



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Influencia de los factores externos del pavimento flexible en su ciclo
de vida útil, carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Quilla Chahuara, Over Hidalgo (ORCID: 0000-0002-0698-9935)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios, por darme las fuerzas necesarias para realizar esta tesis, a mis madres Lucy Chahuara y Heidy Aquino, que han sabido darme su ejemplo y por haber sido mi apoyo a lo largo de mi vida y han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado mucho para seguir adelante en momentos difíciles.

Quilla Chahuara, Over Hidalgo

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme por el buen camino siempre, a mi familia por su apoyo constante y desinteresado. Así también, agradezco a mi asesor de tesis Mg. Canta Honores, Jorge Luis por todos sus consejos y ayuda para realizar la presente tesis de investigación.

Quilla Chahuara, Over Hidalgo

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y Diseño de investigación	26
3.2. Variable y Operacionalización.	27
3.3. Población, Muestra y muestreo	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5. Procedimientos	34
3.6. Método de Análisis de datos	85
3.7. Aspectos éticos	85
IV. RESULTADOS.....	86
V. DISCUSIÓN	101
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES	107
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS.....	114

Índice de tablas

Tabla 1: Categorías de la Subrasante.....	16
Tabla 2: Clasificación de condición de pavimento PCI.....	21
Tabla 3: Dimensiones Variable Independiente.....	25
Tabla 4: Dimensiones de la Variable Dependiente.....	25
Tabla 5: Variable de estudio en propuesta de hipótesis.....	27
Tabla 6: Operacionalización de Variables de la Investigación.....	28
Tabla 7: Coordenadas geográficas y coordenadas UTM de la Muestra.....	31
Tabla 8: Coordenadas geográficas y coordenadas UTM del Muestreo.....	32
Tabla 9: Lista de formatos de recolección de datos.....	33
Tabla 10: Lista de ficha de recolección de datos.....	33
Tabla 11: Cronograma de desarrollo mensual por etapas.....	35
Tabla 12: Resumen del Índice medio diario semanal (IMDs).....	37
Tabla 13: Resultados de estudio de tráfico de vehículos livianos el (IMDs).....	38
Tabla 14: Resultados de estudio de tráfico de vehículos pesados el (IMDs).....	39
Tabla 15: Factor de corrección estacional por peajes.....	40
Tabla 16: Resultados del (IMDa) de vehículos livianos peaje - Ayaviri.....	40
Tabla 17: Resultados del (IMDa) de vehículos pesado peaje - Ayaviri.....	41
Tabla 18: Resultados del (IMDa) de vehículos livianos peaje – San Antón.....	41
Tabla 19: Resultados del (IMDa) de vehículos pesado peaje – San Antón.....	41
Tabla 20: Formato de recolección de datos (ficha patrón).....	42
Tabla 21: Longitud de unidades de muestreo.....	43
Tabla 22: Recolección de Datos del carril Derecho.....	46
Tabla 23: Recolección de Datos del carril Izquierdo.....	47
Tabla 24: Determinación de la densidad (%) en el carril carril Derecho.....	48
Tabla 25: Determinación de la densidad (%) en el carril Izquierdo.....	48
Tabla 26: Valores deducidos corregido en el carril derecho.....	54
Tabla 27: Valores deducidos corregido en el carril izquierdo.....	54
Tabla 28: Resultados del PCI y clasificación del pavimento carril derecho.....	55
Tabla 29: Resultados del PCI y clasificación del pavimento carril derecho.....	56
Tabla 30: Resumen del promedio del PCI de ambos carriles.....	56
Tabla 31: Cuadro de factores de vehículos del IMDa.....	57

Tabla 32: Calculo de ESALs actual del pavimento flexible	58
Tabla 33: Recolección de datos carril izquierdo de la carretera Calapuja – Juliaca	60
Tabla 34: Recolección de datos carril derecho de la carretera Calapuja – Juliaca	61
Tabla 35: Resultados de sin corregir al Do, D25, D75 del carril izquierdo.....	63
Tabla 36: Resultados de sin corregir al Do, D25, D75 del carril derecho	64
Tabla 37: Resultados de factor de corrección por temperatura del carril izquierdo	65
Tabla 38: Resultados de factor de corrección por temperatura del carril derecho	66
Tabla 39: Resultados del cálculo de radio de curvatura del carril izquierdo	68
Tabla 40: Resultados del cálculo de radio de curvatura del carril derecho.....	69
Tabla 41: Recolección de datos en campo de temperatura del carril Izquierdo ...	74
Tabla 42: Recolección de datos en campo de temperatura del carril derecho.	75
Tabla 43: Resultados de las deflexiones corregida y radio de curvatura del carril izquierdo	77
Tabla 44: Resultados de las deflexiones corregida y radio de curvatura del carril derecho.....	78
Tabla 45: Resultado de la Influencia del tráfico.	86
Tabla 46: Resultado del comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril izquierdo	88
Tabla 47: Resultado del comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril derecho.....	89
Tabla 48: Resultado del comportamiento de la temperatura y la deflexión del carril izquierdo	92
Tabla 49: Resultado del comportamiento de la temperatura y la deflexión del carril izquierdo	93
Tabla 50: Resultado estadístico de la prueba de normalidad factor de trafico	96
Tabla 51: Resultado análisis de varianza (ANOVA) PCI	97
Tabla 52: Resultado estadístico de la prueba de normalidad factor de carga	98
Tabla 53: Resultado de la contrastación de hipótesis del factor carga.....	99
Tabla 54: Resultado estadístico de la prueba de normalidad factor climático	99
Tabla 55: Resultado de la contrastación de hipótesis del factor climático	100

Índice de figuras

Figura 1: Situación Actual de la Carretera Juliaca - Calapuja.....	4
Figura 2: Estructura del Pavimento.	14
Figura 3: Estructura de Pavimento Flexible.....	14
Figura 4: Ciclo de vida Útil del pavimentos.....	16
Figura 5: Etapas del Ciclo de Vida del Pavimento.....	18
Figura 6: Deflexión del pavimento sometido a carga del neumático.....	19
Figura 7: Deflexión de la Superficie del pavimento.....	19
Figura 8: Tipos de fallas en pavimentos flexibles	24
Figura 9: Curva de deflexiones.....	24
Figura 10: Viga benkelman.....	25
Figura 11: Mapa Red Vial Provincia de San Román.	30
Figura 12: Mapa Red Vial Ruta Nacional PE-3S Calapuja - Juliaca.....	31
Figura 13: Tramo de estudio C.P. Chingora - Sector Mucra.....	32
Figura 14: Etapas de procedimiento de investigación	35
Figura 15: Estudio de tráfico vehicular carril derecho.....	36
Figura 16: Estudio de tráfico vehicular Carril izquierdo	37
Figura 17: Daño tipo Piel de cocodrilo.....	45
Figura 18: Daño tipo agrietamiento en bloque.....	45
Figura 19: Daño tipo grietas longitudinales y transversal	46
Figura 20: Valor deducido piel de cocodrilo.....	49
Figura 21: Valor deducido Agrietamiento en bloque.....	50
Figura 22: Valor deducido Abultamiento y Hundimiento.....	50
Figura 23: Valor deducido grieta de borde	51
Figura 24: Valor deducido grieta de reflexión de junta	51
Figura 25: Valor deducido Desnivel Carril – Berma.....	52
Figura 26: Valor deducido grietas longitudinales y transversales Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)	52
Figura 27: Valor deducido Parcheo Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)	53
Figura 28: Valor deducido corregidos Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)...	53
Figura 29: Grafico del PCI en su estado superficial.....	56
Figura 30: Instalación de la viga Benkelman	59

Figura 31: Colocación la viga Benkelman al eje de rueda	59
Figura 32: Medición de la deflexión	60
Figura 33: Dispersión de la deflexión en el carril izquierdo.....	72
Figura 34: Dispersión de la deflexión en el carril derecho.	72
Figura 35: Dispersión de la deflexión por temperatura en el carril izquierdo.	81
Figura 36: Dispersión de la deflexión por temperatura en el carril izquierdo.	81
Figura 37: Espesor de reforzamiento	84
Figura 38: Porcentaje Influencia del factor tráfico.....	87
Figura 39: comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril izquierdo.	89
Figura 40: Comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril izquierdo.	91
Figura 41: Verificación de la deflexión causado por la temperatura en carril izquierdo	93
Figura 42: Verificación de la deflexión causado por la temperatura en carril derecho	95
Figura 43: Histograma estadístico de Veh/día con una distribución no paramétrica	96
Figura 44: Histograma estadístico de PCI con una distribución no paramétrica...	97
Figura 45: Histograma estadístico de Deflexión con una distribución paramétrica	98
Figura 46: Histograma estadístico de temperatura con una distribución paramétrica.	100

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal Determinar los factores externos que influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022. Se desarrolló mediante la metodología de tipo aplicada, con un diseño de investigación cuasi experimental. Con una población de estudio en esta investigación la carretera pavimentada, de ingreso al distrito de Juliaca, Provincia de San Román, departamento de Puno. Con una muestra de 17.4 km en la Red Vial Nacional PE-3S Juliaca – Calapuja y su muestreo de investigación con una longitud de 2 km desde el km1301+000 al km1303+000 en ambos sentidos. Aplicado por dos metodologías: el método de índice de condición de pavimento (PCI) de acuerdo a la norma ASTM 6433-07 y deflectometría mediante el ensayo no destructible viga Benkelman, según lo dispuesto en la norma o especificación del MTC E 1002-2000, de tal forma se procedió a determinar su estado superficial, condición y comportamiento estructural del pavimento flexible, por la influencia de los factores de tránsito, carga y clima. Como resultado de la investigación se obtuvo IMDa de 6476 veh/día, un ESAL de 2,554287.37 de ejes equivalentes para una vida remanente de 11 años, un PCI promedio de 57 estado (bueno) y deflexión característica es de 80.03×10^{-2} mm y una deflexión admisible de 82×10^{-2} mm con una deflexión promedio de 66.79×10^{-2} mm, dentro del análisis estadístico su nivel de significancia de la influencia de los factores que afectan durante su ciclo de vida útil del pavimento flexible. En conclusión, la carretera mantiene un subrasante (bueno) y el comportamiento de la carpeta (bueno) y un estado superficial (bueno) en ese sentido se estableció mantenimiento rutinario con un ESAL de 3503007.70 de ejes equivalentes para una vida remanente de 11 años, un refuerzo de 1.52 cm para así alargar su vida útil del pavimento flexible.

Palabras clave: ciclo de vida útil, índice de condición del pavimento, deflectometría, comportamiento estructural, clima.

Abstract

The main objective of this research was to determine the external factors that influence the Useful Life Cycle of the flexible pavement of the Juliaca - Calapuja Highway, Puno, 2022. It was developed through the applied type methodology, with a quasi-experimental research design. With a study population in this research, the paved road, entering the district of Juliaca, Province of San Román, department of Puno. With a sample of 17.4 km in the National Road Network PE-3S Juliaca - Calapuja and its research sampling with a length of 2 km from km1301+000 to km1303+000 in both directions. Applied by two methodologies: the pavement condition index method (PCI) according to the ASTM 6433-07 standard and deflectometry through the non-destructible Benkelman beam test, according to the provisions of the MTC E 1002-2000 standard or specification, In this way, its surface state, condition and structural behavior of the flexible pavement were determined, due to the influence of traffic, load and climate factors. As a result of the investigation, IMDa of 6476 veh/day was obtained, an ESAL of 2,554287.37 of equivalent axes for a remaining life of 11 years, an average PCI of 57 condition (good) and characteristic deflection is 80.03×10^{-2} mm and an allowable deflection of 82×10^{-2} mm with an average deflection of 66.79×10^{-2} mm, within the statistical analysis its level of significance of the influence of the factors that affect the flexible pavement during its useful life cycle. In conclusion, the road maintains a subgrade (good) and the behavior of the layer (good) and a surface condition (good). In this sense, routine maintenance was established with an ESAL of 3503007.70 equivalent axes for a remaining life of 11 years. a reinforcement of 1.52 cm in order to extend the useful life of the flexible pavement.

Keywords: useful life cycle, pavement condition index, deflectometry, structural behavior, climate.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, (Patel & Patel, 2017) mencionan en su artículo de investigación, que la infraestructura de transporte juega un papel de liderazgo en el crecimiento y desarrollo económico del país. India tiene el segundo sistema de red de carreteras y autopistas más grande del mundo. Transportan casi el 90% de los vehículos del país. Con tráfico del 65%. La mayoría de las autopistas en la India son estrechas y están congestionadas, con una superficie de mala calidad. Aunque las carreteras están bien diseñadas y construidas correctamente, aún pueden requerir mantenimiento, cuyas deflexiones dependerá de varios factores, incluido el tipo de pavimento. De igual manera, (Luo, Gu, Ling, & Lytton, 2018) en su artículo indican, como en los Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Sudáfrica, Francia, Países Bajos, y Japón. han identificado que el agrietamiento de arriba hacia abajo de los pavimentos de asfalto se inicia en la superficie del pavimento y se propaga hacia abajo a través de la capa de asfalto. Generalmente se desarrolla en la dirección longitudinal tanto dentro de la trayectoria de la rueda como fuera de la rueda, producido por las tensiones de contacto tridimensionales no uniformes entre el neumático y el pavimento, acelerado por estrés térmico y efectos de envejecimiento del aglutinante. Relacionados por los factores de carga, el clima y con la construcción resulta de la segregación de agregados en la mezcla asfáltica durante la construcción. De tal manera en su blog (ASCE's, 2017) indica en el año 2014, las autoridades federales, estatales y locales Los gobiernos de los Estados Unidos gastaron más de \$ 70 mil millones en operaciones y mantenimiento (O&M) de la infraestructura vial. A pesar de este gasto, todavía se estima que se necesitan \$ 420 mil millones adicionales para reparar la red de carreteras existente para alcanzar niveles aceptables de servicio. Hay más de 4 millones de millas de vías públicas en los Estados Unidos que transportan personas y mercancías a sus destinos todos los días. Sin embargo, se espera que estas carreteras soporten un volumen de tráfico cada vez mayor cada año, con millas recorridas por vehículos llegando a más de 3,2 billones en 2019, un aumento del 18 % desde 2000. Desafortunadamente, el creciente desgaste de las carreteras de nuestra nación ha dejado El 43% de nuestras vías públicas en mal o mediocre estado, cifra que se ha mantenido estancada en los últimos años. Cabe destacar que la gran mayoría de vías en malas y mediocres condiciones tienden a ser sobre colectores urbanos y

rurales y el sistema no interestatal, mientras que el sistema interestatal tiende a estar en buenas condiciones. General, Nuestras carreteras en deterioro están obligando a los automovilistas de la nación a gastar casi \$130 mil millones cada año en reparaciones adicionales de vehículos y costos operativos. Aún más preocupante es que la cantidad de millas recorridas por vehículos en carreteras en "malas" condiciones ha aumentado del 15% a más del 17% durante la última década.

De tal forma, las vías que presenten el final de su ciclo de vida útil. a las causas de; mal diseño y construcción, alto nivel de vehículos pesados, factores climáticos y deflexiones estructurales en pavimentos con alto riesgo. Si es posible evitar el ciclo de vida previsto con la mejora y rehabilitación de las flechas estructurales del pavimento o similar. De tal forma que aumentaría el ciclo de vida del pavimento. Por lo que utilizaron metodologías y tecnologías para mejorar el mantenimiento y rehabilitación de las carreteras, ya que en diversos países como: Países Bajos, Singapur, Reino Unido, entre otros; Se optó por diversas tecnologías y metodologías, por razones sociales, ambientales y económicas, donde se buscó evitar el final de su ciclo de vida útil, teniendo en cuenta las condiciones de mantenimiento y rehabilitación. Es importante señalar que las afectaciones que se originen en las carreteras o vías de acceso sean corregidas a la brevedad, ya que estas pueden traducirse en altas vulnerabilidades, exponiéndose a sufrir accidentes y mortalidad en altas magnitudes. Estos fueron disminuyendo con la metodología del PCI, deflectometría con la vigas Benkelman, RSL, para la seguridad vial y así evitar accidentes de tránsito, daños materiales y mortalidad en las vías.

A nivel nacional, menciona (Aguilar & Salinas, 2019) en su artículo, que el departamento de Ancash cuenta con grandes yacimientos mineros, Debido a esto, las carreteras distritales y provinciales que conectan a los diferentes yacimientos por las carreteras nacionales presentan un tránsito vehicular bastante alto, para lo cual es usado para el traslado de insumos y/o material mineral extraído. Sin embargo, existen otros factores que modifican el comportamiento en la proyección del tráfico en la zona, como el aumento de la producción, la ampliación del área a explotar, el desarrollo de las localidades cercanas, el cambio de uso de suelo (de tierras baldías para la agricultura o la minería), la necesidad de más insumos, mayor

traslado de personal, entre otros. También (Machacuay, 2019) en su tesis menciona que en la zona de Junín, el aumento de la densidad vehicular en la carretera central ha mostrado un aumento significativo en los últimos años, lo que ha resultado en la constante deformación de la capa asfáltica, y la disponibilidad de una vía principal que conduce a la ciudad de Huancayo hace que la construcción de aceras no es factible. La densidad actual de vehículos en esta carretera muestra la variedad de vehículos, diferentes tableros de puentes presionados porque estas superficies flexibles tienen muchos defectos en la Vía Central, la distribución de Este análisis de superficie nos permitió proponer un nuevo análisis: La esfera de presión del pavimento y la varios defectos estructurales del pavimento hicieron que nos concentráramos más en el análisis de la carga de los vehículos sobre el pavimento para prolongar su vida útil; Las principales desventajas de la superficie elástica de la Vía Central son las grietas y el asfalto.

Además, es importante contar con carreteras de acceso que se encuentren en buen estado y así poder garantizar un transporte seguro. Las Deflexiones en carreteras a nivel nacional se incrementaron por diversos factores, debido al mal diseño y ejecución, magnitud de vehículos pesados y aspectos climáticos, ya que el crecimiento de transporte interprovincial e interdistrital, entre otros. En los últimos años es gradualmente alto, de tal manera con el surgimiento de innovadoras técnicas de mejoramiento y análisis con diversos métodos y tecnologías, una de las cuales son los ensayos no destructibles. En diversas zonas del Perú como en Lima, Tacna, Lambayeque encontramos diferentes eventos de pavimentos asfálticos que fueron materia de estudio, emplearon la incorporación del método evaluación por pci, vizir, mtc, aashto 93 y el instituto del asfalto, evaluación por deflectometría y la rugosidad, evaluación por índice de condición del pavimento y deflectometría, donde muchas veces las carreteras no establecen un buen estudio de diseño, lo que conlleva a realizar la incorporación de métodos y tecnologías para un buen estudio y ver su ciclo de vida útil.

En cuanto, A nivel Local, el problema de investigación está ubicado entre en el Distrito de Juliaca y Calapuja. En las provincias de San Román y Lampa. situado al norte de la localidad de Juliaca, Puno; a una elevación 3.824 m.s.n.m. Por lo frecuente, con temperaturas frías y tibias durante el año; se evidencia la caída de

lluvias entre el mes de diciembre a marzo; donde regularmente suelen ser leves, irregulares y fuertes. Dependiendo al tipo de vía, se observó que es una carretera Red vial nacional, de ingreso hacia la ciudad de Juliaca de las provincias del Cusco, Madre de Dios. donde circulan vehículos privados y transportes interprovinciales e interdistritales. De tal manera, la incrementación del flujo vehicular es debido a la mayor demanda del parque automotor sobre la carretera. Por la cual, se evidencian daños al pavimento, provocado por la influencia de los factores externos, las cuales son: por los cambios de temperatura, alto flujo vehicular y exceso de magnitud de vehículos pesados, generando daños en el pavimento; Por ello, es importante realizar correctamente las evaluaciones y así determinar su mejora con el fin de alargar su ciclo de vida útil del pavimento flexible de la carretera Juliaca - Calapuja.



Figura 1: Situación Actual de la Carretera Juliaca - Calapuja

Formulación del problema: En la región, el transporte por carretera a la ciudad de Juliaca tiene diversas rutas de ingreso, estas conectan los diferentes distritos y provincias de la región Puno. La carretera de estudio presenta incidencia de daños al pavimento flexible, pero por necesidad están siendo utilizados por los usuarios de la carretera; ante este requerimiento de debe ser preservado a través de un adecuado y oportuno mantenimiento, para lo cual se propuso, su análisis de los

factores que han incidido en su ciclo de vida útil de la carretera, para lograr y permitir una adecuada transitabilidad para los usuarios de la carretera.

Es por ello, que en la actual investigación se ha planteado el siguiente **Problemas General**: ¿De qué manera los factores externos influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?. Similarmente se planteó los **Problema específico**: **PE.1**: ¿De qué manera el factor tráfico influye en el estado superficial durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?; **PE.2**: ¿De qué manera el factor de Carga influye en la condición estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?; **PE.3**: ¿De qué manera el Factor climático influye en el comportamiento estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?; **PE.4**: ¿Cuál es la tecnología para el mejoramiento del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?.

La Justificación de la investigación: Además, la Presente investigación se puede justificar proponiendo metodologías y alternativas de mejorar del ciclo de vida útil de la carretera, proponiendo el uso de tecnologías y métodos para un adecuado y oportuno mantenimiento; el uso de las tecnologías será un beneficio para su ciclo de vida de la carretera; Dado que será de utilidad y valor agregado, esta propuesta que se da a conocer es para buscar y dar solución al problema de deflexiones en las carreteras. **La Justificación Teórica**, que por medio de esta investigación se busca incrementar nuestros conocimientos respecto a la incidencia de la deflexión en el ciclo de vida de la carretera, ocasionados por diversos factores, por tanto aplicaremos los conceptos de investigaciones elaborados por los investigadores y publicados en sus artículos más rankeados donde la brecha de conocimiento de cuartil Q1 señala, (Azarijafari, Yahira, & Amor, 2016) en su artículo de investigación publicada en Reino Unido en la revista Journal of Cleaner Production, menciona la implementación de nuevas tecnologías en la construcción de pavimentos, el uso de materiales reciclados y la investigación de varias fases del ciclo de vida del pavimento en lugar de mejorar la aplicabilidad y la adecuación de la metodología de evaluación del ciclo de vida a los problemas del pavimento. Abordar estas deficiencias permitirá mejorar los estudios de evaluación del ciclo de vida del

pavimento. **en el ámbito metodológico la presente investigación se justifica**, es imprescindible hacer efecto los procedimientos y estándares metodológicos para dedicarlos a la Ingeniería con objeto de actuar una investigación científica y técnica adecuada. El protección cardinal de la metodología reside en el apunte de indagación legado que la experiencia en recorrido tendrá un papel predominante. **La Justificación Técnica**, la investigación que busca implementar tecnología y metodologías para la evaluación de los factores que inciden y verificación de las deflexiones máximas, con el objetivo de mejorar el ciclo de vida útil, aplicando los conceptos técnicos del MTC – 2014, MTC E-1002, metodología Instituto del Asfalto. **En el ámbito social**, se justifica que es decisivo que las carreteras se encuentren en óptimas condiciones y seguras, para ello se necesita que los proyectos sean de linaje, sostenible, reformador, eco-abierto y técnicamente viables, así como económicamente viables. La instituto memorial vías que se encuentren aceptablemente diseñadas y señalizadas para entregar la fluidez del tránsito asimismo de las actividades de turismo, comercialización, deber, instrucción, etc. No tengan problemas en la transitabilidad. **La Justificación Económica**, donde los pavimentos flexibles se utilizan en zonas con alto flujo de tráfico y esto provoca un mayor desgaste, económicamente es mucho mayor el mantenimiento de las vías que su construcción. La infraestructura vial actual en esta región requiere un mantenimiento periódico y rutinario para mantener la carretera. Bien, es por eso que el estudio sirve como base de inspiración para el trabajo de investigación. **dentro del ámbito ambiental** se justifica, Es importante porque permite una nueva alternativa de solución para reducir el daño a las llantas, el derrame de grasa, aceite y el consumo innecesario de combustible por el aumento de deflexiones en las carreteras, por lo que es importante realizar correctamente las evaluaciones para mejorar un proceso periódico y mantenimiento rutinario con el objetivo de cuidar el ciclo de vida útil de las carreteras.

