS DE DISEÑO

(Para ser considerada en el plano de pavimentación)

PROYECTO: " PLANTEAMIENTO DE MEJORA POR LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR EN LAS AVENIDAS MANCO CAPAC HUAYRUOPATA Y DIAGONAL ANGAMOS, CUSCO 2022"

UBICACION: AV. MANCO CAPAC, AV. HUAYRUOPATA Y DIAGONAL ANGAMOS; WANCHAQ -CUSCO-CUSCO.

FECHA: MAYO 2022

CAICATA	C-01	C-02
CLASIFICACION S.U.C.S	CL	CL
CLASIFICACION ASTHOO	A-6(5)	A-6(5)
% GRAVAS	4.86%	6.61%
% ARENA	26.20%	27.96%
% FINOS	66.26%	68.94%
LIMITE LIQUIDO	28.61%	27.96%
INDICE DE PLASTICIDAD	13.10%	11.47%
HUMEDAD NATURAL	13.54%	112.56%
DENSIDAD MAX.	1.90 gr/cm ³	1.93 gr/cm ⁴
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMO	11.50%	10.68%
CBR 95%	7.70%	7.68%

➤ **CONCLUSIONES:**

- No se evidencio nivel freático a la profundidad de excavación.
- El tipo de suelo es Arcilla de baja plasticidad arenosa **(CL)**.

➤ **RECOMENDACIONES:**

- Se debe tener cuidado con la Humedad Óptima obtenida en el ensayo de Proctor Modificado, solo se puede variar en el siguiente rango: Humedad Óptima ± 2%.


Ing. Emilio Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES
CIP- Nº 184003

Cuadro 02

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Huayruopata I - subida.

Huayruopata I - subida				
TRAMO	VDT	VDC	PCI	ESTADO
Km 00+675 al 00+705	402.30	92.00	8	fallado
Km 00+855 al 00+885	319.45	86.00	14	muy pobre
Km 01+067 al 01+097	234.60	91.00	9	fallado
Km 01+215 al 01+245	365.70	92.00	8	fallado
Km 01+305 al 01+335	389.55	88.00	12	muy pobre
Km 01+425 al 01+455	463.75	100.00	0	fallado
PCI PROMEDIO			9	fallado

Cuadro 03

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Huayruopata I - bajada.

Huayruopata I - bajada				
TRAMO	VDT	VDC	PCI	ESTADO
Km 00+765 al 00+795	169.85	75.70	24	muy pobre
Km 00+825 al 00+855	172.65	85.00	15	muy pobre
Km 01+065 al 01+095	98.65	62.00	38	pobre
Km 01+185 al 01+215	108.85	67.75	32	pobre
Km 01+275 al 01+305	197.55	87.00	13	muy pobre
Km 01+365 al 01+395	213.60	83.00	17	muy pobre
PCI PROMEDIO			23	muy pobre

Cuadro 04

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Huayruopata II - subida.

Huayruopata II - subida				
TRAMO	VDT	VDC	PCI	ESTADO
Km 01+605 al 01+635	529.05	100.00	0	fallado
Km 01+755 al 01+785	729.10	100.00	0	fallado
Km 01+845 al 01+875	433.85	89.00	11	muy pobre
Km 01+965 al 01+995	493.65	100.00	0	fallado
Km 02+085 al 02+115	353.25	93.00	7	muy pobre
Km 02+145 al 02+175	266.35	95.00	5	fallado
PCI PROMEDIO			4	fallado

Cuadro 05

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Huayruopata II - bajada.

Huayruopata II - bajada				
TRAMO	VDT	VDC	PCI	ESTADO
Km 01+515 al 01+545	161.15	73.00	27	pobre
Km 01+725 al 01+755	160.25	77.00	23	muy pobre
Km 01+815 al 01+845	142.35	66.50	33	pobre
Km 01+995 al 02+025	111.20	64.00	36	pobre
Km 02+085 al 02+115	71.65	33.00	67	bueno
Km 02+205 al 02+235	136.35	70.00	30	pobre
PCI PROMEDIO			36	pobre

Cuadro 06

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Manco Cápac - subida.