También se planteó el **Objetivo General**: Determinar los factores externos que influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022. En forma similar se planteó los **Objetivos Específicos**: **OE.1**: Determinar el factor de tráfico que influye en el estado superficial durante el Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022. **OE.2**: Determinar el factor de Carga que influye en la condición estructural

durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022. **OE.3:** Determinar el factor climático que influye en el comportamiento estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022. **OE.4:** Describir el Diseño del reforzamiento de recapeo del pavimento flexible de la Carretera Juliaca, Calapuja, Puno, 2022.

También se planteó la **Hipótesis General: Ha:** Los factores externos si influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible. **Ho:** Los factores externos no influye en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible. Similarmente se planteó las **Hipótesis Específicas: H1a:** El factor de tráfico si influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. **H1o:** El factor de tráfico no influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. **H2a:** El factor de carga si influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. **H2o:** El factor de carga no influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. **H3a:** El factor climático si influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. **H3o:** El factor climático no influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes. Se realizó una revisión de la literatura de estudios relevantes para los objetivos de este estudio, con referencia a los objetivos y métodos de investigación que se discuten. Se consideraron temas internacionales y nacionales, donde se tiene:

A nivel internacional

Da a conocer, a nivel internacional (Prabhu, et al., 2021) en su artículo científico publicado en Singapur, en la cual sostuvo como **objetivo**, la evaluación funcional y estructural se realizó mediante el PCI y la metodología de deflexión con la viga Benkelman. donde la **población** de estudio sostuvo, en un camino del pueblo en Hosmar, distrito de Udupi. donde se realizaron el proceso de recolección de datos de la sub rasante, las pruebas de suelos, así mismo la compactación, y se llevó a cabo CBR en la subrasante del suelo. Se analizaron los datos de deflexión del haz de Benkelman. Los **resultados** mostraron que el diseño de superposición se adoptó con base en la deflexión característica y el estudio de tráfico para lo cual el diseño es obtenido para los pavimentos.

De igual manera, (Setyawan, Nainggolan, & Budiarto, 2018) en su artículo científico publicado en Países Bajos, indica que numerosos factores afectan mostrando daños en la carretera, por lo que el tiempo útil restante del pavimento existente, requiere mantenimiento de la carretera a largo plazo son impredecibles. en la cual sostuvo como **objetivo**, evaluar el estado de la carretera y los daños y calcular la vida útil restante del pavimento. La **metodología** de esta investigación fue de tipo descriptiva no experimental, donde la **población** de estudio. Línea Este de Sumatra del Sur, así como examinar la relación entre estos dos valores. Donde se realizaron el **proceso** de la evaluación de 5 carreteras con diversas condiciones de daño y una evaluación detallada de las condiciones de la carretera utilizando el PCI, mientras que la predicción de la vida útil restante utilizando los datos de deflexión adquiridos a partir de los ensayos elaborados con deflectómetro de caída de peso. La correlación del valor del PCI y el servicio de vida restante, establecida intelectualmente, modelo de regresión creado para obtener la relación y el coeficiente de correlación. Los **resultados** demostraron que los tramos viales de

las 5 carreteras tienen un valor de PCI de 56.1 estado bueno, 37.8 estado malo, 9.3 estado muy bueno, 39.0 estado malo y 95.0 estado excelente. En **conclusión**, los estados de las carreteras frente al servicio restantes se estiman de 2,39, 0,65, 4,43, 0,11 y 3,57 años de los 5 tramos de carreteras. La correlación entre el valor de PCI y la vida útil del pavimento es $y=4,1872\ln; x-14,728$, siendo el coeficiente de correlación de 0,88 que fuerte nivel de relación. 11 años y 3,57 años de vida útil restante.

Finalmente menciona, (Karbalaeezadeh, et al., 2019) en su artículo científico publicado en Reino Unido. La predicción precisa de la vida útil restante del pavimento es esencial para el diseño y la construcción de carreteras, la planificación de la movilidad, el modelado del transporte y los sistemas de gestión de carreteras. en la cual sostuvo como **objetivo**, presenta un modelo de predicción novedoso para La predicción precisa de la vida útil restante del pavimento de carretera utilizando regresión de vector de soporte optimizado por filtro de partículas para superar los desafíos. En el modelo propuesto, la temperatura de la superficie asfáltica y el espesor del pavimento (incluidas las capas de asfalto, base y subbase). donde la **población** de estudio. Para la validación del modelo, Se utilizaron los resultados de las pruebas del deflectómetro de caída de peso pesado y del radar de penetración en el suelo en un tramo de 42 km de la carretera Semnan-Firuzkuh, incluidos 147 puntos de datos. Los **resultados** se comparan con modelos de máquinas de vectores de soporte, redes neuronales artificiales y percepciones multicapa. En **conclusión**, muestran la superioridad del modelo propuesto con un índice de coeficiente de correlación igual al 95%.

A nivel nacional

Da a conocer, a nivel nacional que, (Diaz, 2021) señala en su investigación, como **objetivo** en los pavimentos resilientes de Cercado de Pimentel, evaluar la superficie mediante ensayos no destructivos con vigas Benkelman, inspección visual con el PCI y evaluación estructural con deflectometría. La **metodología** de esta investigación fue de tipo descriptiva no experimental, donde se realizaron el **proceso** de las pruebas con el reconocimiento de terreno e identificación del lugar de evaluación. Para luego empezar con la recolección de datos de los valores del PCI y deflectometría a cada 25 y 50 metros en ambos carriles de la carretera para

luego ser procesados en gabinete. Los **resultados** de las pruebas realizadas de la determinación del PCI variados con un estado superficial regular, por deflectometría se obtuvo 108×10^{-2} milímetros del radio de curvatura. En **conclusión**, que el 50% de las secciones analizadas no tienen la capacidad de carga estructural necesaria, debido a que sus flechas características superan los valores admisibles.

De igual manera, (Jinchuña, 2020) dentro de su investigación tiene como **objetivo** sobre Avenida Billingham, tramo: Boulevard Bolognesi - Avenida Tarapacá, Tacna - 2019, se evalúa la aptitud para circular del vehículo mediante el ensayo de flecha y rugosidad de pavimento flexible, evaluación estructural mediante vigas Benkelman, flecha característica mayor a la flecha admisible, $D_c > D_{adm}$, $133,50 \times 10^{-2} \text{ mm} > 72,30 \times 10^{-2} \text{ mm}$. La **metodología** de esta investigación fue de tipo descriptiva no experimental, donde se realizaron el proceso de las pruebas, con una **muestra** de 1,500 metros de longitud con una calzada de 6.60 metros. Los **resultados** mostraron que el índice de rugosidad internacional utilizando MERLIN, $IRI=6,0645 \text{ m/km}$, validándolo como "Malo" y para definir la transitabilidad se calcula el $PSI=1,66$ en base al IRI promedio, rating; "Mala Transitabilidad", se **concluye** que de acuerdo a la evaluación estructural por deflectometría utilizando la viga Benkelman se determina que las deflexiones en el pavimento son deficientes por lo que la estructura del pavimento presenta problemas o deficiencias en el diseño estructural. Y los resultados de la rugosidad de ambos carriles, considerando su media obtenida del IRI, el estado del pavimento y la transitabilidad se califican, como mal pavimento y mala transitabilidad.

Al final menciona, (Huauya & Terrazas, 2020) en su estudio, el **objetivo** del estudio fue lograr uniformidad en la distribución de cargas y fuerzas sobre el asfalto en base a la evaluación de rotondas dañadas según las necesidades del vehículo. La **metodología** para este estudio fue descriptivos y cuantitativos y el proceso experimental se llevó a cabo en Quiñones Oval en Bolognesi, Pensilvania. Centroamérica, Julio Ramón Rivero, Miraflores, Gutiérrez y Jorge Chávez del distrito de Lince. Método de aplicación. PCI, VIZIR, MTC, AASHTO 93 y ASPHALT INSTITUTE, por lo que Los **resultados** mostraron las curvas teóricas y el uso real del pavimento dan una relación de 10-15%. Se **concluye** que entre los cinco métodos utilizados. Se encontró que los diferentes patrones de falla fueron

similares para casi todas las derivaciones, principalmente con grietas longitudinales y transversales, perforaciones, grietas por fatiga o piel de caimán, donde las grietas también se consideran grietas y agregados pulidos. para el pavimento asfáltico, son consecuencia de que la capa asfáltica no es demasiado gruesa, y sobre este tipo de pavimento actúan fuerzas tangenciales y longitudinales, aumentando el cambio de velocidad que se produce en la rotonda, provocando la degradación del firme.

Artículos científicos

De manera que, en su artículo científico (Francois, Ali, & Mehta, 2017) en Reino Unido Publico su artículo, en la cual sostuvo como **objetivo**, evaluar el impacto de las capas base estabilizadas y sin tratar en el desempeño (es decir, fatiga y formación de surcos) de pavimentos flexibles, donde la **población** sostuvo cuatro secciones de campo construidas con capas base estabilizadas (es decir, bituminosas (emulsión asfáltica), cloruro de calcio, cemento Portland y capas base estabilizadas con geomalla) y una sección de control construida con agregados de pavimento asfáltico reciclado, para lo cual se realizaron **pruebas** de deflectómetro de caída de peso en todas las secciones del campo y los datos recopilados se usaron para volver a calcular los módulos elásticos para todas las capas. La influencia de las bases estabilizadas y la base sin tratar en las respuestas mecánicas (esfuerzos y deformaciones) de la estructura general del pavimento también se evaluó mediante la realización de análisis elásticos en capas. Además, se realizaron simulaciones de diseño de pavimento para determinar cuál de los cuatro tipos de base estabilizada mejoró más el desempeño general previsto de los pavimentos flexibles. Se utilizó una vida útil de 20 años para el análisis del pavimento. Los principales **resultados** bases bituminosas estabilizadas. La base estabilizada con geomalla pareció tener el menor impacto en la mejora de la resistencia al agrietamiento por fatiga. Se **concluyó** que la estabilización de la capa base parecía tener poco efecto sobre la resistencia al ahuellamiento de las secciones del pavimento.

De igual manera, (Momin, Hamin, Arthur, Saitoh, & Pal, 2022) en su artículo científico publicado en Singapur, dentro de su investigación tiene por **objetivo** desarrollar un modelo empírico para predecir la deflexión de pavimentos flexibles usando valores del Índice Internacional de Rugosidad basados en datos prácticos

de pavimentos flexibles de diferentes edades. donde la **población** sostuvo las correspondientes a diferentes clasificaciones de caminos construidos y mantenidos por el Departamento de Caminos y Autopistas de Bangladesh. para lo cual se realizaron los **análisis**. La deflexión del pavimento, los datos del Índice Internacional de Rugosidad, el ancho de la carretera, el tráfico diario anual promedio y el tiempo desde la última superposición en secciones de pavimento flexible seleccionadas se recopilaron de la base de datos del Sistema de gestión de mantenimiento de carreteras del Departamento de Caminos y Autopistas, Bangladesh. Empleado el modelo de regresión lineal empírico desarrollado explica la relación entre la deflexión y los valores del Índice Internacional de Rugosidad de pavimentos flexibles con una edad variable del pavimento capaz de explicar 61. Variación del 8%. Los **resultados** muestran que Se ha encontrado que tanto el IRI como la edad se correlacionan positivamente con la deflexión. Finalmente se **concluyó** que, ayudará a mejorar el sistema de gestión de pavimentos en Bangladesh mediante el uso de valores del Índice Internacional de Rugosidad para predecir la deflexión de los pavimentos y tomar medidas de rehabilitación adecuadas a intervalos regulares.

En cuanto, (Bo, Kundwa, Jiao, & Wei, 2019) en su artículo científico publicado en Taiwán, dentro de su investigación sostuvo como **objetivo** evaluar el efecto de camiones y otros vehículos pesados, California Bearing Ratio, precipitación, la edad del pavimento y los factores de espesor en la deflexión y el Índice Internacional de Rugosidad, donde la **población** sostuvo las carreteras de Ruanda, es uno de los países de más rápido desarrollo entre los países de África Oriental, para lo cual se realizaron los análisis encontrar qué factores podrían usarse en la evaluación del desempeño del pavimento en Ruanda como variables predictoras y para evaluar la correlación entre esas variables. Los **resultados** mostraron que la precipitación y el CBR son predictores significativos tanto para la deflexión como para el IRI en el desempeño del pavimento flexible de Ruanda. Además, la CBR está fuertemente correlacionada con la precipitación. Finalmente se **concluyó** que, se encontró que la precipitación de entrada del clima es un factor más importante para predecir el rendimiento del pavimento diferente en Ruanda.

De igual manera, (Rahman, Uddim, & Gassman, 2017) en su artículo científico publicado en Alemania, dentro de su investigación sostuvo como **objetivo** desarrolla modelos de evaluación del desempeño del pavimento, donde la **población** sostuvo las carreteras primarias e interestatales en el estado de Carolina del Sur, Estados Unidos, para lo cual se seleccionaron para realizar los **análisis** veinte secciones de pavimento de todo el estado y se recopilan datos históricos de desempeño del pavimento de esas secciones. Se desarrollaron un total de 8 modelos basados en técnicas de regresión, que incluyen 4 para pavimentos de Concreto Asfáltico y 4 para Pavimentos de Concreto Liso Articulado. Cuatro indicadores de rendimiento diferentes se consideran como variables de respuesta en el análisis estadístico: Índice de capacidad de servicio actual, Índice de daño del pavimento, Índice de calidad del pavimento e Índice de rugosidad internacional. Tráfico diario promedio anual, Velocidad de flujo libre, precipitación, temperatura y tipo de suelo se consideran como variables predictoras. Los **resultados** mostraron que el Tráfico diario promedio anual, Velocidad de flujo libre y la precipitación tienen efectos estadísticamente significativos en Índice de capacidad de servicio actual e Índice de rugosidad internacional para Pavimentos de Concreto Liso Articulado y pavimentos de Concreto Asfáltico. La temperatura mostró un efecto significativo solo en el Índice de daño del pavimento y Índice de calidad del pavimento ($p < 0.01$) para pavimentos. Considerando el tipo de suelo, el suelo Tipo B produjo el Índice de daño del pavimento y Índice de calidad del pavimento estadísticamente más altos ($p < 0.01$) en comparación con el suelo Tipo A en pavimentos de Concreto Asfáltico; mientras que el suelo Tipo B produjo un Índice de rugosidad internacional y un Índice de capacidad de servicio actual estadísticamente más altos ($p < 0,001$) en comparación con el suelo Tipo A en pavimentos de Concreto Liso Articulado. Finalmente se **concluyó** que, Utilizando los modelos desarrollados, las agencias de transporte locales podrían estimar acciones correctivas futuras, como mantenimiento y rehabilitación, así como el desempeño futuro del pavimento.

Bases teóricas

Pavimento. Da a conocer, (Sun, 2016) es una estructura multicapa formada por capas horizontales de la carretera, como se observa en la figura N° 2, que consta de los siguientes elementos: subrasante, sub base o base y capa de asfalto, todos

los cuales soportan directamente los efectos de cargas pesadas y condiciones ambientales. Los requisitos básicos para el pavimento son durabilidad, suavidad y seguridad, cómodo y eficiente a lo largo de la vida útil.

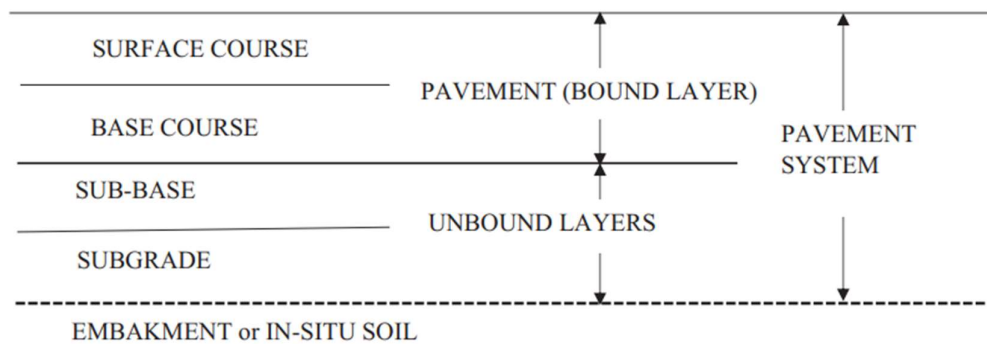


Figura 2: Estructura del Pavimento.

Fuente: (Gautam, Kalla, Jethoo, Agrawal, & Singh, 2018)

Pavimento Flexible. Indica, (Robinson & Thagesen, 2018) que consisten con una capa asfáltica en la envoltura de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que la conformación se rompa. Esta estructura está compuesta por una capa asfalto, base granular y sub base. Es más ahorrativo en su obra inicial, tiene un tiempo útil de 10 a 15 años. Requiere de un mantenimiento habitual para hacer llegar a su tiempo útil.

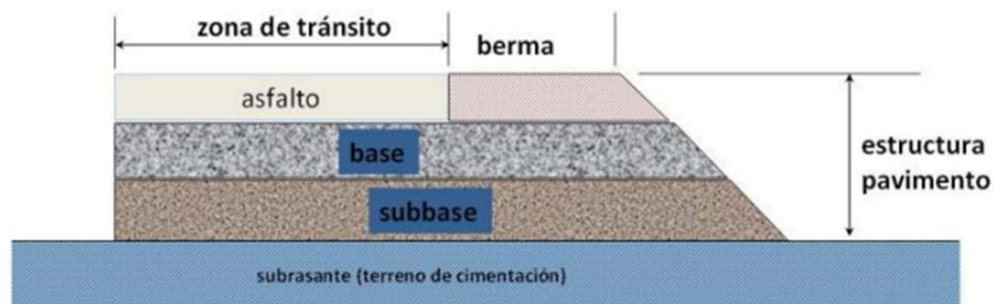


Figura 3: Estructura de Pavimento Flexible.

Fuente: (Lizcano & Quintana, 2015)

Carpeta Asfáltica. Da a conocer, (Uco, Hernandez, & Quen, 2018) es una carpeta asfáltica, la cual proporciona la superficie de rodamiento. Las cargas de los

vehículos en dirección a las capas inferiores se distribuyen por medio de las características de masaje y de cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su organización se rompa. Las principales funciones de la capa asfáltica son:

Estructural. Esta capa se diseñará y construirá para resistir la fatiga y la acumulación de deformaciones permanentes debidas a las cargas cíclicas repetidas del vehículo a lo largo del tiempo. Además, debe resistir los efectos del clima. La **Funcional.** Esta capa recibe directamente las cargas de tráfico sobre el pavimento, por lo que debe diseñarse y construirse de forma que permita la circulación; moverse con comodidad y seguridad durante su vida útil. Y el **Impermeabilización.** Esta capa evita la penetración directa de agua en la capa subyacente, lo que limita la pérdida de resistencia al corte que pueden experimentar las capas granulares de la base y sub base, así como la subrasante a medida que aumenta la saturación del material construido.

Según, (Robinson & Thagesen, 2018) indica la conformación de la base, sub base y la subrasante lo define de la siguiente manera:

Base. Es la capa principal de distribución de carga. Puede consistir en asfalto premezclado, hormigón de cemento, grava granular graduada, roca triturada, macadán o materiales estabilizados con cal o cemento. Las carreteras de hormigón de cemento combinan la base y superficie en una sola capa. La **Sub base,** Es una capa secundaria de distribución de carga. Actúa como una separación entre la subrasante y la base, y proporciona una plataforma de trabajo durante la construcción de las capas superiores del pavimento. Cuando la sub-base está hecha de materiales sueltos, también puede funcionar como una capa de filtro y drenaje. La sub base suele construirse con grava natural o con materiales estabilizados con cemento o cal. Muchos los pavimentos no tienen sub base y la base se coloca directamente sobre la cimentación. La **Subrasante.** Es el suelo que actúa como base para el pavimento. la subrasante es el resultado del movimiento de tierras, y puede consistir en el suelo local intacto o material excavado en otro lugar y colocado como relleno. La superficie de la subrasante. De tal manera, (MTC., 2014) lo clasifica la categoría de la subrasante, de la siguiente manera:

Tabla 1: Categorías de la Subrasante.

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
So : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
So : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
So : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
So : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
So : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
So : Sub rasante Excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC., 2014)

Para lo cual el espesor de la superficie depende en gran medida de la calidad de la subrasante, por lo tanto, debe cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la dilatación y contracción.

Ciclo de vida del pavimento. Da a conocer, (harvey, et al., 2016) Es el tiempo restante de vida con respecto al que fue diseñado o a su vida útil, indica la serviciabilidad de la vía y da una idea del tipo de tratamiento que debe dársele a la carretera. El ciclo de vida del pavimento incluye la producción de materiales, el diseño, la construcción, actividades de conservación, mantenimiento y rehabilitación, uso y etapas de fin de vida asociado a una estructura de pavimento.

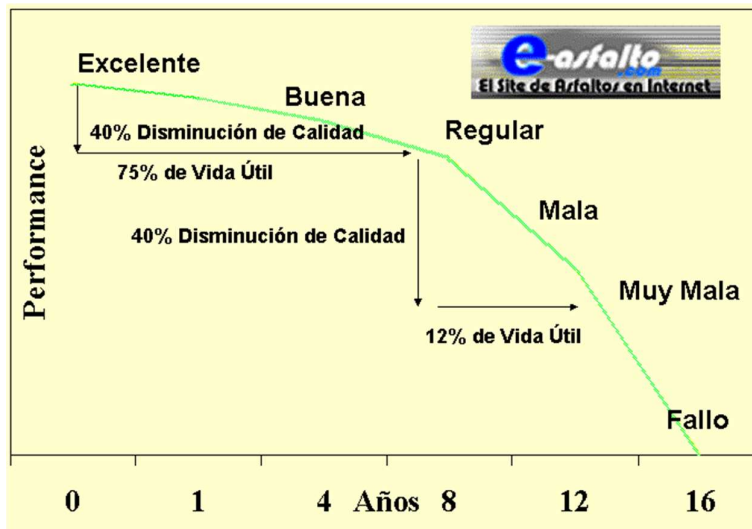


Figura 4: Ciclo de vida Útil del pavimentos.

Fuente: (e-asfalto, 2022)

Cada una de las etapas son definidas de la siguiente manera: define, (harvey, et al., 2016) donde la **Producción de materiales**. Es referido a todos los procesos involucrados en la adquisición de materiales de pavimentación, utilizados en la fase de producción de materiales se incluyen normalmente. La producción de materiales afecta a factores de sostenibilidad tales como la calidad del aire/agua, la salud del ecosistema, la salud y la seguridad humanas, el agotamiento de los recursos no renovables y los costos del ciclo de vida. El **Diseño de pavimento**. Es el proceso de identificar los requisitos estructurales y funcionales de un pavimento para las condiciones del sitio dadas (subrasante, clima, estructura del pavimento existente, cargas de tráfico) y luego determinar la composición estructural del pavimento y los materiales que lo acompañan. En esta fase se incluyen los procesos de diseño no solo para el nuevo diseño de pavimento, sino también aquellos procesos asociados con la rehabilitación del pavimento. El diseño estructural afecta factores de sustentabilidad como la vida útil, la durabilidad, los costos del ciclo de vida, la construcción (por ejemplo, la capacidad de construcción, la secuencia, el cronograma) y el uso de materiales. La **Construcción**. Son todos los procesos y equipos asociados con la construcción de sistemas de pavimentos. Generalmente, las actividades de construcción están asociadas con la construcción inicial, así como con los esfuerzos posteriores de mantenimiento y rehabilitación. Las actividades de construcción afectan factores de sustentabilidad tales como la calidad del aire y el agua, la salud y seguridad humana, la durabilidad y el retraso del tráfico en la zona de trabajo, así como los costos y el tiempo del proyecto. El **Utilizar**. Son las interacciones con las operaciones de los vehículos y el medio ambiente. Varios factores clave del pavimento, la aspereza, disipación de energía visco elástica, deflexión, macro textura) pueden tener grandes efectos en la mayoría de las métricas de sustentabilidad, incluida la economía de combustible, los costos operativos de los vehículos y las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de energía asociados. Las interacciones ambientales; la disposición de las aguas pluviales, la capacidad/conductividad del calor y la reflectividad) también pueden afectar otros factores de sostenibilidad, como la salud y la seguridad humanas, el efecto de isla de calor urbano y el forzamiento radiactivo a escala global. El **Mantenimiento y Conservación**. Son las acciones que ayudan a disminuir la tasa de deterioro de un pavimento al identificar y abordar las

deficiencias específicas del pavimento que contribuyen al deterioro general. Los siguientes tratamientos generalmente se clasifican como actividades de mantenimiento y conservación: sellado, parchado, capas de sellado, sellado de virutas, superposiciones delgadas, reciclaje en el lugar de superficies de pavimento, rectificado con diamante, restauración de transferencia de carga y reparaciones de pavimento de hormigón. El mantenimiento y la conservación afectan a los factores de sostenibilidad, como la vida útil, la durabilidad, los costos del ciclo de vida, la construcción (por ejemplo, la capacidad de construcción, la secuencia, el cronograma) y el uso de materiales. El **Fin de la vida**. Es la disposición final y posterior reutilización, procesamiento o reciclaje de cualquier parte de un sistema de pavimento que haya llegado al final de su vida útil. Las consideraciones típicas al final de la vida útil incluyen: recuperación de profundidad completa, materiales reciclados que incluyen pavimento de asfalto recuperado y agregado de concreto reciclado y relleno sanitario. Las consideraciones sobre el final de la vida útil afectan los factores de sostenibilidad, como la generación y eliminación de desechos, la calidad del aire y el agua y el uso de materiales.

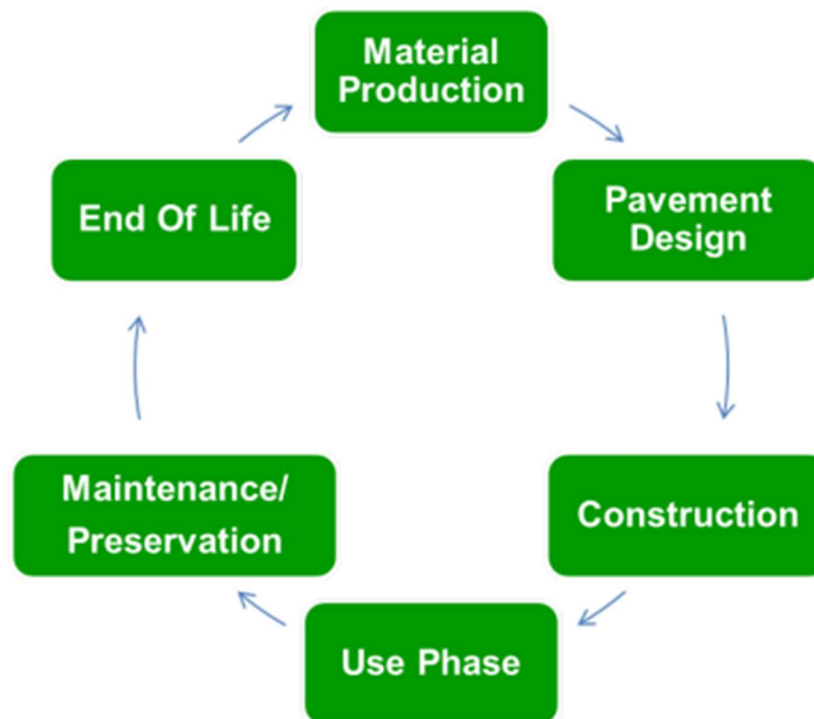


Figura 5: Etapas del Ciclo de Vida del Pavimento.

Fuente: (harvey, et al., 2016)

Deflexión del pavimento. Según, (Otto, et al., 2017) es el desplazamiento vertical de la superficie del pavimento en respuesta a la aplicación de una carga externa y representa una respuesta total del sistema constituido por la estructura y la subrasante, ante la aplicación de dicha carga. Cuando ésta se aplica sobre la superficie, todas las capas se deflexan, desarrollándose esfuerzos y deformaciones en cada capa.

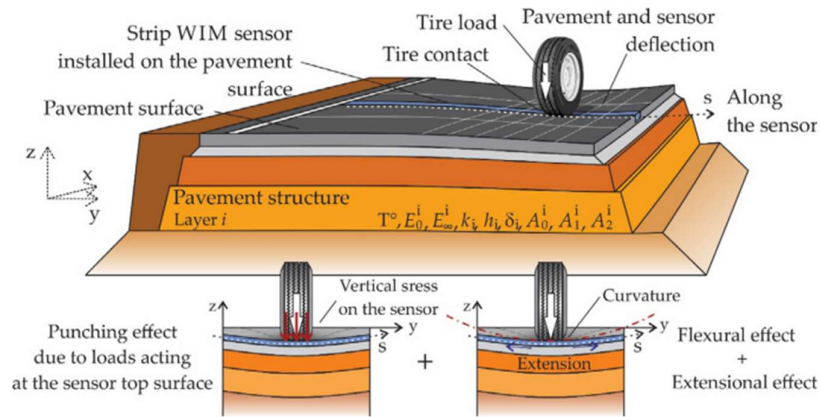


Figura 6: Deflexión del pavimento sometido a carga del neumático.

Fuente: (Otto, et al., 2017)

Según el, (MTC, 2017, pág. 962) Es la deformación elástica que sufre un pavimento bajo la acción de una carga rodante normalizada. Mediante ella es posible evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido a las sollicitaciones del tránsito que lo utiliza.

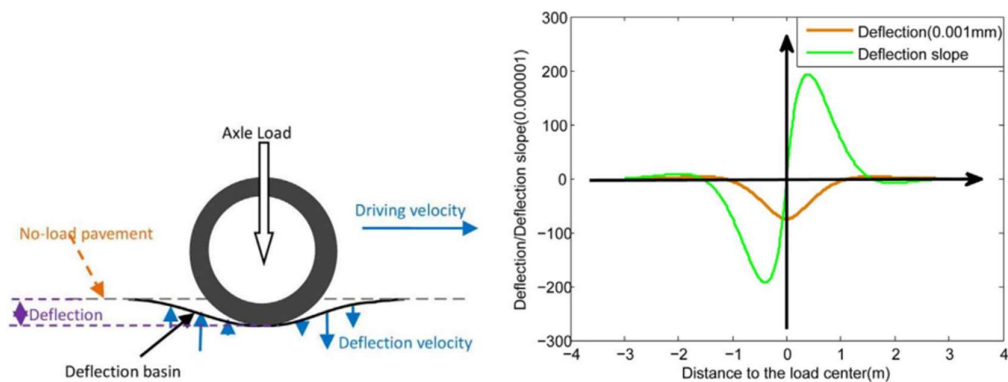


Figura 7: Deflexión de la Superficie del pavimento.

Fuente: (He, Lin, Zou, & Zhang, 2017)

Deflexión admisible. Según, (MTC., 2014, pág. 172) Es la deflexión tolerable que garantiza un comportamiento satisfactorio del pavimento en relación con el tráfico que debe soportar.

$$D_{adm} = (1.15/N)^{0.25}$$

Donde:

D_{adm}: Deflexión admisible en milímetro.

N: Número de repeticiones de ejes equivalentes en millones.

Estudios preliminares.

Estudio de Transito. Señala, (Monetti, Contreras, Navarro, & Sevillano, 2018) es la determinación de los volúmenes de tráfico en la red vehicular. Entonces, el conocimiento del volumen y tipo de vehículos que circulan en la red permite determinar, entre otras variables, el grado de congestión por zona, las condiciones de espera por tramo y la evolución del transporte en general. Así, existen diferentes modalidades de recolección de datos, dependiendo de los objetivos del estudio que se adopte. Se abordan especialmente dos tipos de recopilación de datos: Encuestas de origen-destino. Corresponde al interrogatorio del agente sobre la ruta a realizar. Y recuento in situ. Corresponde al conteo de vehículos clásico, donde el recolector de datos se ubica en una intersección, y mediante hojas de cálculo previamente elaboradas establece el conteo de vehículos.

Índice medio diario anual (IMDA). Señala, el (MTC .. , 2018, pág. 198) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la carretera en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de los vehículos.

$$IMDA = (IMDS \times FC)$$

Donde:

IMDS: Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal.

FC: Factor de Corrección Estacional.

De tal manera, el Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días.

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

Donde:

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico.

Índice de Condición del Pavimentos. Señala, (Kumar, Suman, & Prakash, 2021) es un índice numérico, que va desde 0 (para un pavimento en mal estado) a 100 (para pavimento en perfecto estado) que proporciona la integridad estructural del pavimento y la superficie condición de operación. El valor PCI se calcula utilizando la cantidad de pavimento angustia. Las angustias en el pavimento se agrupan en cuatro categorías tales como superficie defectos, grietas, deformación y desintegración. De igual manera menciona, (Hasibuan & Surbakti, 2019) que índice de condición del pavimento es un método para evaluar condiciones del pavimento desarrollado por los Ingeniero del ejército estadounidense, para la evaluación de aeropuerto, aceras, caminos y estacionamientos ha sido ampliamente utilizado en los Estados Unidos. Para determinar el grado de daño del pavimento.

Según, (Karim, Rubasi, & Saleh, 2016) La calificación de la condición del pavimento se determina a partir de una correlación que presenta la calificación de la condición del pavimento como una función del valor PCI.

Tabla 2: Clasificación de condición de pavimento PCI.

PCI	Rating
85-100	Excellent
70-85	Very good
55-70	Good
40-55	Fair
25-40	Poor
10-25	Very poor
00-10	Failed

Fuente: (Karim, Rubasi, & Saleh, 2016)

Calculo del PCI. Según, (Issa, Sammaneh, & Abaza, 2022) El valor de PCI describe la condición de la superficie del pavimento y varía de 0 a 100, donde 0 indica el peor valor y 100 representa la mejor condición posible. El manual ASTM 6433-07 define el procedimiento para estimar la PCI para pavimentos de estacionamientos y vías. El PCI utilizado en este documento se estimó a partir de la norma ASTM 6433-07 procedimiento respondiendo principalmente a los seis antes señalados angustias Los siguientes párrafos ilustran algunos conceptos básicos definiciones utilizadas en el cálculo del PCI según la norma ASTM 6433-07 procedimiento.

Sección de Pavimento: es de 100 m de longitud con diseño uniforme estructura, mantenimiento, clima, historial de uso, volumen de tráfico y características geométricas.

Angustia del pavimento: presenta el deterioro de la sección del pavimento debido a cargas de tránsito repetidas, condiciones climáticas o ambas. Las angustias típicas son la deformación, parches, baches y grietas. Cada angustia y en base a la calidad de conducción y el rendimiento del pavimento se clasifican en tres niveles de gravedad: baja (L), moderada (M) y Alto (H).

La densidad y la gravedad de la angustia se definen en función al tipo de angustia y la cantidad de angustia en metro cuadrado o metro lineal. Por ejemplo, las grietas de cocodrilo y de bloque son miden en metros cuadrados, mientras que para la fisuración transversal y longitudinal, se miden en metro lineal.

Densidad de angustia: El porcentaje que se obtiene por dividiendo la cantidad total para cada tipo de peligro por el total de área de la sección de pavimento.

Valor de deducción (DV): un número de ponderación estadística de problemas para determinar un índice de condición combinado para cada sección de pavimento. De acuerdo con la norma ASTM 6433-07, para cada tipo de angustia y nivel de gravedad, hay una deducción de angustia valor que debe obtenerse de la curva de valor de deducción correspondiente.

Valor de deducción corregido (CDV): Un ajuste del valor de deducción total a pies para el rango de (0–100) por mediante curvas de ajuste del valor de deducción corregido - valor de deducción total. El máximo de valor de deducción corregido se utiliza para calcular el PCI.

Luego los pasos para realizar el estudio de condición y la determinación de la calificación PCI de la siguiente manera:

1. Inspeccione la unidad de muestra, determine el tipo de deterioro y nivel de severidad y luego medir la densidad.
2. Los valores de deducción se determinan a partir de la deducción curvas de valor para cada tipo de angustia y severidad.
3. Un valor de deducción total se calcula sumando todos los valores de deducción individuales.
4. Una vez calculado el valor de deducción total, el valor de deducción corregido se puede determinar a partir de las curvas de corrección. Al determinar el valor de deducción corregido, si algún individuo deduce valor es mayor que el valor de deducción corregido, el valor de deducción corregido se establece igual a el valor de deducción individual más alto.
5. El PCI se calcula utilizando la relación $PCI = 100 - CDV$

Tipos de fallas. Según, (Tacza & Rodriguez, 2018) que el método de índice de condición de pavimento establece 19 clases de fallas más comunes en el deterioro progresivo del pavimento flexible, las cuales, están agrupadas en cuatro categorías:

Fisuras y Grietas. Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Grieta de Borde, Grieta de Reflexión de Junta, Grietas Longitudinales y transversales, Cruce de vía férrea y Grietas parabólicas.

Deformaciones superficiales.

- Abultamientos y Hundimientos,
- Corrugación,
- Depresión,
- Ahuellamiento,
- Desplazamiento y Hinchamiento.

Desprendimientos. Huecos y Desprendimiento de Agregados.

Otras fallas. Exudación, Pulimento de Agregados, Desnivel Carril / Berma y Parcheo y acometidas.

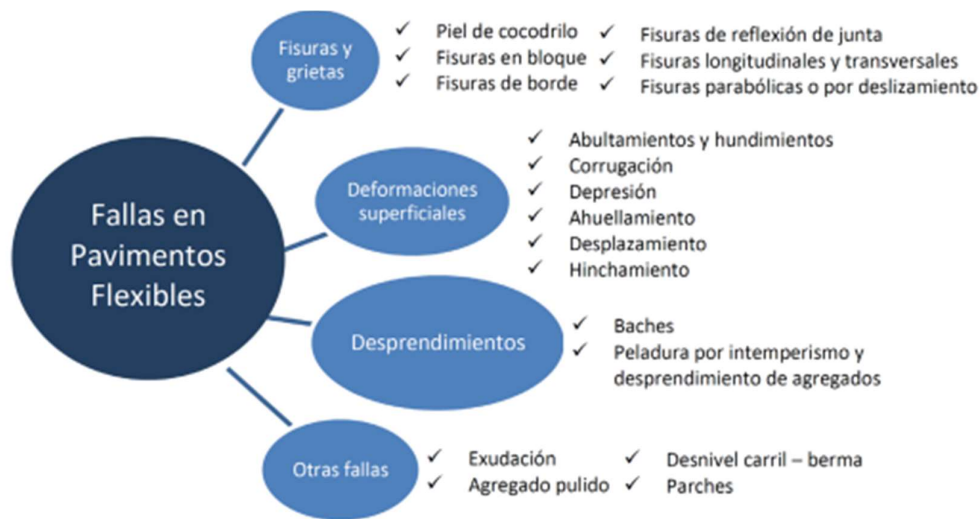


Figura 8: Tipos de fallas en pavimentos flexibles

Fuente: (Tacza & Rodriguez, 2018)

Viga Benkelman. Según, (Balarezo, 2017) es un instrumento de deflectómetro Benkelman y es completamente mecánico y funciona como palanca para la medición de deflexiones.

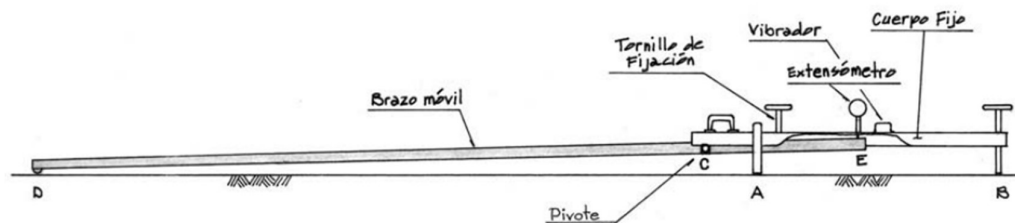


Figura 9: Curva de deflexiones

Fuente: (MTC, 2017)

De igual manera, (Ávila, Albarracín, & Bojorque, 2015) es un equipo utilizada dentro de la ingeniería de pavimento para evaluar y la condición estructural de los pavimentos. Generalmente el desarrollo conlleva la viga acompañado con un volquete de tal manera se generará el peso dando a conocer la deflexión.

Deflectometría con viga benkelman. Según, (Balarezo, 2017) La viga Benkelman es una herramienta aliada en la evaluación estructural, por medio de ésta se puede medir deflexiones a nivel de superficie a cada distancia. Para lograr estas mediciones es necesario aplicar una carga de 18000 lb, proveniente de las llantas dobles eje trasero simple de un camión. Estas deflexiones son medidas en un punto inicial de referencia y a cada distancia conforme avanza el camión, de esta manera se crea la curva de deflexiones.

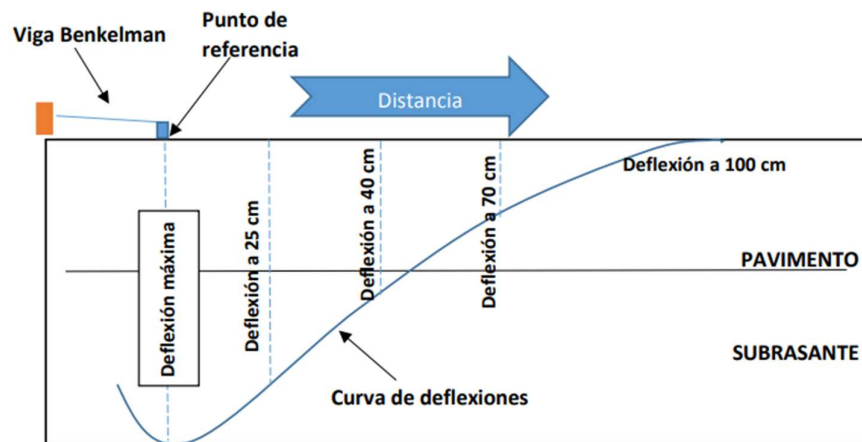


Figura 10: Viga benkelman

Fuente: (Balarezo, 2017)

Dimensiones de la Variable Dependiente e Independiente

Tabla 3: Dimensiones Variable Independiente

Dimensiones	Indicadores	Unidad
Factor Trafico	IMDa	Porcentaje
Factor de Carga	ESALs	Psi
Factor Climático	Temperatura	Grados

Tabla 4: Dimensiones de la Variable Dependiente

Dimensiones	Indicadores	Unidad
Estados Superficial	1. Condiciones Físicas (PCI).	Porcentaje
Condición Estructural	1. Deflexión.	Milímetro
Comportamiento Estructural	1. Deflexión.	Milímetro

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación.

En base a lo señalado por (Vara, 2015, pág. 202) “El interés de la investigación se define como un conjunto de aplicada es práctico, para tener conocimiento de un elemento o problemas específicos. pues sus resultados son utilizados inmediatamente en la solución de problemas”. Por lo que, la presente investigación es de tipo aplicada, la cual se realizará la práctica de los conocimientos previos sobre el ciclo de la vida útil del pavimento, los factores externos que afectan en las carreteras y los antecedentes en acontecimientos similares, con el objetivo de evaluar el estado superficial, condición y comportamiento estructural del pavimento flexible, donde se obtendrá resultados que nos permitirá predecir la ocurrencia, para alargar la vida útil del pavimento con mantenimiento y/o rehabilitación de la carretera de Juliaca a Calapuja.

Diseño de la investigación.

El diseño es experimental. Para (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 151) “denomina cuasi experimentales por que se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes”. De este modo, la presente investigación se considera cuasi experimental, porque se basará en la manipulación de la variable independiente (factores externos), con la intención de estudiar el factor de tráfico, carga y clima que influyen en el pavimento, para analizar su efecto en el ciclo de vida útil. Basados de acuerdo a la revisión de artículos científicos de diferentes autores realizados con metodologías de ensayos no destructibles aplicada en las carreteras.

Enfoque de investigación.

De acuerdo, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 151) “El enfoque cuantitativo utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en medición numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. De este modo, La presente investigación

pretende evaluar y analizar el estado actual del pavimento flexible de la carretera Juliaca a Calapuja, mediante la ensayos no destructibles, con la metodoligia de indice de condicion del pavimento y deflectometria con la Viga Belkenman. “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC – 2014, MTC E-1002, metodología AASHTO 1993”, por lo que se denomina con enfoque cuantitativo.

3.2. Variable y Operacionalización.

Variables.

De esta forma, las variables son la base de la propuesta de preguntas e hipótesis de investigación, desarrollándose de la siguiente manera:

Variable Independiente.

Factores Externos.

Variable Dependiente.

Pavimento Flexible en su Ciclo de vida útil.