Manco Cápac - subida			
TRAMO	TDV	PCI	ESTADO
Km 00+120 al 00+160	76.00	24	muy pobre
Km 00+200 al 00+240	92.00	8	fallado
Km 00+360 al 00+400	98.00	2	fallado
Km 00+520 al 00+560	65.00	35	pobre
Km 00+600 al 00+640	87.00	13	muy pobre
PCI PROMEDIO		16	muy pobre

Cuadro 07**Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Manco Cápac - bajada.**

Manco Cápac - bajada			
TRAMO	TDV	PCI	ESTADO
Km 00+120 al 00+160	49.00	51	regular
Km 00+200 al 00+240	78.00	22	muy pobre
Km 00+360 al 00+400	90.00	10	fallado
Km 00+480 al 00+520	52.00	48	regular
Km 00+560 al 00+600	68.00	32	pobre
PCI PROMEDIO		33	pobre

Cuadro 08

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Diagonal Angamos - subida.

Diagonal Angamos - subida			
TRAMO	TDV	PCI	ESTADO
Km 02+315 al 02+355	43.00	57	regular
Km 02+355 al 02+395	14.00	86	excelente
Km 02+420 al 02+460	18.00	82	muy bueno
Km 02+480 al 02+520	14.00	86	excelente
PCI PROMEDIO		78	muy bueno

Cuadro 09

Valor del PCI para pavimentos de concreto Av. Diagonal Angamos - bajada.

Diagonal Angamos - bajada			
TRAMO	TDV	PCI	ESTADO
Km 02+275 al 02+315	34.00	66	bueno
Km 02+365 al 02+405	8.00	92	excelente
m 02+420 al 02+460	8.00	92	excelente
Km 02+520 al 02+560	4.00	96	excelente
PCI PROMEDIO		87	excelente



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Huayruropata I – bajada Comprendida entre el Jr. Esplinar -Jr. tomasa Tito condemayta	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga
Fecha:	03/05/2022	Piel De Cocodrilo
Ancho de la vía: 6.0 m		Bacheos Y Parcheos
Long. Unidad = 800 m	Área de muestra: 4800 m ²	Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT)
ESQUEMA		Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ)
		Fisura De Construcción Térmica (FCT)
		Fisura Parabólica (FP)
		Fisura de borde(FB)
		Ojo de pescado (O)
		Desplazamiento Abultamiento O
		Ahuellamiento De Mezcla (DM)
		Perdida De La Película Del Ligante (PL)
		Perdida del agregado(PA)
		Descascaramiento (D)
		Pulimiento De Agregados (PA)
		Exudación (EX).
		Afloramiento De Mortero (AM)
		Afloramiento De Agua (AA)
		Desintegración De Bordes De Pavimento (DB)
		Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB).
Erosión De Las Bermas (EB)		
Segregación (S)		

FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+120 PRO 0+160	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento(Id)	L	25	10.42
	2. Grietas longitudinales por fatiga	L	26	10.83
	4. bacheos y parcheos	M	5	2.08
	9. fisura de borde (FB)	M	2	0.83

CALCULO DE Is

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
2	2	2	2	4	1	5



Ing. Willy B. Tecs Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP: 189579



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Ever Ernesto Pareja Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP: 254395

Ing. José Valencia
INGENIERO CIVIL
CIP: 181431

Resultados de método VIZIR



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayrupata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Huayrupata I - subida Comprendida entre el Jr. tomasa tito condemayta - Jr. Espinar	Esquema:
-------------------	--	----------

Evaluated por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga
----------------	---	--

Fecha:	03/05/2022	Piel De Cocodrilo
--------	------------	-------------------

Ancho de la vía:	6.0 m	Bacheos Y Parcheos
------------------	-------	--------------------

Long. Unidad = 800 m	Área de muestra: 4800 m ²	Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT)
----------------------	--------------------------------------	---



- Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ)
- Fisura De Construcción Térmica (FCT)
- Fisura Parabólica (FP)
- Fisura de borde (FB)
- Ojo de pescado (O)
- Desplazamiento Abultamiento O
- Ahuellamiento De Mezcla (DM)
- Perdida De La Película Del Ligante (PL)
- Perdida del agregado (PA)
- Descascaramiento (D)
- Pulimiento De Agregados (PA)
- Exudación (EX)
- Afloramiento De Mortero (AM)
- Afloramiento De Agua (AA)
- Desintegración De Bordes De Pavimento (DB)
- Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB)
- Erosión De Las Bermas (EB)
- Segregación (S)

PROGRESIV A	TIPO DE FALLA	SEVERIDA D	A.TOTAL (M2)	DENSI DAD %
PRO 0+60 PRO 0+100	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento (ld)	L	35	14.58
	2. Grietas longitudinales por fatiga	L	4	1.67
	4. bacheos y parcheos	M	7	2.92

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCI ON	Is
1	1	2	2	3	0	3

[Signature]
Ing. Valery Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP. 181431

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
[Signature]
Ing. Evert Ernesto Pareja Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. 254395

[Signature]
Ing. José V. Valencia Vera
INGENIERO CIVIL
CIP. 181431



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Huayruropata II – bajada Comprendida entre el Jr 24 de Junio- Jr. Esplanar	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga
Fecha:	03/05/2022	Piel De Cocodrilo
Ancho de la vía:	6.0 m	Bacheos Y Parcheos
Long. Unidad = 800 m	Área de muestra: 4800 m ²	Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT)

ESQUEMA



- Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ)
- Fisura De Construcción térmica (FCT)
- Fisura parabólica (FP)
- Fisura de borde(FB)
- Ojo de pescado (O)
- Desplazamiento Abultamiento O
- Ahuellamiento De Mezcla (DM)
- Perdida De La película Del Ligante (PL)
- Perdida del agregado(PA)
- Descascaramiento (D)
- Pulimiento De Agregados (PA)
- exudación (EX).
- Afloramiento De Mortero (AM)
- Afloramiento De Agua (AA)
- Desintegración De Bordes De Pavimento (DB)
- Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB).
- Erosión De Las Bermas (EB)
- segregación (S)

FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+250 PRO 0+290	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento(ld)	L	30	12.50
	2. Grietas longitudinales por fatiga	L	8	3.33
	3. piel de cocodrilo	M	2	0.83

CALCULO DE Is

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1		2				
	1		2	3	0	3



Ing. Willy B. Ticsi Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP. 189579



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Everi Ernesto Pajaja Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. 254395



Ing. José V. Valencia
INGENIERO CIVIL
CIP. 181431



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Huayruropata II – subida Comprendida entre el Jr. Espinar-Jr 24 de Junio	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga Piel De Cocodrilo Bacheos Y Parcheos
Fecha:	03/05/2022	Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT) Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ) Fisura De Construcción térmica (FCT) Fisura parabólica (FP) Fisura de borde(FB) Ojo de pescado (O) Desplazamiento Abultamiento O Ahuellamiento De Mezcla (DM) Perdida De La película Del Ligante (PL) Perdida del agregado(PA) Descascaramiento (D) Pulimento De Agregados (PA) exudación (EX). Afloramiento De Mortero (AM) Afloramiento De Agua (AA) Desintegración De Bordes De Pavimento (DB) Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB). Erosión De Las Bermas (EB) segregación (S)
Ancho de la vía:	6.0 m	
Long. Unidad = 800 m	Área de muestra: 4800 m2	

ESQUEMA



FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+190 PRO 0+230	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento(ld)	L	26	10.83
	2. Grietas longitudinales por fatiga	L	12	5.00
	4. bacheos y parcheos	M	4	1.67
	9. fisura de borde (FB)	M	6	2.50

CALCULO DE Is

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3



Ing. Willy B. Torres Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP: 189579



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Ever Ernesto Pareja Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. 254395

Ing. José V. Valoncia Ver
INGENIERO CIVIL
CIP: 181431



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Manco Cápac – Subida Comprendida entre el Jr 24 de Junio- Jr.Huascar	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga Piel De Cocodrilo Bacheos Y Parcheos
Fecha:	03/05/2022	Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT) Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ) Fisura De Construcción térmica (FCT) Fisura parabólica (FP) Fisura de borde(FB) Ojo de pescado (O) Desplazamiento Abultamiento O Ahuellamiento De Mezcla (DM) Perdida De La película Del Ligante (PL) Perdida del agregado(PA) Descascaramiento (D) Pulimiento De Agregados (PA) exudación (EX). Afloramiento De Mortero (AM) Afloramiento De Agua (AA) Desintegración De Bordes De Pavimento (DB) Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB). Erosión De Las Bermas (EB) segregación (S)
Ancho de la vía:	6.0 m	
Long. Unidad = 670 m	Área de muestra: 4020 m2	
ESQUEMA		

FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+370 PRO 0+410	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento(ld)	L	18	7.50
	3. Piel de cocodrilo	M	7	2.92
	4. Bacheos y parcheos	L	6	2.50

CALCULO DE Is

lf	lf-Tramo	ld	ld-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1		1				
	1		1	2	0	2



Ing. Willy B. Csi Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP: 189579



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Everi Ernesto Pareja Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP: 254395

Ing. José Y. Valencia Vera
INGENIERO CIVIL
CIP: 181431



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac Comprendida entre el, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Manco Cápac – Bajada Comprendida entre el Jr.Huascar -Jr 24 de junio	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epfanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga Piel De Cocodrilo Bacheos Y Parcheos Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT) Fisura Transversal Junta De Construcción. (FLJ) Fisura De Construcción térmica (FCT) Fisura parabólica (FP) Fisura de borde(FB) Ojo de pescado (O) Desplazamiento Abultamiento O Ahuellamiento De Mezcla (DM) Perdida De La película Del Ligante (PL) Perdida del agregado(PA) Descascaramiento (D) Pulimiento De Agregados (PA) exudación (EX). Afloramiento De Mortero (AM) Afloramiento De Agua (AA) Desintegración De Bordes De Pavimento (DB) Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB). Erosión De Las Bermas (EB) segregación (S)
Fecha:	03/05/2022	
Ancho de la vía:	6.0 m	
Long. Unidad =	670 m	Área de muestra: 4020 m2
ESQUEMA		

FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+310 PRO 0+350	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento(ld)	L	32	13.33
	3. piel de cocodrilo	M	5	2.08
	4. bacheos y parcheos	L	4	1.67

CALCULO DE Is

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3



Ing. Willy V. Acevedo Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP: 189579



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Ever Ernesto Pareja Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP: 254395



Ing. José V. Valoncia Vera
INGENIERO CIVIL
CIP: 181431



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayrupata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Diagonal Angamos – Bajada Comprendida entre el Av. La cultura -Jr.tomas titto condemayta	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga Piel De Cocodrilo Bacheos Y Parcheos Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT) Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ) Fisura De Construcción térmica (FCT) Fisura parabólica (FP) Fisura de borde(FB) Ojo de pescado (O) Desplazamiento Abultamiento O Ahuellamiento De Mezcla (DM) Perdida De La película Del Ligante (PL) Perdida del agregado(PA) Descascaramiento (D) Pulimiento De Agregados (PA) exudación (EX). Afloramiento De Mortero (AM) Afloramiento De Agua (AA) Desintegración De Bordes De Pavimento (DB) Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB). Erosión De Las Bermas (EB) segregación (S)
Fecha:	03/05/2022	
Ancho de la vía:	6.0 m	
Long. Unidad =	317 m	Área de muestra: 1902 m2
ESQUEMA		

FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+500 PRO 0+540	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento(Ld)	L	28	11.67
	2. Grietas longitudinales por fatiga	M	9	3.75
	3. Piel de cocodrilo	M	3	1.25

CALCULO DE Is

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3



Willy Torres Gonzales
Ing. Willy Torres Gonzales
INGENIERO CIVIL
CIP. 189579



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ernesto Bareja Quispe
Ing. Ernesto Bareja Quispe
INGENIERO CIVIL

José V. Valencia Vera
Ing. José V. Valencia Vera
INGENIERO CIVIL
CIP. 181431



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-VIZIR

Planteamiento de mejora por los métodos PCI y VIZIR en las Avenidas Manco Capac, Huayruropata y Diagonal Angamos, Cusco 2022