Tabla 5: Variable de estudio en propuesta de hipótesis

HIPÓTESIS	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	
Hipótesis general:	Variable independiente	Variable dependiente
<p>Ha: Los factores externos si influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible.</p> <p>Ho: Los factores externos no influye en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible.</p>	Factores Externos	Pavimento Flexible en su Ciclo de vida útil.
Hipótesis específicas:	Dimensión 1 x V. independiente	Dimensión 1 x V. dependiente
<p>Hipótesis especifica 1</p> <p>H1a: El factor de tráfico si influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.</p> <p>H1o: El factor de tráfico no influye significativamente en su estado superficial del</p>	Factores Externos	Estados Superficial

pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.		
Hipótesis específica 2	Dimensión 2 x V. independiente	Dimensión 2 x V. dependiente
H2a: El factor de carga si influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.	Factores Externos	Condición Estructural
H2o: El factor de carga no influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.		
Hipótesis específica 2	Dimensión 2 x V. independiente	Dimensión 3 x V. dependiente
H3a: El factor Temperatura si influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.	Factores Externos	Comportamiento Estructural
H3o: El factor Temperatura no influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.		

Operacionalización de Variables

En base a la investigación, (Canta, 2018) Se operacionaliza las variables, identificando en primer lugar las dimensiones y en segundo lugar los indicadores de cada una de las dimensiones. Así mismo (Torracchi, Caparo, & Pariona, 2019) mencionan que operacionalizar variables es el proceso mediante el cual descomponemos las variables para mejorar su comprensión, mayormente la presentación de este proceso se da a través de tablas, su propósito es definir los objetivos de la investigación.

Tabla 6: Operacionalización de Variables de la Investigación

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Factores Externos	Factor Tráfico	Cálculo de IMDA	Veh/día
	Factor de Carga	Calculo de ESAL	psi
	Factor Climático	Temperatura	Grados

Pavimento Flexible en su Ciclo de vida útil.	Estados		
	Superficial	Condiciones Físicas (PCI).	Porcentaje
	Condición Estructural	Deflexión.	milímetros
	Comportamiento estructural	Deflexión.	milímetros

Variable independiente: Factores Externos

Definición Conceptual. Da a conocer, (Correa, 2017) los daños del pavimento son generados por diferentes factores dentro de los cuales se puede caracterizar la zona o uso que se le da a los pavimentos, siendo los tipos de vehículos y el nivel de tráfico, estado climático que puede existir en la zona.

Definición Operacional. Los factores externos que afectan al Pavimento Flexible influirán proporcionalmente en su estado superficial, condición estructural y capacidad estructural, durante su ciclo de vida útil para lo cual se utilizan la metodología del índice de condición de pavimento (PCI) y deflectometría con la Viga Benkelman; con el objetivo de evaluar el nivel del estado estructural del pavimento para determinar el estado físico, deflexión máxima, deformación y así proponer la alternativa para mejorar su vida útil.

Variable Dependiente: Pavimento Flexible en su Ciclo de vida útil.

Definición Conceptual. Da a conocer, (harvey, et al., 2016) “que es el tiempo restante de vida con respecto al que fue diseñado o a su vida útil, indica la serviciabilidad de la vía y da una idea del tipo de tratamiento que debe dársele a la carretera”.

Definición Operacional. Los factores externos influyen, en el ciclo de vida útil del pavimento y así proponer su mantenimiento y/o rehabilitación, para todos estos casos se evalúan el estado actual, con ensayos no destructibles. Finalmente, los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas.

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población

De acuerdo, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 199), “la población es un conjunto infinito o finito de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones y además puedan ser observadas de manera individual dentro del estudio”. Con respecto a lo señalado, se define en el proyecto de investigación, la población de estudio correspondientes al estado del pavimento en la carretera, de ingreso al distrito de Juliaca, Provincia de San Román, departamento de Puno.

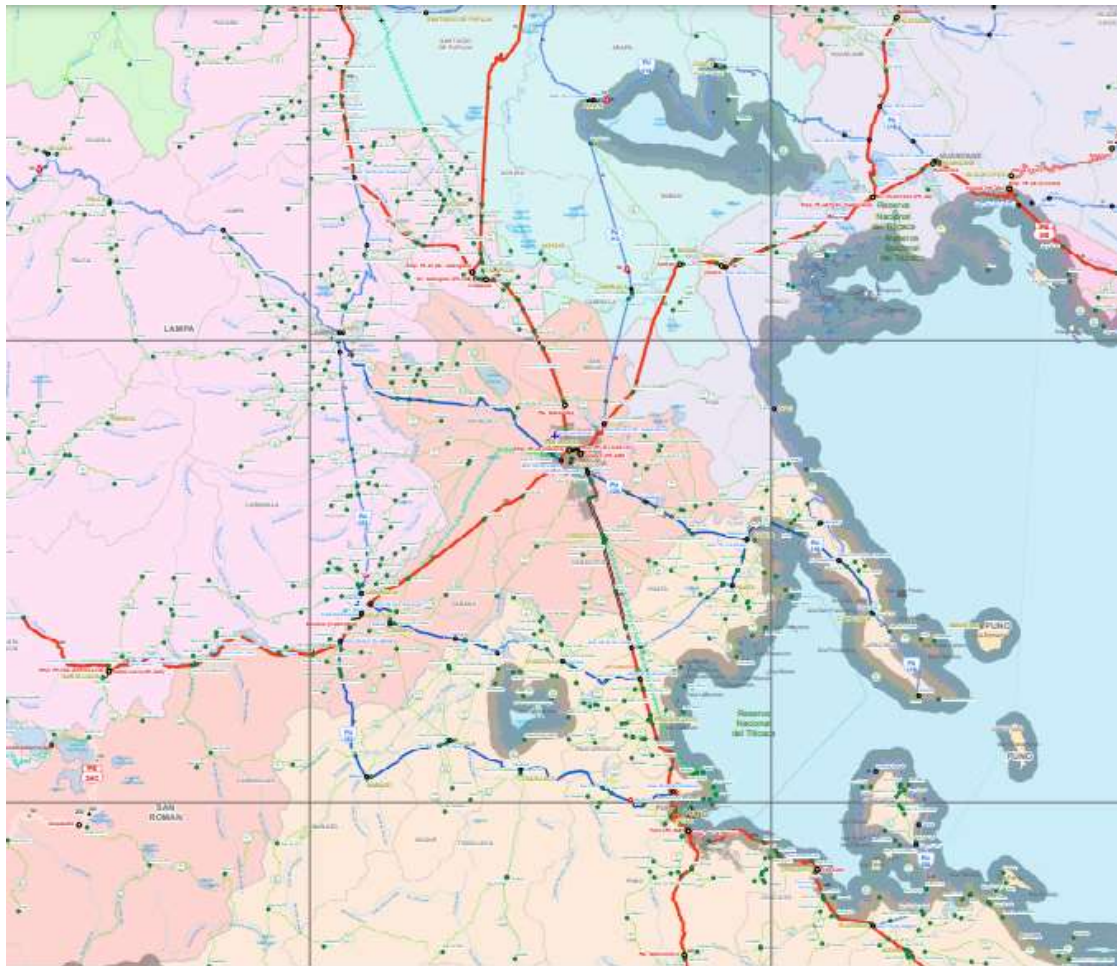


Figura 11: Mapa Red Vial Provincia de San Román.

Fuente: Sistema Nacional de Carreteras (SINAC)

Muestra

En base a lo señalado por (Vara, 2015, pág. 226), “El muestreo no probabilístico intencional o por criterio se realiza sobre la base del conocimiento y criterios del investigador. son técnicas que siguen otros criterios de selección”. En tal sentido la muestra se obtuvo de Alta Incidencia de Inseguridad Vial en la carretera del proyecto: Ruta Nacional PE-3S, ubicado entre los distritos de Juliaca y Calapuja, Provincia de San Román y Lampa, departamento de Puno.

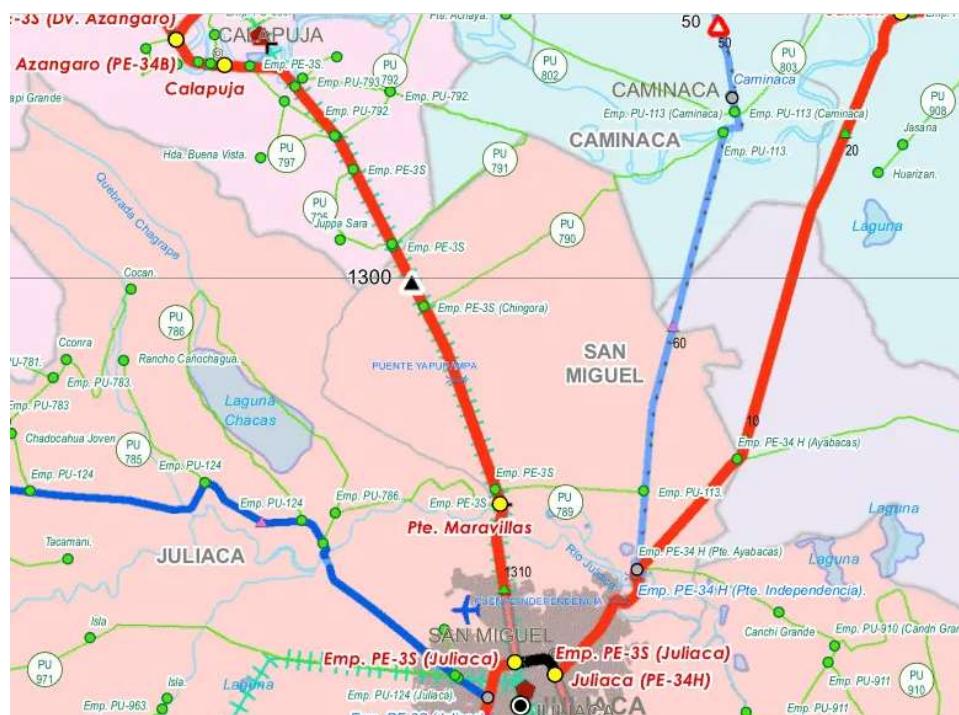


Figura 12: Mapa Red Vial Ruta Nacional PE-3S Calapuja - Juliaca

Fuente: Sistema Nacional de Carreteras (SINAC)

a fin de obtener datos de la incidencia de deflexiones en la carretera, Las cuales constituyen la muestra del presente estudio. Cabe mencionar que el área de estudio es de 17.4 km.

Tabla 7: Coordenadas geográficas y coordenadas UTM de la Muestra

Progresiva	Descripción	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18S		
		Longitud	Latitud	Este	Norte	Cota
Km 1301+000	Calapuja	70°11'12.18"O	15°20'2.19"S	372611.36	8304389.13	3844
Km 1303+000	Pte. Maravillas	70° 8'24.99"O	15°26'11.36"S	377657.15	8293071.40	3828

Muestreo

El tipo de muestreo del presente estudio, (Otzen & Manterola, 2017, pág. 230) “no probabilística, se tomara las muestras a la elección de los sujetos de estudio será de acuerdo al criterio del investigador, donde puede ser Intencional, por conveniencia o accidental”. En ese sentido, el tipo de muestreo da a entender a la técnica de elección, es independiente a un cálculo estadístico, sino va más según sea el criterio y la conveniencia del investigador, así como también a la normatividad vigente, lo cual se refleja en el proceso de toma de elecciones del investigador.



Figura 13: Tramo de estudio C.P. Chingora - Sector Mucra

A fin de obtener datos para la investigación de muestreo, para el presente estudio. Cabe mencionar que el área de estudio es desde el C.P. Chingora - Sector Mucra del km 1301+000 al km 1303+000 de 2 km en ambos carriles.

Tabla 8: Coordenadas geográficas y coordenadas UTM del Muestreo

Progresiva	Descripción	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM WGS84 – Zona 18S		
		Longitud	Latitud	Este	Norte	Cota
Km 1301+000	C.P. Chingora	70°09'30.50"O	15°22'56.19"S	375672.193	8298377.83	3844
Km 1303+000	Sector Mucra	70°09'30.38"O	15°22'34.05"S	376421.305	8296527.14	3828

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Según, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 290) “la recolección de datos es mediante la observación, que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”. Por lo que, para la recopilación de la información se hará uso de la observación y toma de datos para dar alcance de las posibles soluciones a los problemas identificados, así como también probar las hipótesis dadas. Por otro lado, las fuentes de información como bases teóricas para cada variable llegando a utilizar las fichas bibliográficas, finalmente se tiene la técnica de la cuasi experimentación.

Instrumentos de recolección de datos

Según, (Mendoza & Avila, 2020, pág. 51) menciona que “El instrumento de recolección de datos está orientado a crear las condiciones para la medición. Los datos son conceptos que expresan una abstracción del mundo real, de lo sensorial, susceptible de ser percibido por los sentidos de manera directa o indirecta, donde todo lo empírico es medible”. En lo que se refiere a los instrumentos de recolección de datos se usaran formatos desarrollados en cada muestra para medir resultados, por lo que se menciona lo siguiente:

- Formatos de Recolección de Datos (Indicadores de la V. Independiente)
- Fichas de Resultados de Laboratorio (Ensayos)

Tabla 9: Lista de formatos de recolección de datos

ítem	Formatos de recolección de datos
01	Estudio de Trafico
02	Índice de Condición del Pavimento
03	deflexión de vigas de Benkelman

Tabla 10: Lista de ficha de recolección de datos

ítem	Fichas de Resultados de Laboratorio
01	Índice de Condición del Pavimento
02	deflexión de vigas de Benkelman

Confiabilidad

Según, (López & Sandoval, 2016) “se refiere al grado de confianza que existe en el instrumento para obtener iguales o similares resultados, aplicando las mismas preguntas acerca del mismo fenómeno”. En lo que referimos a la confiabilidad da a la referencia de la aplicación repetida o consecuyente de un objeto que será estudiado, ya que al ser analizado constantemente tendrá que otorgar resultados con similitudes entre sí, dando confianza sobre los resultados obtenidos.

Validez

Según, (Cardona, Vélez, & Tobón, 2016, pág. 431) “La validez se conceptualiza como la capacidad de medición o la clasificación de una metodología o un instrumento se realizó mediante juicio de expertos. Los revisores expertos de tres profesionales”. Por lo que los instrumentos al ser utilizados son sometidos a una validación de expertos o especialistas (Fichas de Recolección de Datos) en el área de infraestructuras viales, donde se encargan de revisar y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación, basados en la normatividad vigente.

3.5. Procedimientos

Desarrollo del Objetivo General, respecto al análisis de los factores que inciden en la deflexión estructural del pavimento flexible que influyen en su Ciclo de Vida Útil.

Para este objetivo general, el desarrollo de la presente investigación se considera la ubicación de un proyecto vial que requiere determinar lo factores externos que afecta en su ciclo de vida útil del pavimento, por el factor de tráfico, factor de carga y factor climático. En tal sentido, se evaluó el estado del pavimento flexible, ubicado en la carretera de Calapuja a Juliaca del Km 1301+000.00 al Km+1303.000.00 en ambos sentidos de la carretera. En ese sentido, se planteó en la presente investigación, ya que las investigaciones respecto al ciclo de vida útil del pavimento es poca en muestra región. En base a lo señalado con ensayos no destructibles para lo cual se consideró dos métodos: el Índice de Condición del Pavimento y deflexometría con la viga de Benkelman. De igual manera se realizó el estudio de clasificación vehicular y registro de carga vehicular. Esos datos serán llevadas al gabinete para

efectuar los resultados y efectuar la determinación e interpretación correspondiente de los valores dados.

Para lo cual se procedió con las etapas de procedimiento de la siguiente manera:

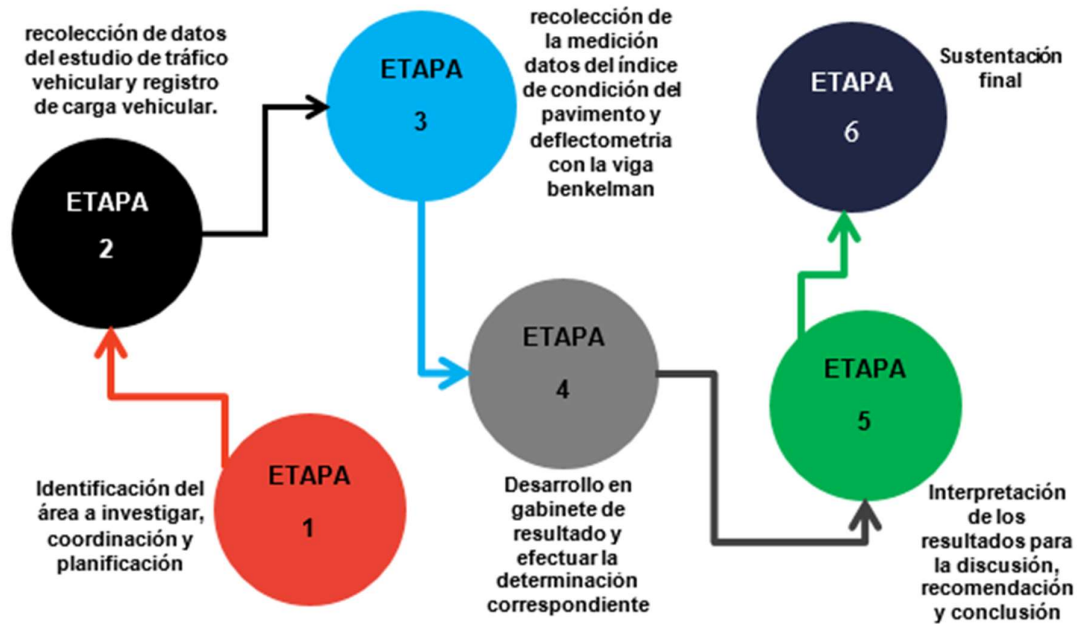


Figura 14: Etapas de procedimiento de investigación

De tal manera se generó un cronograma de trabajo en función a las etapas de procedimiento de la siguiente manera:

Tabla 11: Cronograma de desarrollo mensual por etapas

Item	Descripción	Mensual			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de la area de estudio Coordinación y planificación Estudio de tráfico vehicular 				
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> Registro de carga vehicular por ejes Medición de datos con índice de condición del pavimento 				
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> Medición de datos de la deflexión con viga benkelman 				
Etapa 4	<ul style="list-style-type: none"> Procesamiento de datos en gabinete 				
Etapa 5	<ul style="list-style-type: none"> Interpretación de los resultados 				
Etapa 6	<ul style="list-style-type: none"> Sustentación de tesis 				

Desarrollo del Objetivo Especifico 1, respecto al Análisis del factor de tráfico para determinar el estado superficial del pavimento superficial que influye en su Ciclo de Vida Útil.

Para este primer objetivo específico, el desarrollo de la presente investigación evaluar el estado superficial del pavimento. Mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), de acuerdo a la norma ASTM D6433-03, de igual manera se realizó el estudio de tránsito según MTC, ubicado en la carretera de Calapuja a Juliaca del Km 1301+000 al Km+1303.000 en ambos sentidos de la carretera.

Procedimiento de elaboración del estudio de tráfico.

Primeramente, se realizó con el estudio de tráfico vehicular en campo en tal sentido se tuvo que realizar el aforo vehicular, según al formato del MTC, durante una semana de lunes a domingo en el km 1303+000 en ambos sentidos de la carretera Calapuja - Juliaca.



Figura 15: Estudio de tráfico vehicular carril derecho



Figura 16: Estudio de tráfico vehicular Carril izquierdo

Luego, se procedió a procesar en gabinete para la determinación del resumen semanal del flujo vehicular que circula por la carretera.

Tabla 12: Resumen del Índice medio diario semanal (IMDs)

DIAGRAMA VEHICULAR	LUNES 28/02/2022	MARTES 01/03/2022	MIERCOLES 02/03/2022	JUEVES 03/03/2022	VIERNES 04/03/2022	SABADO 05/03/2022	DOMINGO 06/03/2022	TOTAL	%	
AUTO	1210	844	957	1087	938	1013	943	6,992	15%	
STATION WAGON	669	306	290	320	303	312	340	2,540	5%	
PICK UP	859	920	971	957	938	922	1083	6,650	14%	
CAMIONETAS	313	201	231	275	248	199	180	1,647	4%	
PANEL										
RURAL										
Combi	1131	1105	1068	1102	873	1006	1236	7,521	16%	
MICRO	308	317	311	313	248	284	344	2,125	5%	
BUS	2 E	162	157	177	192	1127	1155	4,105	9%	
>=3 E	301	327	319	347	310	319	357	2,280	5%	
2 E	92	99	133	174	156	134	219	1,007	2%	
CAMION	3 E	294	302	310	329	300	259	302	2,096	5%
4 E	109	104	197	230	333	144	217	1,334	3%	
2S1 /2S2	291	302	309	440	288	278	352	2,260	5%	
SEMI	2S3	285	173	173	128	137	147	1,241	3%	
TRAYLER	3S1/3S2	203	186	155	126	161	156	1,203	3%	
>= 3S3	191	174	186	155	155	172	222	1,255	3%	
2T2	135	137	155	102	129	115	115	888	2%	
TRAYLER	2T3	63	56	62	52	60	57	81	431	1%
3T2	37	31	33	40	62	75	102	380	1%	
>=3T3	31	26	27	42	33	48	61	268	1%	
TOTAL	6684	5767	6064	6411	6799	6795	7703	46,223	100%	

De igual manera para el desarrollo del cálculo de índice medio diario semanal (IMDs), para los vehículos livianos y pesados, de acuerdo al promedio de aforo durante los 7 días de la semana. Por ello se aplicó la siguiente fórmula.

$$IMDs = \sum Vi / 7$$

Donde:

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico.

En ese sentido se muestra los resultados de la siguiente manera:

Tabla 13: Resultados de estudio de tráfico de vehículos livianos el (IMDs)




















DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	
			PICK UP 	PANEL 	COMBI RURAL 		
28/02/2022	IDA	612	340	442	152	530	147
	VUELTA	598	329	417	161	601	161
	TOTAL	1210	669	859	313	1131	308
01/03/2022	IDA	406	149	467	100	511	156
	VUELTA	438	157	453	101	594	161
	TOTAL	844	306	920	201	1105	317
02/03/2022	IDA	456	145	476	113	513	154
	VUELTA	501	145	495	118	555	157
	TOTAL	957	290	971	231	1068	311
03/03/2022	IDA	532	167	475	135	543	155
	VUELTA	555	153	482	140	559	158
	TOTAL	1087	320	957	275	1102	313
04/03/2022	IDA	459	144	459	123	451	123
	VUELTA	479	159	479	125	422	125
	TOTAL	938	303	938	248	873	248
05/03/2022	IDA	499	156	461	104	497	140
	VUELTA	514	156	461	95	509	144
	TOTAL	1013	312	922	199	1006	284
06/03/2022	IDA	465	166	536	93	632	169
	VUELTA	478	174	547	87	604	175
	TOTAL	943	340	1083	180	1236	344
IMDs	IDA	489.857	181.000	473.714	117.143	525.286	149.143
	VUELTA	509.000	181.857	476.286	118.143	549.143	154.429
	TOTAL	998.857	362.857	950.000	235.286	1074.429	303.571

Tabla 14: Resultados de estudio de tráfico de vehículos pesados el (IMDs)

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL		BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			
		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3
										
28/02/2022	IDA	84	156	47	141	56	148	141	104	92
	VUELTA	78	145	45	153	53	143	144	99	99
	TOTAL	162	301	92	294	109	291	285	203	191
01/03/2022	IDA	83	172	47	149	60	155	88	91	80
	VUELTA	74	155	52	153	44	147	85	95	94
	TOTAL	157	327	99	302	104	302	173	186	174
02/03/2022	IDA	84	167	64	150	98	152	88	91	80
	VUELTA	93	152	69	160	99	157	85	95	75
	TOTAL	177	319	133	310	197	309	173	186	155
03/03/2022	IDA	96	177	94	155	109	219	66	63	73
	VUELTA	96	170	80	174	121	221	62	63	82
	TOTAL	192	347	174	329	230	440	128	126	155
04/03/2022	IDA	522	146	85	153	168	145	68	76	80
	VUELTA	605	164	71	147	165	143	69	85	75
	TOTAL	1127	310	156	300	333	288	137	161	155
05/03/2022	IDA	578	157	69	134	68	136	74	71	88
	VUELTA	577	162	65	125	76	142	73	85	84
	TOTAL	1155	319	134	259	144	278	147	156	172
06/03/2022	IDA	570	179	98	154	112	171	102	102	115
	VUELTA	565	178	121	148	105	181	96	114	107
	TOTAL	1135	357	219	302	217	352	198	216	222
IMDs	IDA	288.143	164.857	72.000	148.000	95.857	160.857	89.571	85.429	86.857
	VUELTA	298.286	160.857	71.857	151.429	94.714	162.000	87.714	90.857	88.000
	TOTAL	586.429	325.714	143.857	299.429	190.571	322.857	177.286	176.286	174.857

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL		TRAYLER			
		2T2	2T3	3T2	>=3T3
					
28/02/2022	IDA	61	29	17	15
	VUELTA	74	34	20	16
	TOTAL	135	63	37	31
01/03/2022	IDA	63	25	13	12
	VUELTA	74	31	18	14
	TOTAL	137	56	31	26
02/03/2022	IDA	64	31	14	11
	VUELTA	65	31	19	16
	TOTAL	129	62	33	27
03/03/2022	IDA	54	26	25	18
	VUELTA	48	26	15	24
	TOTAL	102	52	40	42
04/03/2022	IDA	64	29	32	12
	VUELTA	65	31	30	21
	TOTAL	129	60	62	33
05/03/2022	IDA	55	27	36	25
	VUELTA	60	30	39	23
	TOTAL	115	57	75	48
06/03/2022	IDA	55	35	52	36
	VUELTA	60	46	50	25
	TOTAL	115	81	102	61
IMDs	IDA	59.429	28.857	27.000	18.429
	VUELTA	63.714	32.714	27.286	19.857
	TOTAL	123.143	61.571	54.286	38.286

De tal manera, que los resultados del cálculo del índice medio diario semanal (IMDS), muestra dentro de los vehículos livianos con más transitabilidad la combi rural y dentro de los vehículos pesados bus 2E, debido que es una carretera departamental.

De igual manera para el desarrollo del cálculo de índice medio diario anual (IMDa), para los vehículos livianos y pesados, por el factor de corrección estacional por unidad de peaje. Por ello se aplicó la siguiente formula.

$$\text{IMDa} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

Donde:

IMDS: representa el Índice Medio Diario Semanal.

FC: representa el Factor de Corrección Estacional.




Para la determinación del índice medio diario anual se trabajó con el factor de carga estacional, con las estaciones de peajes de Ayaviri y San Antón del mes de diciembre. De la siguiente manera:

Tabla 15: Factor de corrección estacional por peajes

ESTACION DE PEAJE	TIPO DE VEHICULO	FACTO DE CORRECCIÓN (FC)
		DICIEMBRE
AYAVIRI	Vehículo liviano	0.973343611166582
	Vehículo pesado	0.993278494693347
SAN ANTÓN	Vehículo liviano	0.880886297376093
	Vehículo pesado	0.968175968222443

Primeramente, se realiza el cálculo del índice diario anual (IMDa), con la estación de peaje de Ayaviri para vehículos livianos y pesados.

Tabla 16: Resultados del (IMDa) de vehículos livianos peaje - Ayaviri

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	
			PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		
IMDs	IDA	489.857	181.000	473.714	117.143	525.286	149.143

	VUELTA	509.000	181.857	476.286	118.143	549.143	154.429
	TOTAL	998.857	362.857	950.000	235.286	1074.429	303.571
	IDA	476.799	176.175	461.087	114.020	511.283	145.167
IMDa	VUELTA	495.432	177.009	463.590	114.994	534.505	150.312
	TOTAL	972.231	353.185	924.676	229.014	1045.788	295.479
2022	TOTAL	972.000	353.000	925.000	229.000	1046.000	295.000

Tabla 17: Resultados del (IMDa) de vehículos pesado peaje - Ayaviri

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
IMDs	IDA	288.143	164.857	72.000	148.000	95.857	160.857	89.571	85.429	86.857	59.429	28.857	27.000	18.429
	VUELTA	298.286	160.857	71.857	151.429	94.714	162.000	87.714	90.857	88.000	63.714	32.714	27.286	19.857
	TOTAL	586.429	325.714	143.857	299.429	190.571	322.857	177.286	176.286	174.857	123.143	61.571	54.286	38.286
IMDa	IDA	286.206	163.749	71.516	147.005	95.213	159.776	88.969	84.854	86.273	59.029	28.663	26.819	18.305
	VUELTA	296.281	159.776	71.374	150.411	94.078	160.911	87.125	90.246	87.409	63.286	32.494	27.102	19.724
	TOTAL	582.487	323.525	142.890	297.416	189.291	320.687	176.094	175.101	173.682	122.315	61.158	53.921	38.028
2022	TOTAL	582.000	324.000	143.000	297.000	189.000	321.000	176.000	175.000	174.000	122.000	61.000	54.000	38.000

De igual manera, se realiza el cálculo del índice diario anual (IMDa), con la estación de peaje de San Antón para vehículos livianos y pesados.

Tabla 18: Resultados del (IMDa) de vehículos livianos peaje – San Antón

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	
IMDs	IDA	489.857	181.000	473.714	117.143	525.286	149.143
	VUELTA	509.000	181.857	476.286	118.143	549.143	154.429
	TOTAL	998.857	362.857	950.000	235.286	1074.429	303.571
IMDa	IDA	431.508	159.440	417.288	103.190	462.717	131.378
	VUELTA	448.371	160.195	419.554	104.070	483.732	136.034
	TOTAL	879.880	319.636	836.842	207.260	946.449	267.412
2022	TOTAL	880.000	320.000	837.000	207.000	946.000	267.000

Tabla 19: Resultados del (IMDa) de vehículos pesado peaje – San Antón

DIAS DE ESTUDIO DE CONTROL	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
IMDs	IDA	288.143	164.857	72.000	148.000	95.857	160.857	89.571	85.429	86.857	59.429	28.857	27.000	18.429
	VUELTA	298.286	160.857	71.857	151.429	94.714	162.000	87.714	90.857	88.000	63.714	32.714	27.286	19.857
	TOTAL	586.429	325.714	143.857	299.429	190.571	322.857	177.286	176.286	174.857	123.143	61.571	54.286	38.286
IMDa	IDA	278.973	159.611	69.709	143.290	92.807	155.738	86.721	82.710	84.093	57.537	27.939	26.141	17.842
	VUELTA	288.793	155.738	69.570	146.610	91.700	156.845	84.923	87.966	85.199	61.687	31.673	26.417	19.225
	TOTAL	567.766	315.349	139.279	289.900	184.507	312.583	171.644	170.676	169.292	119.224	59.612	52.558	37.067
2022	TOTAL	568.000	315.000	139.000	290.000	185.000	313.000	172.000	171.000	169.000	119.000	60.000	53.000	37.000

De acuerdo, los resultados obtenidos por el factor de corrección de cada unidad de peaje muestran el índice medio diario anual (IMDa), de la siguiente manera: Peaje Ayaviri (IMDa) = 6,476.00 Veh/día y para Peaje San Antón (IMDa) = 6,048.00 Veh/día.

Procedimiento de la evaluación de daños del pavimento con la metodología PCI.

Continuando posteriormente con la elaboración de la solicitud mediante la Carta N° 003-2022/UCV-LIMANORTE/OHQCH, para la coordinación y realización de identificación, efectuarse mediante la inspección visual en campo. de tal manera se inicia con la identificación de tipos de daños y anotación de campo para la determinación del estado superficial del pavimento flexible, según la metodología índice de la condición del pavimento (PCI) y su norma ASTM 6433-07.

Primeramente, para el procedimiento de identificación de tipos de daños, según la norma ASTM 6433-07. Teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos.

Tabla 20: Formato de recolección de datos (ficha patrón)

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)										ESQUEMA		
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.												
HOJA DE REGISTRO												
Nombre de la vía:		_____										
Ejecutor:		_____										
Progresiva:		_____ al _____				Ancho: _____		_____ m				
Area:		_____ m2				Unidad de muestra:		_____				
Fecha:		_____ Sección: _____										
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO									
1	Piel de cocodrilo.	13	Huecos.									
2	Exudación.	14	Cruce de y/a férrea.									
3	Agrietamiento en bloque.	15	Ahuellamiento.									
4	Abultamientos y hundimientos.	16	Desplazamiento.									
5	Corrugación.	17	Grieta parabólica (slippage)									
6	Depresión.	18	Hinchamiento.									
7	Grieta de borde.	19	Desprendimiento de agregados.									
8	Grieta de reflexión de junta.											
9	Desnivel carril / berma.											
10	Grietas long y transversal											
11	Parqueo.											
12	Pulimento de agregados.											
						SEVERIDAD						
						L :	Low	Bajo				
						M :	Medium	Medio				
						H :	High	Alto				
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor deducido
1												
3												
7												
10												
11												
15												
										TOTAL		

El método indica para Carreteras con capa de rodadura asfáltica el ancho máximo de calzada debe ser de 13.20 m. El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. el Cuadro de representación de algunas relaciones de longitud y ancho de calzada pavimentada. Se muestra de la siguiente manera.

Tabla 21: Longitud de unidades de muestreo

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (max)	31.50

Seguidamente, para la unidad de muestreo, se establece ya que la carretera contempla con un ancho de calzada de 6.00 m. Para lo cual en función a la tabla de longitud de unidad de muestreo una longitud de 40 m.

Aplicando la ecuación de unidades de muestra a evaluar de la siguiente manera:

$$N = \frac{l}{lm}$$

Donde:

L: longitud de la vía de estudio.

Lm: longitud de unidad de muestreo.

$$N = 2,000.00 \text{ m} / 40.00 \text{ m}$$

$$\mathbf{N = 50}$$

De tal manera para la determinación de las unidades de muestreo se emplea la siguiente ecuación:

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la selección del pavimento.

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

$$n = \frac{50 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (50 - 1) + 10^2}$$

$$\mathbf{n = 12}$$

para el intervalo de muestras se aplica la ecuación de la siguiente manera:

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

Donde:

I: Intervalo de muestreo

N: Número total de unidades de muestreo en la selección del pavimento.

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

$$i = \frac{50}{12}$$

$$\mathbf{i = 4}$$

Por lo tanto, se identificó los daños al pavimento en una longitud de 2,000 m y/o 2 km en ambos carriles de la carretera con un ancho de calzada de 6.60 m. con una unidad de muestra de 40.00 m. de tal manera se inicia con la identificación de tipos de daños y recolección de datos de la siguiente manera:

Identificación de los daños de tipo de piel de cocodrilo que se muestra de la siguiente manera:



Figura 17: *Daño tipo Piel de cocodrilo*

Luego de igual manera, se identificó los daños de tipo agrietamiento en bloque que se muestra de la siguiente manera:



Figura 18: *Daño tipo agrietamiento en bloque*

De tal manera, se identificó los daños de tipo grietas longitudinales y transversal que se muestra de la siguiente manera:



Figura 19: Daño tipo grietas longitudinales y transversal

En tal sentido la recolección de datos en campo se tomaron lecturas dentro de la ficha patrón en toda la carretera desde el km 1301+000 al km 1303+000 de la siguiente manera:

Tabla 22: Recolección de Datos del carril Derecho

Area:		262.4 m ²		Progresiva :		km 1301+000 al km 1301+040		Carril:		DERECHO						
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado		
1	L	24.9											24.9	6.63	GEOTECNIA PUNO	
3	L	1.2											1.2	6.63	GEOTECNIA PUNO	
10	L	6.55	6.55											13.1	6.63	GEOTECNIA PUNO
Area:		265.2 m ²		Progresiva :		km 1301+500 al km 1301+540		Carril:		DERECHO						
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado		
1	M	0.8	5.18	1.89	0.72	4.68	1.76	0.7	1.44	1.92	5.85	24.9	6.63	GEOTECNIA PUNO		
4	L	1											1	6.63	GEOTECNIA PUNO	
3	M	24.5											24.5	6.63	GEOTECNIA PUNO	
10	M	6.63	6.63	4.3	6.63						24.2	6.63	GEOTECNIA PUNO			
Area:		264 m ²		Progresiva :		km 1302+000 al km 1302+040		Carril:		DERECHO						
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado		
1	M	6.76	2.88	11.2	0.95						21.8	6.60	GEOTECNIA PUNO			
1	L	1.4											1.4	6.60	GEOTECNIA PUNO	
10	L	6.6											6.6	6.60	GEOTECNIA PUNO	
7	L	1	0.4									1.4	6.60	GEOTECNIA PUNO		
Area:		2.64 m ²		Progresiva :		km 1302+500 al km 1302+540		Carril:		DERECHO						
Daño	Severidad	Cantidades parciales										Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado		
4	M	21.6											21.6	6.60	GEOTECNIA PUNO	

7	M	3.7				3.7	6.60	GEOTECNIA PUNO
10	M	1.4	1.3			2.7	6.60	GEOTECNIA PUNO

De igual manera la recolección de datos en campo se tomaron lecturas en el carril izquierdo de la siguiente manera:

Tabla 23: Recolección de Datos del carril Izquierdo

Area:		Progresiva :					Carril:		
264 m ²		km 1301+000 al km 1301+040					IZQUIERDO		
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado
7	L	2.7					2.7	6.60	GEOTECNIA PUNO
8	M	3					3	6.60	GEOTECNIA PUNO
10	M	6	4.65	2.7	5.4		18.75	6.60	GEOTECNIA PUNO
Area:		Progresiva :					Carril:		
264 m ²		km 1301+500 al km 1301+540					IZQUIERDO		
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado
1	M	14	0.7				14.7	6.60	GEOTECNIA PUNO
3	M	192	24				216	6.60	GEOTECNIA PUNO
11	M	2	1.8	0.6	1.2		5.6	6.60	GEOTECNIA PUNO
Area:		Progresiva :					Carril:		
264 m ²		km 1302+000 al km 1302+040					IZQUIERDO		
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado
1	L	2.8	14.4	5			22.2	6.60	GEOTECNIA PUNO
1	M	14.4					14.4	6.60	GEOTECNIA PUNO
10	M	4.05	0.77				4.815	6.60	GEOTECNIA PUNO
11	M	3.3					3.3	6.60	GEOTECNIA PUNO
Area:		Progresiva :					Carril:		
264m ²		km 1302+500 al km 1302+540					IZQUIERDO		
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Ancho de carril (m)	Impeccionado
3	M	62.9					62.9	6.60	GEOTECNIA PUNO
7	M	3					3	6.60	GEOTECNIA PUNO
8	M	1.8	0.75				2.55	6.60	GEOTECNIA PUNO
9	M	6.84					6.84	6.60	GEOTECNIA PUNO
10	M	4.8					4.8	6.60	GEOTECNIA PUNO

Después de registrar todo tipo de daños en el campo, sumamos todo tipos de daños que tienen la misma severidad y daño, para luego determinar la densidad que es la división de la cantidad total de cada tipo de daño entre el total de área de la unidad de muestra y se expresa en porcentaje de la siguiente manera.

$$Densidad = \frac{\sum to}{A} \times 100$$

Donde:

D: Densidad (%)

Σ **to:**Total de unidades de daño.

A: Área de muestreo a evaluar.

Tabla 24: Determinación de la densidad (%) en el carril carril Derecho

Area: 262.4 m ²		Carril: DERECHO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
1	L	24.90	9.49%
3	L	1.20	0.46%
10	L	13.10	4.99%

Area: 265.2 m ²		Carril: DERECHO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
1	M	24.90	9.40%
4	L	1.00	0.38%
3	M	24.50	9.25%
10	M	24.20	9.12%

Area: 264 m ²		Carril: DERECHO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
1	M	21.80	8.27%
1	L	1.40	0.53%
10	L	6.60	2.50%
7	L	1.40	0.53%

Area: 264 m ²		Carril: DERECHO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
4	M	21.60	8.18%
7	M	3.70	1.40%
10	M	2.70	1.02%

Tabla 25: Determinación de la densidad (%) en el carril Izquierdo

Area: 264 m ²		Carril: IZQUIERDO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
7	L	2.7	1.20%
8	M	3	1.33%
10	M	18.8	8.33%

Area: 264 m ²		Carril: IZQUIERDO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)

1	M	14.7	5.57%
3	M	216	81.82%
11	M	5.6	2.12%

Area: 264 m ²		Carril: IZQUIERDO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
1	L	22.2	8.41%
1	M	14.4	5.54%
10	M	4.82	1.82%
11	M	3.3	1.25%

Area: 264 m ²		Carril: IZQUIERDO	
Daño	Severidad	Total	Densidad (%)
3	L	62.9	23.83%
7	M	3	1.14%
8	M	2.55	0.97%
9	M	6.84	2.59%
10	L	4.8	1.82%

Una vez efectuado con los resultados de las densidades y las cantidades totales por cada tipo de daño y severidad, se determinará el valor deducido, de cada muestra por carril desde el km 1301+000 al km 1302+000. Dentro de las cuales se corregirán para determinar la condición superficial del pavimento, con los siguientes ábacos establecidos dentro de la norma ASTM 6433-07. De la siguiente manera:



Figura 20: Valor deducido piel de cocodrilo

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)



Figura 21: Valor deducido Agrietamiento en bloque.

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)

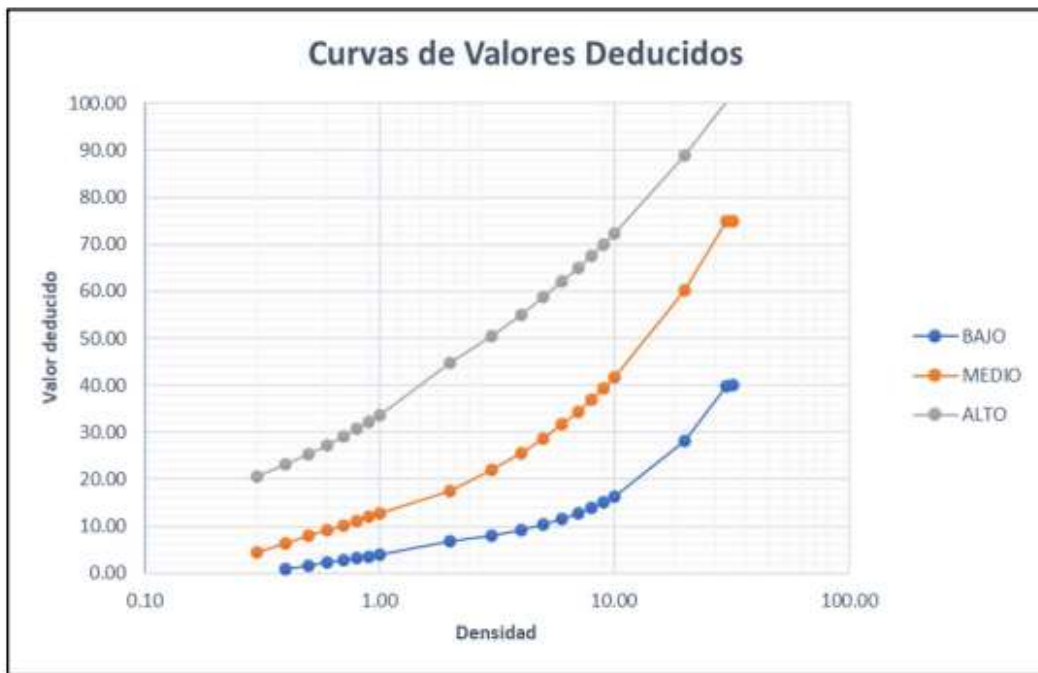


Figura 22: Valor deducido Abultamiento y Hundimiento

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)



Figura 23: Valor deducido grieta de borde

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)



Figura 24: Valor deducido grieta de deflexión de junta

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)



Figura 25: Valor deducido Desnivel Carril – Berma

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)

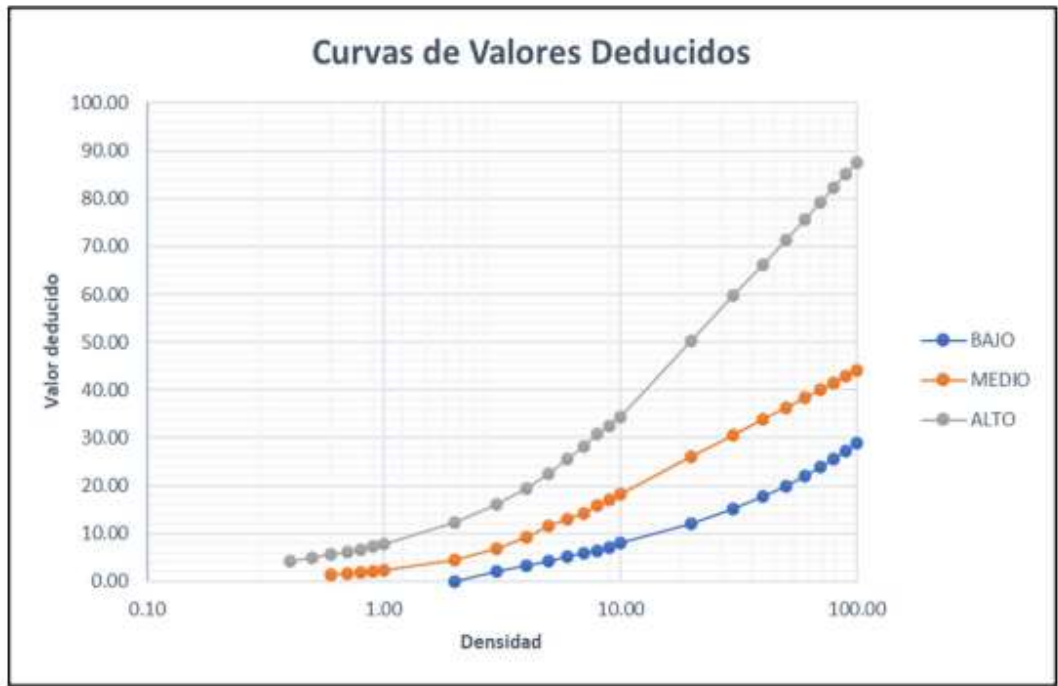


Figura 26: Valor deducido grietas longitudinales y transversales

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)



Figura 27: Valor deducido Parcheo

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)

Seguidamente, se procede a calcular los valores deducido corregidos, para determinar estos valores se empleará el grafico de valores deducidos corregidos establecidos dentro de la norma ASTM 6433-07. De la siguiente manera:



Figura 28: Valor deducido corregidos

Fuente: (Adaptación de Vásquez, 2002)

A continuación, se muestra los valores deducidos corregidos de cada muestra, de los cuales se toma el valor máximo, y al restar del número 100, representará el valor de la condición del pavimento.