Nombre de la vía:	Av. Diagonal Angamos – Subida Comprendida entre el Jr. Tomasa Tito Condemayta - Av. La cultura	Esquema:
Evaluado por:	Jimenez Cjuro, Epifanio Vivanco Huayhua, Madolyn	Ahuellamiento, Depresión Y Hundimiento (Ld) Grietas Longitudinales Por Fatiga
Fecha:	03/05/2022	Piel De Cocodrilo
Ancho de la vía:	6.0 m	Bacheos Y Parcheos
Long. Unidad = 317 m	Área de muestra: 1902 m ²	Fisura Longitudinal Junta De Construcción (FLT)
ESQUEMA		Fisura Transversal Junta De Construcción (FLJ)
		Fisura De Construcción térmica (FCT)
		Fisura parabólica (FP)
		Fisura de borde (FB)
		Ojo de pescado (O)
		Desplazamiento Abultamiento O
		Ahuellamiento De Mezcla (DM)
		Perdida De La película Del Ligante (PL)
		Perdida del agregado (PA)
		Descascaramiento (D)
		Pulimiento De Agregados (PA)
		exudación (EX).
		Afloramiento De Mortero (AM)
		Afloramiento De Agua (AA)
		Desintegración De Bordes De Pavimento (DB)
		Escalonamiento Entre Calzada Y Berma (ECB).
Erosión De Las Bermas (EB)		
segregación (S)		

FALLAS EXISTENTES

PROGRESIVA	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	A.TOTAL (M2)	DENSIDAD %
PRO 0+570 PRO 0+610	1. Ahuellamiento, depresión y hundimiento (ld)	M	24	10.00
	2. Grietas longitudinales por fatiga	L	10	4.17
	3. piel de cocodrilo	M	4	1.67
	4. bacheos y parcheos	M	3	1.25

CALCULO DE Is

If	If-Tramo	Id	Id-Tramo	1RA CALIF	CORRECCION	Is
1	1	2	2	3	0	3

Ing. Willy B. Escobar Gonzales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 189579

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Evert Ernesto Pareja Quispe
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 254395

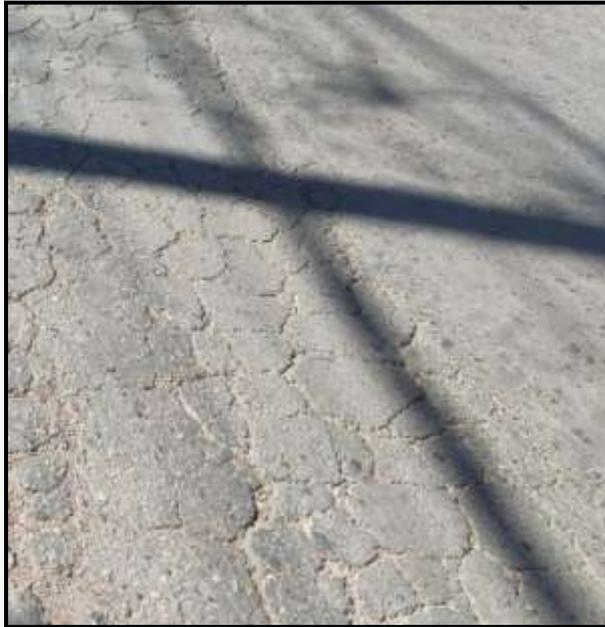
Ing. José V. Valencia Ver
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 181431



Anexo 1. Medición de las fallas en el pavimento



Anexo 2. Tipo de falla de grieta longitudinal



Anexo 3: Tipo de falla Piel de cocodrilo



Anexo 4 : Tipo de falla fisura de borde



Anexo 5: Tipo de falla parabólica



Anexo 6: Tipo de falla de pulimiento de agregados



Anexo 7: Medicion de fallas



Anexo 8: Tipo de falla de huecos



Anexo 9: Medicion de fallas de huecos



Anexo 10: Tipo de falla de grieta transversal



Anexo 11: Medición de las fallas



Anexo 12: tipo de falla de pérdida de agregados



Anexo13: Medicion de la falla Agrietamiento en bloque



Anexo13: Identificacion de fallas y toma de datos