Tabla 26: Valores deducidos corregido en el carril derecho

Area: 262.4m ²		Progresiva : km 1301+000 al km 1301+040						Carril: DERECHO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	32	6						38	2	26
2	32	2						34	1	33
Máximo VDC										33

Area: 265.2m ²		Progresiva : km 1301+500 al km 1301+540						Carril: DERECHO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	49	18	16					83.12	3	52
2	49	18	2					69	2	49
3	49	2	2					53	1	54
Máximo VDC										54

Area: 264m ²		Progresiva : km 1302+000 al km 1302+040						Carril: DERECHO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	47	6						53	2	38
2	47	2						49	1	51
Máximo VDC										51

Area: 264m ²		Progresiva : km 1301+000 al km 1301+040						Carril: DERECHO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	36	6						42	2	33
2	36	2						38	1	40
Máximo VDC										40

Tabla 27: Valores deducidos corregido en el carril izquierdo

Area: 225.2m ²		Progresiva : km 1301+000 al km 1301+040						Carril: IZQUIERDO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	17	3	3					23	3	11
2	17	3	2					22	2	18
3	17	2	2					21	1	21
Máximo VDC										21

Area: 265.2m ²		Progresiva : km 1301+500 al km 1301+540						Carril: IZQUIERDO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	42	41	15					98	3	62
2	42	41	2					85	2	59
3	42	2	2					46	1	48
Máximo VDC										62

Area: 264m ²		Progresiva : km 1302+000 al km 1302+040						Carril: IZQUIERDO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	41	31	11	5				88	4	49
2	41	31	11	2				85	3	52
3	41	31	2	2				76	2	55
4	41	2	2	2				47	1	48
Máximo VDC										55

Area: 264m ²		Progresiva : km 1301+000 al km 1301+040						Carril: IZQUIERDO		
#	Valores deducidos							Total	q	VDC
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7			
1	15	5	4					24	3	12
2	15	5	2					22	2	21
3	15	2	2					19	1	19
Máximo VDC										21

Finalmente, para determinar el PCI se obtendrá de acuerdo a los valores máximo obtenidos de la siguiente manera: $PCI = 100 - VDC \text{ max}$, donde la clasificación de condiciones del estado del pavimento establecido en la Tabla 2 muestra los valores y la clasificación de daños.

Así mismo, se tiene los valores del índice de condición de pavimento de cada carril de la siguiente manera:

Tabla 28: Resultados del PCI y clasificación del pavimento carril derecho

AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	DVC	PCI	CLASIFICACION
262.4	U1	1301+000	1301+040	7.2	33	67	Bueno
265.2	U2	1301+500	1301+540	5.7	54	46	Regular
264.0	U3	1302+000	1302+040	5.9	51	49	Regular
264.0	U4	1302+500	1302+540	6.9	40	60	Bueno

Tabla 29: Resultados del PCI y clasificación del pavimento carril derecho

AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	DVC	PCI	CLASIFICACION
225.2	U1	1301+000	1301+040	8.6	21	79	Muy Bueno
264.0	U2	1301+500	1301+540	6.3	62	38	Pobre
264.0	U3	1302+000	1302+040	6.4	55	45	Regular
264.0	U4	1302+500	1302+540	8.8	21	79	Muy Bueno

Finalmente, se muestra el resumen de los resultados por unidad de muestra de la siguiente manera:

Tabla 30: Resumen del promedio del PCI de ambos carriles

PCI	CLASIFICACION	ESTADO %	PCI prom.
79	Muy Bueno	35%	57 ESTADO BUENO
64	Bueno	28%	
47	Regular	20%	
38	Pobre	17%	

De tal manera por el tipo de intervención necesaria que requiere el pavimento en función del estado promedio del PCI con 57 estado bueno se muestra den la siguiente figura.

Unidad de muestra	Tipo de intervención
100 - 85	Mantenimiento rutinario
85 - 70	
70 - 55	
55 - 40	Mantenimiento periódico
45 - 25	
25 - 10	Rehabilitación
10 - 0	Reconstrucción

Figura 29: Grafico del PCI en su estado superficial

Fuente: Instituto del asfalto

Desarrollo del Objetivo Especifico 2, respecto al Análisis del factor de Carga para determinar la condición estructural del pavimento flexible que influye en su Ciclo de Vida Útil.

Para este segundo objetivo específico, el desarrollo de la presente investigación determinar el estado estructural del pavimento. Mediante el ensayo no destructible con el método deflexometría con la viga de Benkelman, según lo dispuesto en la norma o especificación MTC E 1002-2000. Ubicado en la carretera de Calapuja a Juliaca del Km 1301+000.00 al Km+1303.000.00 en ambos sentidos de la carretera.

Procedimiento de elaboración de factor carga.

Primeramente, se realizó el cálculo de IMDa por el factor de tipo de vehículo liviano y pesado.

Tabla 31: Cuadro de factores de vehículos del IMDa

TIPO DE VEHICULO		IMDa	TIPO	#	CARGA	TIPO EE	EE (8.2tn)	EE * IMDa	
			EJE		RUEDAS		EJE Tn	(8.2tn)	FLEXIBLE
VEHICULO LIVIANO	AUTO	1 EJE	963.128	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.508
		2 EJE	963.128	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.508
	S. WAGON	1 EJE	349.778	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.184
		2 EJE	349.778	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.184
	PICK UP	1 EJE	916.557	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.483
		2 EJE	916.557	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.483
	PANEL	1 EJE	226.910	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.120
		2 EJE	226.910	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.120
	C. RURAL	1 EJE	1036.453	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.546
		2 EJE	1036.453	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.546
MICRO	1 EJE	292.307	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.154	
	2 EJE	292.307	SIMPLE	2	1	EES1	0.000527	0.154	
BUS	2E	1 EJE	563.902	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	713.542
		2 EJE	563.902	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	1826.075
	>=3 E	1 EJE	313.925	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	397.230
		2 EJE	313.925	TANDEM	6	16	EETA1	1.365945	428.804
CAMIONES	2E	1 EJE	138.553	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	175.321
		2 EJE	138.553	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	448.675
	3E	1 EJE	287.764	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	364.127
		2 EJE	287.764	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	581.057
	4E	1 EJE	183.123	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	231.717
		2 EJE	183.123	TRIDEM	10	23	EETR1	1.508184	276.183
	2S1/2S2	1 EJE	311.018	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	393.552
		2 EJE	311.018	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	1007.165
3 EJE		311.018	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	1007.165	
SEMI-TRAYLER	2S3	1 EJE	170.527	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	215.779
		2 EJE	170.527	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	552.215
		3 EJE	170.527	TRIDEM	12	25	EETR2	1.706026	290.923
	3S1/3S2	1 EJE	169.558	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	214.553
		2 EJE	169.558	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	342.374
	3 EJE	169.558	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	549.078	

TRAILER	>= 3S3	1 EJE	168.589	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	213.327
		2 EJE	168.589	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	340.417
		3 EJE	168.589	TRIDEM	12	25	EETR2	1.706026	287.618
	2T2	1 EJE	118.206	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	149.574
		2 EJE	118.206	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	382.786
		3 EJE	118.206	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	382.786
		4 EJE	118.206	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	382.786
	2T3	1 EJE	59.103	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	74.787
		2 EJE	59.103	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	191.393
		3 EJE	59.103	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	191.393
		4 EJE	59.103	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	119.342
	3T2	1 EJE	52.321	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	66.205
		2 EJE	52.321	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	105.647
		3 EJE	52.321	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	169.430
		4 EJE	52.321	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	169.430
	>=3T3	1 EJE	36.818	SIMPLE	2	7	EES1	1.265367	46.589
		2 EJE	36.818	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	74.344
		3 EJE	36.818	SIMPLE	4	11	EES2	3.238287	119.228
		4 EJE	36.818	TANDEM	8	18	EETA2	2.019213	74.344

Luego se determinó el cálculo del ESALs para el año fiscal de la siguiente manera:

Tabla 32: *Calculo de ESALs actual del pavimento flexible*

Tiempo (años) de vida util del pavimento	Pd	1
Factor "Fca" de veh pesados $Fca = \frac{(1+r)^{Pd}-1}{r}$	Fca	1.000
Nº (Calzadas, sentido, carril por sentido)	1 calzada/2 sentido/1 carril	
Factor direccional	Fd	0.5
Factor de carril	Fc	1
Numero de EE(ejes equivalentes) (ESALs) $\#EE(8.2tn) = 365 \sum (EE * IMDa) * Fca * Fd * Fc$	ESALs para flexible	2,554,287.34

Finalmente, el desarrollo para el pavimento flexible de obtuvo un ESALs de 2,554,287.34 de ejes equivalentes.

Procedimiento de elaboración de la deflexión.

El ensayo contemplo con la elaboración inicial de la solicitud mediante la Carta N° 003-2022/UCV-LIMANORTE/OHQCH, para la coordinación y realización de medición de las deflexiones estructural en campo. de tal manera el laboratorio Geotecnia Puno EIRL, con sus profesionales encargados del laboratorio. Se inicia la medición la anotación de campo y un ayudante que coordine con el conductor

del camión y a la vez de aviso cuando las varillas adosada al camión vaya coincidiendo con las marcas hechas en la viga Benkelman.



Figura 30: *Instalación de la viga Benkelman*

A continuación, se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión y perpendicularmente al eje de la carga, de modo que el extremo de prueba quede en medio de las dos llantas exteriores y exactamente debajo del centro del eje de la rueda.



Figura 31: *Colocación la viga Benkelman al eje de rueda*

Seguidamente, para la anotación de medición se elegidos para la medida de la deflexión máximas a cada 50 m.



Figura 32: Medición de la deflexión

En tal sentido la recolección de datos en campo se tomaron lecturas en los márgenes derecho e izquierdo con las lecturas diales a L₀, L₂₅, L₇₅ y L_{Max}, así mismo se tomaron la temperatura para hacer la corrección de los datos de campo de la siguiente manera:

Tabla 33: Recolección de datos carril izquierdo de la carretera Calapuja – Juliaca

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	LECTURA EN DIAL EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO
		L ₀ (cm)	L ₂₅ (cm)	L ₇₅ (cm)	L _{max}	(°C)
1301+000	IZQ	0	5	15	21	30.5
1301+050	IZQ	0	5	16	22	31.2
1301+100	IZQ	0	6	11	14	30.3
1301+150	IZQ	0	7	15	22	30.2
1301+200	IZQ	0	4	11	18	27.8
1301+250	IZQ	0	6	13	20	27.6
1301+300	IZQ	0	6	15	20	27.9
1301+350	IZQ	0	8	16	22	28
1301+400	IZQ	0	4	14	19	27.4
1301+450	IZQ	0	5	15	21	28.5

1301+500	IZQ	0	4	14	19	28.9
1301+550	IZQ	0	5	15	20	31.2
1301+600	IZQ	0	5	12	18	30.5
1301+650	IZQ	0	8	16	21	29.2
1301+700	IZQ	0	5	14	19	28.4
1301+750	IZQ	0	6	12	17	27.6
1301+800	IZQ	0	5	14	19	28.4
1301+850	IZQ	0	4	13	18	29.3
1301+900	IZQ	0	6	15	21	28.1
1301+950	IZQ	0	7	15	23	29.6
1302+000	IZQ	0	8	16	22	28.7
1302+000	IZQ	0	5	10	15	27.9
1302+050	IZQ	0	4	14	21	28.3
1302+100	IZQ	0	5	11	15	29.7
1302+150	IZQ	0	4	14	19	27.9
1302+200	IZQ	0	6	15	19	28.7
1302+250	IZQ	0	6	17	23	25
1302+300	IZQ	0	6	13	17	29.3
1302+350	IZQ	0	5	15	21	28.1
1302+400	IZQ	0	9	17	22	28.7
1302+450	IZQ	0	5	9	14	29.8
1302+500	IZQ	0	3	11	16	28.9
1302+550	IZQ	0	5	12	18	29.2
1302+600	IZQ	0	4	13	19	27.4
1302+650	IZQ	0	6	16	21	28.5
1302+700	IZQ	0	4	14	20	27.3
1302+750	IZQ	0	5	13	19	28.1
1302+800	IZQ	0	6	15	21	29.2
1302+850	IZQ	0	5	16	22	30.1
1302+900	IZQ	0	5	14	19	28.4
1302+950	IZQ	0	4	12	18	27.8
1303+000	IZQ	0	5	13	20	27.7

Tabla 34: Recolección de datos carril derecho de la carretera Calapuja – Juliaca

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	LECTURA EN DIAL EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO
		L0 (cm)	L 25 (cm)	L75 (cm)	L max	(°C)
1301+000	DER	0	6	15	21	30.3
1301+050	DER	0	5	16	24	30.1
1301+100	DER	0	4	18	23	28.8
1301+150	DER	0	6	16	21	28.9
1301+200	DER	0	6	14	20	28.7
1301+250	DER	0	6	17	24	29.7
1301+300	DER	0	6	12	16	29.3
1301+350	DER	0	5	13	18	28.9
1301+400	DER	0	5	12	18	29

1301+450	DER	0	4	13	18	30.4
1301+500	DER	0	6	15	22	30.2
1301+550	DER	0	5	14	21	30.2
1301+600	DER	0	4	14	20	29.8
1301+650	DER	0	6	15	20	29.2
1301+700	DER	0	6	13	21	28.5
1301+750	DER	0	5	13	20	28.4
1301+800	DER	0	5	13	20	28.8
1301+850	DER	0	6	15	21	29.3
1301+900	DER	0	4	12	18	29.2
1301+950	DER	0	5	16	21	30.2
1302+000	DER	0	6	15	22	30.1
1302+000	DER	0	9	17	22	30
1302+050	DER	0	6	12	17	28.8
1302+100	DER	0	5	11	19	29.4
1302+150	DER	0	4	8	15	30.5
1302+200	DER	0	5	9	17	29.2
1302+250	DER	0	8	14	18	29.2
1302+300	DER	0	6	11	16	30.2
1302+350	DER	0	8	17	22	28.3
1302+400	DER	0	11	16	21	29.1
1302+450	DER	0	12	20	25	29.3
1302+500	DER	0	11	16	23	29.3
1302+550	DER	0	9	16	23	30.1
1302+600	DER	0	8	15	22	30.4
1302+650	DER	0	6	13	19	29.2
1302+700	DER	0	5	12	20	28.9
1302+750	DER	0	4	9	17	29.4
1302+800	DER	0	6	14	19	28.9
1302+850	DER	0	5	9	18	29.5
1302+900	DER	0	8	15	19	29.6
1302+950	DER	0	6	13	18	29.9
1303+000	DER	0	8	16	23	30.3

Luego, se procedió en gabinete por el método CONREVIAl, la deflexión real sin corregir mediante la lectura máxima menos la lectura inicial por la relación de brazos de la viga a 4 según la fórmula:

$$D_t = (L_t - L_i) R$$

Donde:

D_t: Deflexión recuperable en centésimos de mm, medida a la temperatura "t" °C.

L_t: Lectura final.

L_i: Lectura inicial.

R: 2 ó 4 según la relación de brazos de la viga

Tabla 35: Resultados de sin corregir al Do, D25, D75 del carril izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	LECTURA EN DIAL EN CAMPO				DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR		
		L0 (cm)	L 25 (cm)	L75 (cm)	L max	Do	D25	D75
1301+000	IZQ	0	5	15	21	84	64	24
1301+050	IZQ	0	5	16	22	88	68	24
1301+100	IZQ	0	6	11	14	56	32	12
1301+150	IZQ	0	7	15	22	88	60	28
1301+200	IZQ	0	4	11	18	72	56	28
1301+250	IZQ	0	6	13	20	80	56	28
1301+300	IZQ	0	6	15	20	80	56	20
1301+350	IZQ	0	8	16	22	88	56	24
1301+400	IZQ	0	4	14	19	76	60	20
1301+450	IZQ	0	5	15	21	84	64	24
1301+500	IZQ	0	4	14	19	76	60	20
1301+550	IZQ	0	5	15	20	80	60	20
1301+600	IZQ	0	5	12	18	72	52	24
1301+650	IZQ	0	8	16	21	84	52	20
1301+700	IZQ	0	5	14	19	76	56	20
1301+750	IZQ	0	6	12	17	68	44	20
1301+800	IZQ	0	5	14	19	76	56	20
1301+850	IZQ	0	4	13	18	72	56	20
1301+900	IZQ	0	6	15	21	84	60	24
1301+950	IZQ	0	7	15	23	92	64	32
1302+000	IZQ	0	8	16	22	88	56	24
1302+000	IZQ	0	5	10	15	60	40	20
1302+050	IZQ	0	4	14	21	84	68	28
1302+100	IZQ	0	5	11	15	60	40	16
1302+150	IZQ	0	4	14	19	76	60	20
1302+200	IZQ	0	6	15	19	76	52	16
1302+250	IZQ	0	6	17	23	92	68	24
1302+300	IZQ	0	6	13	17	68	44	16
1302+350	IZQ	0	5	15	21	84	64	24
1302+400	IZQ	0	9	17	22	88	52	20
1302+450	IZQ	0	5	9	14	56	36	20
1302+500	IZQ	0	3	11	16	64	52	20
1302+550	IZQ	0	5	12	18	72	52	24
1302+600	IZQ	0	4	13	19	76	60	24
1302+650	IZQ	0	6	16	21	84	60	20
1302+700	IZQ	0	4	14	20	80	64	24

1302+750	IZQ	0	5	13	19	76	56	24
1302+800	IZQ	0	6	15	21	84	60	24
1302+850	IZQ	0	5	16	22	88	68	24
1302+900	IZQ	0	5	14	19	76	56	20
1302+950	IZQ	0	4	12	18	72	56	24
1303+000	IZQ	0	5	13	20	80	60	28

Tabla 36: Resultados de sin corregir al Do, D25, D75 del carril derecho

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	LECTURA EN DIAL EN CAMPO				DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR		
		L0 (cm)	L 25 (cm)	L75 (cm)	L max	Do	D25	D75
1301+000	DER	0	6	15	21	84	60	24
1301+050	DER	0	5	16	24	96	76	32
1301+100	DER	0	4	18	23	92	76	20
1301+150	DER	0	6	16	21	84	60	20
1301+200	DER	0	6	14	20	80	56	24
1301+250	DER	0	6	17	24	96	72	28
1301+300	DER	0	6	12	16	64	40	16
1301+350	DER	0	5	13	18	72	52	20
1301+400	DER	0	5	12	18	72	52	24
1301+450	DER	0	4	13	18	72	56	20
1301+500	DER	0	6	15	22	88	64	28
1301+550	DER	0	5	14	21	84	64	28
1301+600	DER	0	4	14	20	80	64	24
1301+650	DER	0	6	15	20	80	56	20
1301+700	DER	0	6	13	21	84	60	32
1301+750	DER	0	5	13	20	80	60	28
1301+800	DER	0	5	13	20	80	60	28
1301+850	DER	0	6	15	21	84	60	24
1301+900	DER	0	4	12	18	72	56	24
1301+950	DER	0	5	16	21	84	64	20
1302+000	DER	0	6	15	22	88	64	28
1302+000	DER	0	9	17	22	88	52	20
1302+050	DER	0	6	12	17	68	44	20
1302+100	DER	0	5	11	19	76	56	32
1302+150	DER	0	4	8	15	60	44	28
1302+200	DER	0	5	9	17	68	48	32
1302+250	DER	0	8	14	18	72	40	16
1302+300	DER	0	6	11	16	64	40	20
1302+350	DER	0	8	17	22	88	56	20

1302+400	DER	0	11	16	21	84	40	20
1302+450	DER	0	12	20	25	100	52	20
1302+500	DER	0	11	16	23	92	48	28
1302+550	DER	0	9	16	23	92	56	28
1302+600	DER	0	8	15	22	88	56	28
1302+650	DER	0	6	13	19	76	52	24
1302+700	DER	0	5	12	20	80	60	32
1302+750	DER	0	4	9	17	68	52	32
1302+800	DER	0	6	14	19	76	52	20
1302+850	DER	0	5	9	18	72	52	36
1302+900	DER	0	8	15	19	76	44	16
1302+950	DER	0	6	13	18	72	48	20
1303+000	DER	0	8	16	23	92	60	28

Luego, se procedió con la determinación de las deflexiones corregidas en relación al ajuste por temperatura, para cual se debe ajustarlas para una temperatura estándar de 20°C de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{10^{-3}(1/\text{cm}^{\circ}\text{C}) \times e \times (t - 20^{\circ}\text{C}) + 1}$$

Donde:

D_t: Deflexión recuperable en centésimos de mm, medida a la temperatura " t " ° C.

D₂₀: Deflexión recuperable a la temperatura estándar (20° C).

e: Espesor de mezclas asfálticas en cm, medido en el borde del pavimento

Tabla 37: Resultados de factor de corrección por temperatura del carril izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	TEMPERATURA PAVIMENTO	Factor D20°C
		(°C)	
1301+000	IZQ	30.5	0.826446
1301+050	IZQ	31.2	0.816993
1301+100	IZQ	30.3	0.829187
1301+150	IZQ	30.2	0.830565
1301+200	IZQ	27.8	0.865052
1301+250	IZQ	27.6	0.868056
1301+300	IZQ	27.9	0.863558
1301+350	IZQ	28	0.862069

1301+400	IZQ	27.4	0.871080
1301+450	IZQ	28.5	0.854701
1301+500	IZQ	28.9	0.848896
1301+550	IZQ	31.2	0.816993
1301+600	IZQ	30.5	0.826446
1301+650	IZQ	29.2	0.844595
1301+700	IZQ	28.4	0.856164
1301+750	IZQ	27.6	0.868056
1301+800	IZQ	28.4	0.856164
1301+850	IZQ	29.3	0.843170
1301+900	IZQ	28.1	0.860585
1301+950	IZQ	29.6	0.838926
1302+000	IZQ	28.7	0.851789
1302+000	IZQ	27.9	0.863558
1302+050	IZQ	28.3	0.857633
1302+100	IZQ	29.7	0.837521
1302+150	IZQ	27.9	0.863558
1302+200	IZQ	28.7	0.851789
1302+250	IZQ	25	0.909091
1302+300	IZQ	29.3	0.843170
1302+350	IZQ	28.1	0.860585
1302+400	IZQ	28.7	0.851789
1302+450	IZQ	29.8	0.836120
1302+500	IZQ	28.9	0.848896
1302+550	IZQ	29.2	0.844595
1302+600	IZQ	27.4	0.871080
1302+650	IZQ	28.5	0.854701
1302+700	IZQ	27.3	0.872600
1302+750	IZQ	28.1	0.860585
1302+800	IZQ	29.2	0.844595
1302+850	IZQ	30.1	0.831947
1302+900	IZQ	28.4	0.856164
1302+950	IZQ	27.8	0.865052
1303+000	IZQ	27.7	0.866551

Tabla 38: Resultados de factor de corrección por temperatura del carril derecho

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	TEMPERATURA PAVIMENTO	Factor D20°C
		(°C)	
1301+000	DER	30.3	0.829187

1301+050	DER	30.1	0.831947
1301+100	DER	28.8	0.850340
1301+150	DER	28.9	0.848896
1301+200	DER	28.7	0.851789
1301+250	DER	29.7	0.837521
1301+300	DER	29.3	0.843170
1301+350	DER	28.9	0.848896
1301+400	DER	29	0.847458
1301+450	DER	30.4	0.827815
1301+500	DER	30.2	0.830565
1301+550	DER	30.2	0.830565
1301+600	DER	29.8	0.836120
1301+650	DER	29.2	0.844595
1301+700	DER	28.5	0.854701
1301+750	DER	28.4	0.856164
1301+800	DER	28.8	0.850340
1301+850	DER	29.3	0.843170
1301+900	DER	29.2	0.844595
1301+950	DER	30.2	0.830565
1302+000	DER	30.1	0.831947
1302+000	DER	30	0.833333
1302+050	DER	28.8	0.850340
1302+100	DER	29.4	0.841751
1302+150	DER	30.5	0.826446
1302+200	DER	29.2	0.844595
1302+250	DER	29.2	0.844595
1302+300	DER	30.2	0.830565
1302+350	DER	28.3	0.857633
1302+400	DER	29.1	0.846024
1302+450	DER	29.3	0.843170
1302+500	DER	29.3	0.843170
1302+550	DER	30.1	0.831947
1302+600	DER	30.4	0.827815
1302+650	DER	29.2	0.844595
1302+700	DER	28.9	0.848896
1302+750	DER	29.4	0.841751
1302+800	DER	28.9	0.848896
1302+850	DER	29.5	0.840336
1302+900	DER	29.6	0.838926
1302+950	DER	29.9	0.834725
1303+000	DER	30.3	0.829187

De igual manera, el cálculo del radio de curvatura de las líneas de deflexión hasta una distancia mayor de 25cm, de eje de la carga, de tal manera se calcula de la siguiente manera:

$$R_c = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

RC: Radio de Curvatura en metros.

D0: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm para la temperatura estándar de 20°C.

D25: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm para la temperatura estándar de 25°C.

Tabla 39: Resultados del cálculo de radio de curvatura del carril izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR			D20°C	DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)
		D0	D25	D75		D0	D25	D75	
1301+000	IZQ	84	64	24	0.826446	69	53	20	189.1
1301+050	IZQ	88	68	24	0.816993	72	56	20	191.3
1301+100	IZQ	56	32	12	0.829187	46	27	10	157.0
1301+150	IZQ	88	60	28	0.830565	73	50	23	134.4
1301+200	IZQ	72	56	28	0.865052	62	48	24	225.8
1301+250	IZQ	80	56	28	0.868056	69	49	24	150.0
1301+300	IZQ	80	56	20	0.863558	69	48	17	150.8
1301+350	IZQ	88	56	24	0.862069	76	48	21	113.3
1301+400	IZQ	76	60	20	0.871080	66	52	17	224.2
1301+450	IZQ	84	64	24	0.854701	72	55	21	182.8
1301+500	IZQ	76	60	20	0.848896	65	51	17	230.1
1301+550	IZQ	80	60	20	0.816993	65	49	16	191.3
1301+600	IZQ	72	52	24	0.826446	60	43	20	189.1
1301+650	IZQ	84	52	20	0.844595	71	44	17	115.6
1301+700	IZQ	76	56	20	0.856164	65	48	17	182.5
1301+750	IZQ	68	44	20	0.868056	59	38	17	150.0
1301+800	IZQ	76	56	20	0.856164	65	48	17	182.5
1301+850	IZQ	72	56	20	0.843170	61	47	17	231.6
1301+900	IZQ	84	60	24	0.860585	72	52	21	151.3

1301+950	IZQ	92	64	32	0.838926	77	54	27	133.0
1302+000	IZQ	88	56	24	0.851789	75	48	20	114.6
1302+000	IZQ	60	40	20	0.863558	52	35	17	180.9
1302+050	IZQ	84	68	28	0.857633	72	58	24	227.7
1302+100	IZQ	60	40	16	0.837521	50	34	13	186.6
1302+150	IZQ	76	60	20	0.863558	66	52	17	226.2
1302+200	IZQ	76	52	16	0.851789	65	44	14	152.9
1302+250	IZQ	92	68	24	0.909091	84	62	22	143.2
1302+300	IZQ	68	44	16	0.843170	57	37	13	154.4
1302+350	IZQ	84	64	24	0.860585	72	55	21	181.6
1302+400	IZQ	88	52	20	0.851789	75	44	17	101.9
1302+450	IZQ	56	36	20	0.836120	47	30	17	186.9
1302+500	IZQ	64	52	20	0.848896	54	44	17	306.8
1302+550	IZQ	72	52	24	0.844595	61	44	20	185.0
1302+600	IZQ	76	60	24	0.871080	66	52	21	224.2
1302+650	IZQ	84	60	20	0.854701	72	51	17	152.3
1302+700	IZQ	80	64	24	0.872600	70	56	21	223.8
1302+750	IZQ	76	56	24	0.860585	65	48	21	181.6
1302+800	IZQ	84	60	24	0.844595	71	51	20	154.2
1302+850	IZQ	88	68	24	0.831947	73	57	20	187.8
1302+900	IZQ	76	56	20	0.856164	65	48	17	182.5
1302+950	IZQ	72	56	24	0.865052	62	48	21	225.8
1303+000	IZQ	80	60	28	0.866551	69	52	24	180.3

Tabla 40: Resultados del cálculo de radio de curvatura del carril derecho

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR			D20°c	DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	D75		Do	D25	D75	
1301+000	DER	84	60	24	0.829187	70	50	20	157.0
1301+050	DER	96	76	32	0.831947	80	63	27	187.8
1301+100	DER	92	76	20	0.850340	78	65	17	229.7
1301+150	DER	84	60	20	0.848896	71	51	17	153.4
1301+200	DER	80	56	24	0.851789	68	48	20	152.9
1301+250	DER	96	72	28	0.837521	80	60	23	155.5
1301+300	DER	64	40	16	0.843170	54	34	13	154.4
1301+350	DER	72	52	20	0.848896	61	44	17	184.1
1301+400	DER	72	52	24	0.847458	61	44	20	184.4
1301+450	DER	72	56	20	0.827815	60	46	17	235.9
1301+500	DER	88	64	28	0.830565	73	53	23	156.8

1301+550	DER	84	64	28	0.830565	70	53	23	188.1
1301+600	DER	80	64	24	0.836120	67	54	20	233.6
1301+650	DER	80	56	20	0.844595	68	47	17	154.2
1301+700	DER	84	60	32	0.854701	72	51	27	152.3
1301+750	DER	80	60	28	0.856164	68	51	24	182.5
1301+800	DER	80	60	28	0.850340	68	51	24	183.8
1301+850	DER	84	60	24	0.843170	71	51	20	154.4
1301+900	DER	72	56	24	0.844595	61	47	20	231.3
1301+950	DER	84	64	20	0.830565	70	53	17	188.1
1302+000	DER	88	64	28	0.831947	73	53	23	156.5
1302+000	DER	88	52	20	0.833333	73	43	17	104.2
1302+050	DER	68	44	20	0.850340	58	37	17	153.1
1302+100	DER	76	56	32	0.841751	64	47	27	185.6
1302+150	DER	60	44	28	0.826446	50	36	23	236.3
1302+200	DER	68	48	32	0.844595	57	41	27	185.0
1302+250	DER	72	40	16	0.844595	61	34	14	115.6
1302+300	DER	64	40	20	0.830565	53	33	17	156.8
1302+350	DER	88	56	20	0.857633	75	48	17	113.9
1302+400	DER	84	40	20	0.846024	71	34	17	83.9
1302+450	DER	100	52	20	0.843170	84	44	17	77.2
1302+500	DER	92	48	28	0.843170	78	40	24	84.2
1302+550	DER	92	56	28	0.831947	77	47	23	104.3
1302+600	DER	88	56	28	0.827815	73	46	23	118.0
1302+650	DER	76	52	24	0.844595	64	44	20	154.2
1302+700	DER	80	60	32	0.848896	68	51	27	184.1
1302+750	DER	68	52	32	0.841751	57	44	27	232.0
1302+800	DER	76	52	20	0.848896	65	44	17	153.4
1302+850	DER	72	52	36	0.840336	61	44	30	185.9
1302+900	DER	76	44	16	0.838926	64	37	13	116.4
1302+950	DER	72	48	20	0.834725	60	40	17	156.0
1303+000	DER	92	60	28	0.829187	76	50	23	117.8

En seguida se realiza el cálculo de la DEFLEXIÓN MEDIA, si en el tramo de estudio las deflexiones siguen una distribución normal, para lo cual el cálculo de las deflexiones características es usando la siguiente ecuación:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Donde:

\bar{D} : Deflexión media de n,

n: Número total de medidas

D_i : Deflexión desde $i=1$ a $i=n$

$$\bar{D} = \frac{5611}{84}$$

$$\bar{D} = 66.79 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

De igual manera para el cálculo de la DESVIACIÓN ESTÁNDAR, donde este valor representa la dispersión de los resultados que posean el mismo valor medio de la deflexión media con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sum(D-D_m)^2}{N-1}\right)}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{5381.67}{84-1}\right)}$$

$$\sigma = 8.05$$

seguidamente, el cálculo del COEFICIENTE DE VARIACIÓN porcentual, es la que indica un mayor o un menor grado de dispersión aun cuando las secciones poseen distinto valore medio con la siguiente ecuación:

$$C_v = \frac{\sigma}{D_m} * 100$$

$$C_v = \frac{8.05}{66.79} \times 100$$

$$C_v = 12.05$$

Finalmente, se muestra las dispersiones de las deflexiones en ambos carriles con deflexión promedio de 66.79×10^{-2} mm, con su límite superior de 79.99×10^{-2} mm y límite inferior 53.58×10^{-2} mm.

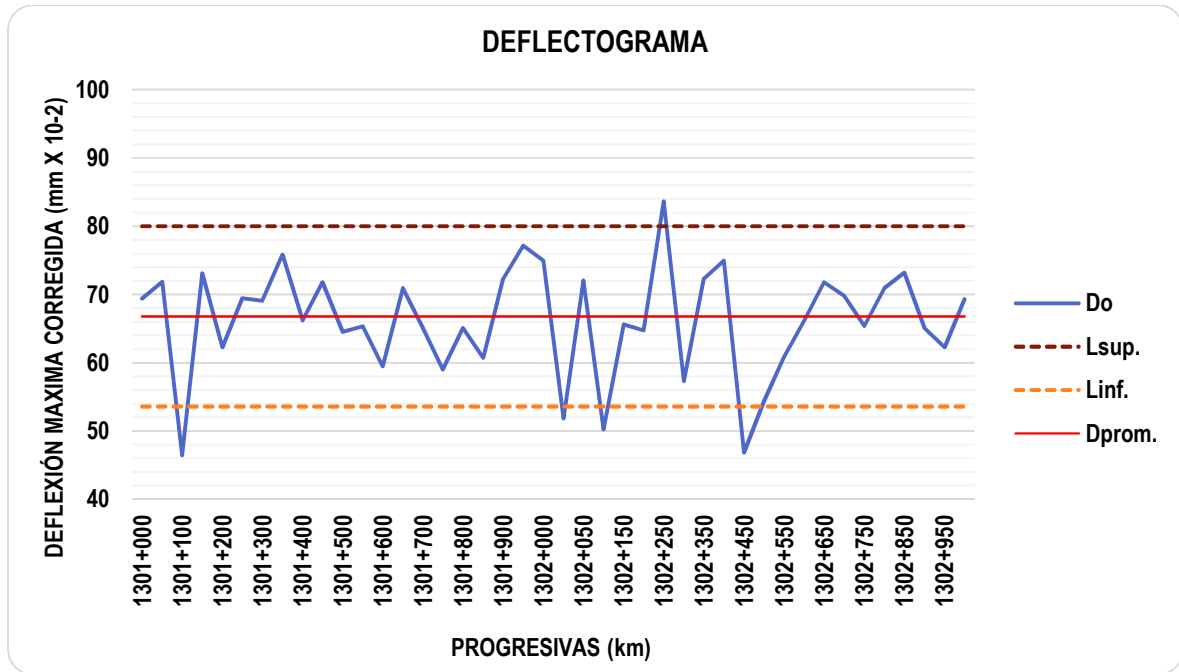


Figura 33: Dispersión de la deflexión en el carril izquierdo.

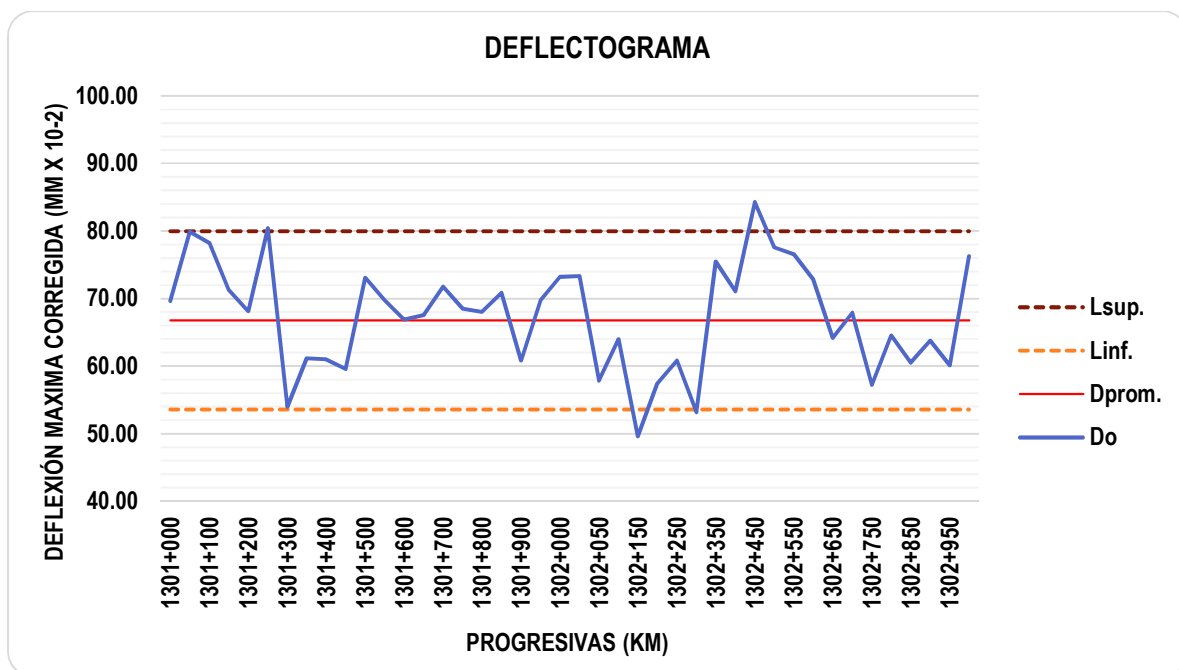


Figura 34: Dispersión de la deflexión en el carril derecho.

seguidamente realizamos con el cálculo de la DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA ya que es la carretera es de primas clase con un IMDa de 6476 veh/día de tal manera se determinará la siguiente ecuación:

$$D_c = D_m + 1.645xds$$

Reemplazando la ecuación:

$$D_c = 66.79 + 1.645(8.05)$$

$$D_c = 80.03 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

En el cálculo, la DEFLEXIÓN ADMISIBLE corresponde a la desviación que golpea la superficie de la carretera al final del tiempo de diseño. Por lo tanto, este cálculo de deflexión tiene en cuenta el requerimiento de carga en ese momento, expresado como el valor "N" del eje de reemplazo, hasta la última fecha de operación. Entre ellos se encuentra el Manual de Construcción de Carreteras y Geología. La ingeniería geotécnica y de superficie de los tramos de suelo y pavimento adoptó las dependencias propuestas para el Paquete de Aceras por COREVIAL – Estudio de rehabilitación de carreteras del País. MTC-Perú, con la ecuación que se muestra a continuación:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N} \right)^{0.25}$$

Donde:

Dadm: Deflexión admisible en mm (a comparar con deflexiones Viga Benkelman).

N: Número de ejes estándares equivalentes de 8.2Tn acumuladas en el periodo de diseño, expresado en millones.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{2.55} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$D_{adm} = 82 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Desarrollo del Objetivo Especifico 3, respecto al Análisis del factor climático para determinar el comportamiento estructural del pavimento flexible que influye en su Ciclo de Vida Útil.

Para este tercer objetivo específico, el desarrollo de la presente investigación determinar y analizar la influencia de la temperatura en el comportamiento estructural del pavimento flexible. Analizar la incidencia mediante el ensayo deflectometría por cada uno de los factores. Ubicado en la carretera de Calapuja a Juliaca del Km 1301+000.00 al Km+1303.000.00 en ambos sentidos de la carretera.

Procedimiento de elaboración.

Primeramente, para la recolección de datos del clima se realizó mediante el instrumento termo Higrómetro, de tal manera obtener la temperatura por cada análisis de ensayo de deflectometría. También se contó con la proporción de las estaciones de SENAMHI.

Tabla 41: Recolección de datos en campo de temperatura del carril Izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	LECTURA EN DIAL EN CAMPO				TEMPERATURA
		L0 (cm)	L 25 (cm)	L75 (cm)	L max	(°C)
1301+000	IZQ	0	5	15	21	9.2
1301+050	IZQ	0	5	16	22	9
1301+100	IZQ	0	6	11	14	9.4
1301+150	IZQ	0	7	15	22	9.1
1301+200	IZQ	0	4	11	18	9
1301+250	IZQ	0	6	13	20	9.3
1301+300	IZQ	0	6	15	20	9.7
1301+350	IZQ	0	8	16	22	10.1
1301+400	IZQ	0	4	14	19	10.6
1301+450	IZQ	0	5	15	21	10.2
1301+500	IZQ	0	4	14	19	10
1301+550	IZQ	0	5	15	20	10.5
1301+600	IZQ	0	5	12	18	10.2
1301+650	IZQ	0	8	16	21	11.3
1301+700	IZQ	0	5	14	19	11.1
1301+750	IZQ	0	6	12	17	11.2
1301+800	IZQ	0	5	14	19	11.5
1301+850	IZQ	0	4	13	18	11.8

1301+900	IZQ	0	6	15	21	11.9
1301+950	IZQ	0	7	15	23	12.3
1302+000	IZQ	0	8	16	22	12.1
1302+000	IZQ	0	5	10	15	12.7
1302+050	IZQ	0	4	14	21	13.5
1302+100	IZQ	0	5	11	15	13.5
1302+150	IZQ	0	4	14	19	13.7
1302+200	IZQ	0	6	15	19	13.7
1302+250	IZQ	0	6	17	23	14.5
1302+300	IZQ	0	6	13	17	14.6
1302+350	IZQ	0	5	15	21	14.7
1302+400	IZQ	0	9	17	22	14.5
1302+450	IZQ	0	5	9	14	15.1
1302+500	IZQ	0	3	11	16	15.3
1302+550	IZQ	0	5	12	18	15.7
1302+600	IZQ	0	4	13	19	16.5
1302+650	IZQ	0	6	16	21	16.4
1302+700	IZQ	0	4	14	20	17.4
1302+750	IZQ	0	5	13	19	17.8
1302+800	IZQ	0	6	15	21	17.6
1302+850	IZQ	0	5	16	22	18.4
1302+900	IZQ	0	5	14	19	18
1302+950	IZQ	0	4	12	18	18.7
1303+000	IZQ	0	5	13	20	18.1

Tabla 42: Recolección de datos en campo de temperatura del carril derecho.

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	LECTURA EN DIAL EN CAMPO				TEMPERATURA
		L0 (cm)	L 25 (cm)	L75 (cm)	L max	(°C)
1301+000	DER	0	6	15	21	18.6
1301+050	DER	0	5	16	24	19.2
1301+100	DER	0	4	18	23	19.3
1301+150	DER	0	6	16	21	19.3
1301+200	DER	0	6	14	20	18.5
1301+250	DER	0	6	17	24	18.4
1301+300	DER	0	6	12	16	17.2
1301+350	DER	0	5	13	18	17
1301+400	DER	0	5	12	18	17.6
1301+450	DER	0	4	13	18	17.5

1301+500	DER	0	6	15	22	16.5
1301+550	DER	0	5	14	21	16.4
1301+600	DER	0	4	14	20	16.5
1301+650	DER	0	6	15	20	16.3
1301+700	DER	0	6	13	21	15.3
1301+750	DER	0	5	13	20	15.1
1301+800	DER	0	5	13	20	15
1301+850	DER	0	6	15	21	15.7
1301+900	DER	0	4	12	18	14.3
1301+950	DER	0	5	16	21	14.8
1302+000	DER	0	6	15	22	14.1
1302+000	DER	0	9	17	22	14.7
1302+050	DER	0	6	12	17	13.7
1302+100	DER	0	5	11	19	13.8
1302+150	DER	0	4	8	15	13.4
1302+200	DER	0	5	9	17	13.1
1302+250	DER	0	8	14	18	13.3
1302+300	DER	0	6	11	16	13.1
1302+350	DER	0	8	17	22	13.4
1302+400	DER	0	11	16	21	12.1
1302+450	DER	0	12	20	25	12.4
1302+500	DER	0	11	16	23	12.6
1302+550	DER	0	9	16	23	12.8
1302+600	DER	0	8	15	22	12.7
1302+650	DER	0	6	13	19	11.3
1302+700	DER	0	5	12	20	11
1302+750	DER	0	4	9	17	11.1
1302+800	DER	0	6	14	19	11.4
1302+850	DER	0	5	9	18	10
1302+900	DER	0	8	15	19	10.7
1302+950	DER	0	6	13	18	10.2
1303+000	DER	0	8	16	23	10.8

Luego, se procedió con la determinación de las deflexiones corregidas en relación al ajuste por temperatura, para cual se debe ajustarlas para una temperatura estándar de 20°C de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{D_t}{10^{-3}(1/\text{cm}^{\circ}\text{C}) \times e \times (t - 20^{\circ}\text{C}) + 1}$$

Donde:

Dt: Deflexión recuperable en centésimos de mm, medida a la temperatura " t" ° C.

D20: Deflexión recuperable a la temperatura estándar (20° C).

e: Espesor de mezclas asfálticas en cm, medido en el borde del pavimento.

De igual manera, el cálculo del radio de curvatura de las líneas de deflexión hasta una distancia mayor de 25cm, de eje de la carga, de tal manera se calcula de la siguiente manera:

$$R_c = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

RC: Radio de Curvatura en metros.

D0: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm para la temperatura estándar de 20°C.

D25: Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm para la temperatura estándar de 25°C.

Tabla 43: Resultados de las deflexiones corregida y radio de curvatura del carril izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	D75	Do	D25	D75	
1301+000	IZQ	84	64	24	107	82	31	122.5
1301+050	IZQ	88	68	24	113	87	31	121.9
1301+100	IZQ	56	32	12	71	41	15	102.6
1301+150	IZQ	88	60	28	113	77	36	87.3
1301+200	IZQ	72	56	28	92	72	36	152.3
1301+250	IZQ	80	56	28	102	71	36	102.3
1301+300	IZQ	80	56	20	101	71	25	103.4
1301+350	IZQ	88	56	24	110	70	30	78.3
1301+400	IZQ	76	60	20	94	74	25	158.6
1301+450	IZQ	84	64	24	104	80	30	125.6
1301+500	IZQ	76	60	20	95	75	25	156.3
1301+550	IZQ	80	60	20	99	74	25	126.6
1301+600	IZQ	72	52	24	90	65	30	125.6

1301+650	IZQ	84	52	20	102	63	24	80.7
1301+700	IZQ	76	56	20	92	68	24	128.4
1301+750	IZQ	68	44	20	83	53	24	107.3
1301+800	IZQ	76	56	20	92	67	24	129.7
1301+850	IZQ	72	56	20	86	67	24	163.3
1301+900	IZQ	84	60	24	100	72	29	109.1
1301+950	IZQ	92	64	32	109	76	38	94.4
1302+000	IZQ	88	56	24	105	67	29	82.2
1302+000	IZQ	60	40	20	70	47	23	133.4
1302+050	IZQ	84	68	28	97	78	32	169.9
1302+100	IZQ	60	40	16	69	46	18	135.9
1302+150	IZQ	76	60	20	87	69	23	170.7
1302+200	IZQ	76	52	16	87	59	18	113.8
1302+250	IZQ	92	68	24	103	76	27	115.9
1302+300	IZQ	68	44	16	76	49	18	116.1
1302+350	IZQ	84	64	24	94	72	27	139.7
1302+400	IZQ	88	52	20	99	58	22	77.3
1302+450	IZQ	56	36	20	62	40	22	140.9
1302+500	IZQ	64	52	20	71	57	22	235.9
1302+550	IZQ	72	52	24	79	57	26	142.8
1302+600	IZQ	76	60	24	82	65	26	181.6
1302+650	IZQ	84	60	20	91	65	22	120.8
1302+700	IZQ	80	64	24	84	68	25	185.2
1302+750	IZQ	76	56	24	79	59	25	149.4
1302+800	IZQ	84	60	24	88	63	25	124.0
1302+850	IZQ	88	68	24	91	70	25	151.3
1302+900	IZQ	76	56	20	79	58	21	150.0
1302+950	IZQ	72	56	24	74	57	25	190.2
1303+000	IZQ	80	60	28	83	62	29	150.3

Tabla 44: Resultados de las deflexiones corregida y radio de curvatura del carril derecho

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	D75	Do	D25	D75	
1301+000	DER	84	60	24	86	62	25	126.6
1301+050	DER	96	76	32	98	77	33	153.8
1301+100	DER	92	76	20	93	77	20	192.6
1301+150	DER	84	60	20	85	61	20	128.4
1301+200	DER	80	56	24	82	58	25	126.3
1301+250	DER	96	72	28	99	74	29	126.0

1301+300	DER	64	40	16	68	42	17	122.9
1301+350	DER	72	52	20	77	55	21	146.9
1301+400	DER	72	52	24	76	55	25	148.8
1301+450	DER	72	56	20	76	59	21	185.5
1301+500	DER	88	64	28	95	69	30	121.1
1301+550	DER	84	64	28	91	69	30	145.0
1301+600	DER	80	64	24	86	69	26	181.6
1301+650	DER	80	56	20	86	60	22	120.6
1301+700	DER	84	60	32	93	66	35	118.0
1301+750	DER	80	60	28	89	67	31	140.9
1301+800	DER	80	60	28	89	67	31	140.6
1301+850	DER	84	60	24	92	66	26	119.0
1301+900	DER	72	56	24	81	63	27	173.0
1301+950	DER	84	64	20	94	71	22	140.0
1302+000	DER	88	64	28	100	73	32	114.8
1302+000	DER	88	52	20	98	58	22	77.6
1302+050	DER	68	44	20	78	50	23	113.8
1302+100	DER	76	56	32	87	64	37	136.9
1302+150	DER	60	44	28	69	51	32	169.5
1302+200	DER	68	48	32	79	56	37	134.7
1302+250	DER	72	40	16	83	46	18	84.6
1302+300	DER	64	40	20	74	46	23	112.2
1302+350	DER	88	56	20	101	65	23	84.8
1302+400	DER	84	40	20	100	48	24	59.8
1302+450	DER	100	52	20	118	61	24	55.2
1302+500	DER	92	48	28	108	56	33	60.5
1302+550	DER	92	56	28	107	65	33	74.3
1302+600	DER	88	56	28	103	66	33	83.4
1302+650	DER	76	52	24	92	63	29	107.6
1302+700	DER	80	60	32	98	73	39	128.1
1302+750	DER	68	52	32	83	63	39	160.5
1302+800	DER	76	52	20	92	63	24	107.8
1302+850	DER	72	52	36	90	65	45	125.0
1302+900	DER	76	44	16	93	54	20	79.5
1302+950	DER	72	48	20	90	60	25	104.7
1303+000	DER	92	60	28	113	74	34	79.7

En seguida se realiza el cálculo de la DEFLEXIÓN MEDIA, si en el tramo de estudio las deflexiones siguen una distribución normal, para lo cual el cálculo de las deflexiones características es usando la siguiente ecuación:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Donde:

\bar{D} : Deflexión media de n

N: Número total de medidas

D_i : Deflexión desde $i=1$ a $i=n$

$$\bar{D} = \frac{7593}{84}$$

$$\bar{D} = 90.39 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

De igual manera para el cálculo de la DESVIACIÓN ESTÁNDAR, donde este valor representa la dispersión de los resultados que posean el mismo valor medio de la deflexión media con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sum(D-D_m)^2}{N-1}\right)}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{11909.32}{84-1}\right)}$$

$$\sigma = 11.97$$

seguidamente, el cálculo del COEFICIENTE DE VARIACIÓN porcentual, es la que indica un mayor o un menor grado de dispersión aun cuando las secciones poseen distinto valore medio con la siguiente ecuación:

$$C_v = \frac{\sigma}{D_m} * 100$$

$$C_v = \frac{11.97}{90.39} \times 100$$

$$C_v = 13.24$$

Finalmente, se muestra las dispersiones de las deflexiones en ambos carriles con deflexión promedio de 90.39×10^{-2} mm, con su límite superior de 110.09×10^{-2} mm y límite inferior 70.76×10^{-2} mm.

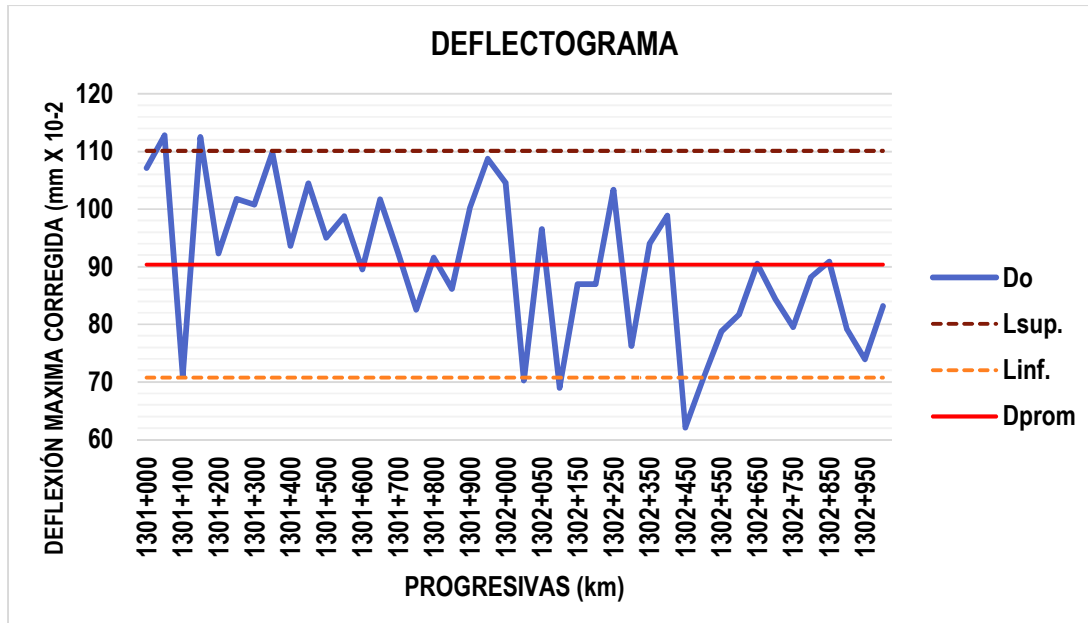


Figura 35: Dispersión de la deflexión por temperatura en el carril izquierdo.

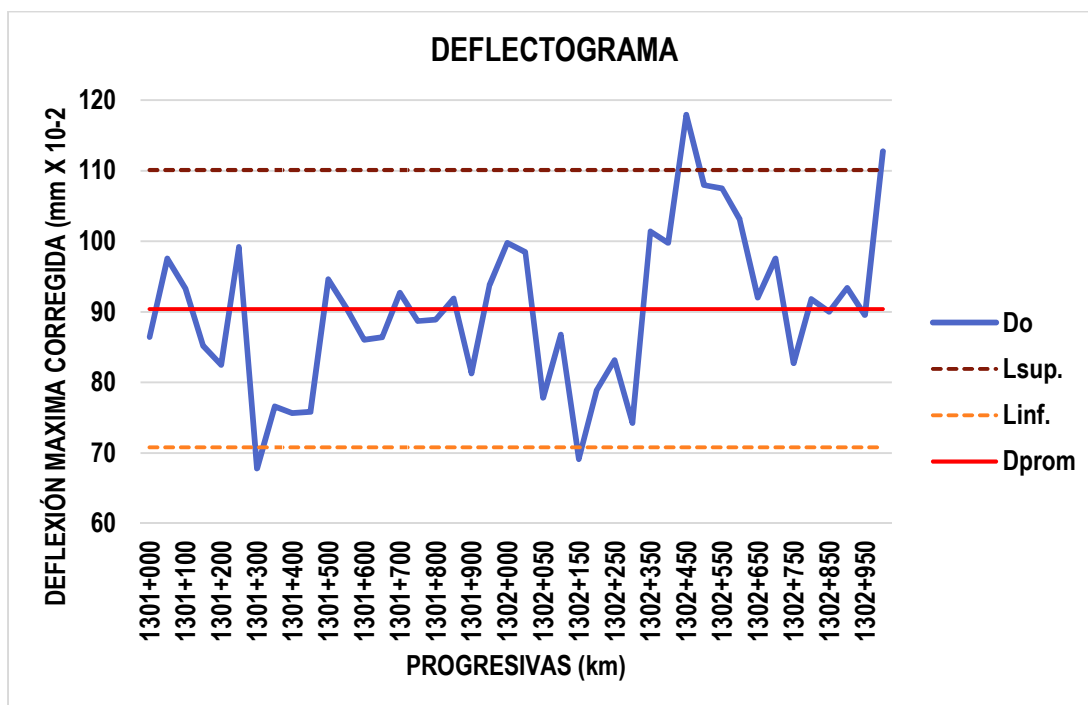


Figura 36: Dispersión de la deflexión por temperatura en el carril izquierdo.

seguidamente realizamos con el cálculo de la DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA ya que es la carretera es de primes clase con un IMDa de 6,476 veh/dia de tal manera se determinará la siguiente ecuación:

$$D_c = D_m + 1.645xds$$

Remplazando la ecuación:

$$D_c = 90.39 + 1.645(11.97)$$

$$D_c = 110.08x10^{-2} \text{ mm}$$

En el cálculo, la DEFLEXIÓN ADMISIBLE corresponde a la desviación que golpea la superficie de la carretera al final del tiempo de diseño. Por lo tanto, este cálculo de deflexión tiene en cuenta el requerimiento de carga en ese momento, expresado como el valor "N" del eje de reemplazo, hasta la última fecha de operación. Entre ellos se encuentra el Manual de Construcción de Carreteras y Geología. La ingeniería geotécnica y de superficie de los tramos de suelo y pavimento adoptó las dependencias propuestas para el Paquete de Aceras por COREVIAL – Estudio de rehabilitación de carreteras del País. MTC-Perú, con la ecuación que se muestra a continuación:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N}\right)^{0.25}$$

Donde:

Dadm: Deflexión admisible en mm (a comparar con deflexiones Viga Benkelman).

N: Número de ejes estándares equivalentes de 8.2Tn acumuladas en el periodo de diseño, expresado en millones.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{2.55}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$D_{adm} = 82x10^{-2} \text{ mm}$$

Desarrollo del Objetivo Especifico 4, respecto al diseño del espesor de reforzamiento del pavimento flexible de la carretera Juliaca - Calapuja.

Para este cuarto objetivo específico, el desarrollo de la presente investigación determinar la propuesta del espesor de reforzamiento que requiere el pavimento asfáltico. Mediante el método del instituto del asfalto.

Procedimiento de elaboración.

Primeramente, para el diseño se realiza, a partir de los resultados del objetivo específico 3, la cual se obtuvo una Dprom. 0.90 centímetros, desviación estándar de 11.97 y una temperatura media de 29°C, para el análisis del factor de ajuste por temperatura y factor de ajuste por periodo crítico según los ábacos.

De igual manera para la deflexión representativa se determina con la siguiente ecuación:

$$d_{rrd} = (d' + 2s) \times F \times c$$

$$d_{rrd} = (0.90 + 2 \times 11.97) \times 1.4 \times 0.4$$

$$d_{rrd} = \mathbf{0.1391}$$

Seguidamente para el Módulo de elasticidad del pavimento existente, para el refuerzo con 1 capa el módulo de elasticidad se asume E1 es igual a 500.000 PSI para el pavimento existente como la segunda capa. La deflexión representativa se usará para determinar el módulo de elasticidad de la segunda capa, asumiendo que el pavimento existente es un espacio homogéneo con un módulo de Poisson de 0.5 con la ecuación de la siguiente manera:

$$E_2 = \frac{1.5 \times q \times a}{d_{rrd}}$$

Donde, (q) es la presión de contacto o presión de inflado de las llantas con 80 PSI y (a) es el radio equivalente del área de contacto de las llantas donde esta aplicada la carga con 4.03 kg/cm².

$$E_2 = \frac{1.5 \times q \times a}{d_{rrd}}$$

$$E_2 = \frac{1.5 \times 80 \times 4.03}{0.1391}$$

$$E_2 = 3476.5355 \text{ PSI}$$

Una vez colocada el refuerzo de sobre capa se denomina deflexión de diseño, esta deflexión la cual hay que relacionar directamente ESAL de 35,03007.70 para una vida remante de 11 años, esta relación es representada por la siguiente ecuación:

$$d_d = 1.0363(ESAL)^{-0.2438}$$

$$d_d = 1.0363(3503007.70)^{-0.2438}$$

$$d_d = 0.026$$

Finalmente, Una vez determinados todos estos parámetros es posible calcular el espesor de refuerzo (h_1) del pavimento de refuerzo despejándolo de la siguiente ecuación:

$$d_d = \frac{1.5qa}{E_2} \left(\left\{ 1 - \left[1 + 0.8 \left(\frac{h_1}{a} \right)^2 \right]^{-0.5} \right\} \frac{E_2}{E_1} + \left\{ 1 + \left[0.8 \frac{h_1}{a} \left(\frac{E_1}{E_2} \right)^{1/3} \right]^2 \right\}^{-0.5} \right)$$

Donde la h_1 es igual a 1.52 cm.



Figura 37: Espesor de reforzamiento

3.6. Método de Análisis de datos

Según, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) “la elección de datos, se realizará a través de la observación directa, donde mediante los cuales se permite ver cada dato que haya sido ensayado en el campo y realizando los apuntes requeridos para la obtención de los resultados y contrastarlos con la hipótesis”. De tal manera para la recopilación de datos, se realizaron a través de la observación directa, que inicia del estudio de tráfico, identificación de tipos daños y medición de la deflexión, hace una contrapartida frente a las normas MTC y ASTM. Para el análisis de datos en esta investigación se utiliza el software Excel 2016 y SPSS 26, requeridos para los resultados, donde estos fueron contrastados con respecto a la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

Siendo bachiller de la carrera profesional de Ingeniería Civil, debido a que la presente investigación se desarrolló con valores de honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado parte de las tesis de otros autores, respetando sus aportes, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en el proyecto de investigación con las respectivas resoluciones, los cuales al final fueron contrastados por la herramienta web Turnitin.

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

Análisis descriptivo del Objetivo Especifico 1, respecto al factor de tráfico

El Análisis descriptivo de la influencia del factor de tráfico vehicular, se determina por el flujo de vehículos que circulan diariamente, y hace evidenciar el daños y severidad del pavimento en la progresiva del km 1301+000 al km 1303+000, de la siguiente manera.

Tabla 45: Resultado de la Influencia del tráfico.

DIGRAMA VEHICULAR	IMDa Veh/día	ESTADO DEL PAVIMENTO				PCI 57.00	FACTOR
		Pobre 38.00	Regular 47.00	Bueno 64.00	Muy Bueno 79.00		
AUTO	972	25.58	20.68	15.19	12.30	18.44	6.47
STATION WAGON	353	9.29	7.51	5.52	4.47	6.70	6.47
PICK UP	925	24.34	19.68	14.45	11.71	17.55	6.47
PANEL	229	6.03	4.87	3.58	2.90	4.34	6.47
COMBI RURAL	1046	27.53	22.26	16.34	13.24	19.84	6.47
MICRO	295	7.76	6.28	4.61	3.73	5.60	6.47
2E	582	15.32	12.38	9.09	7.37	11.04	6.47
>=3 E	324	8.53	6.89	5.06	4.10	6.15	6.47
2 E	143	3.76	3.04	2.23	1.81	2.71	6.47
3 E	297	7.82	6.32	4.64	3.76	5.63	6.47
4 E	189	4.97	4.02	2.95	2.39	3.59	6.47
2S1 /2S2	321	8.45	6.83	5.02	4.06	6.09	6.47
2S3	176	4.63	3.74	2.75	2.23	3.34	6.47
3S1/3S2	175	4.61	3.72	2.73	2.22	3.32	6.47
>= 3S3	174	4.58	3.70	2.72	2.20	3.30	6.47
2T2	122	3.21	2.60	1.91	1.54	2.31	6.47
2T3	61	1.61	1.30	0.95	0.77	1.16	6.47
3T2	54	1.42	1.15	0.84	0.68	1.02	6.47
>=3T3	38	1.00	0.81	0.59	0.48	0.72	6.47

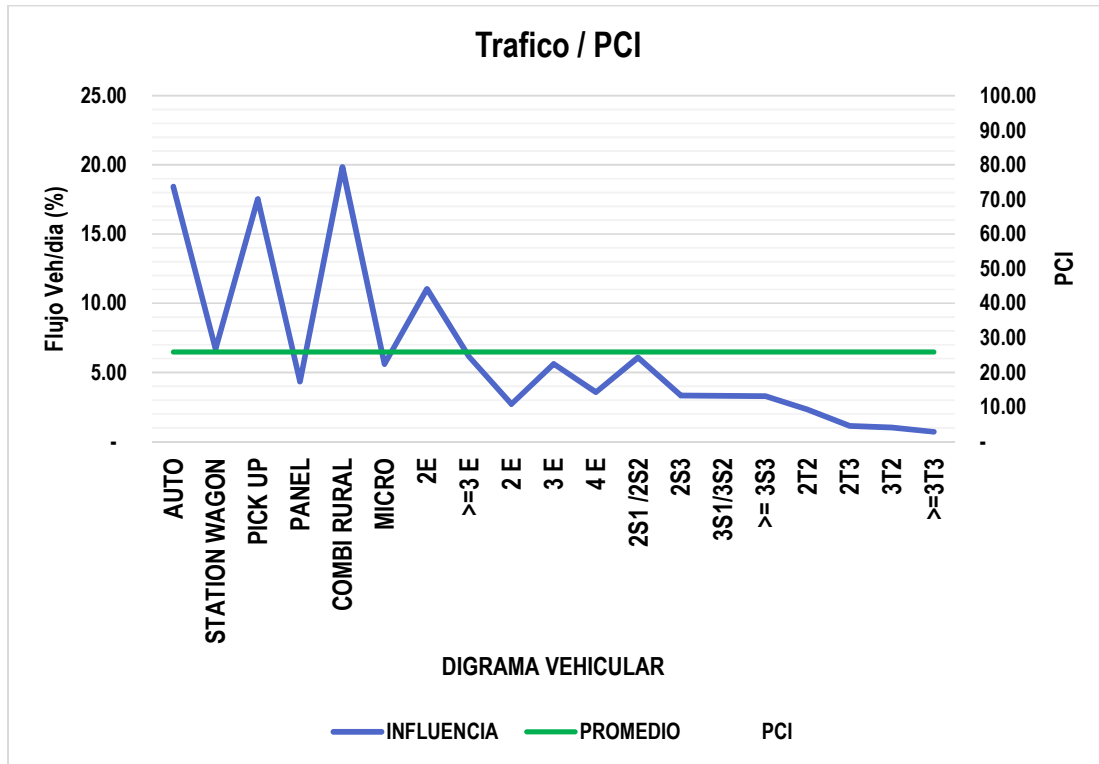


Figura 38: Porcentaje Influencia del factor tráfico.

Análisis: el grafico muestra la influencia frente al daño del estado superficial de pavimento de acuerdo por tipo de vehículos, para el análisis de la muestra patrón es el índice de condición del pavimento PCI. Con sus estados de pavimento Pobre de 38, regular 47, bueno 64 y muy bueno 79. Por la cantidad de Veh/dia, que circulan diariamente. Así mismo, en los resultados obtenidos se muestra el diagrama del promedio del índice de condición de pavimento, se observa para el promedio de 57 del índice de condición del pavimento la máxima influencia es por el vehículo tipo combi rural con un 19.84 %, seguidamente también muestra la mínima influencia por el vehículo pesado tipo tráiler $\geq 3T3$ con un 0.72 %. Así mismo el factor de influencia vehicular de 6.47 %. De igual manera se muestra para los estados del pavimento la máxima y mínimas por su condición del índice de pavimento, para el estado pobre con el PCI de 38 la máxima es de 27% y la mínima es de 1.00 %, de igual manera para el estado regular con el PCI determinado de 47 su máxima influencia es de 22.26 % y su mínima de 0.81 %, así mismo de estado bueno con su PCI de 64 la máxima influencia es de 16.34 % y su mínima es de 0.59 %, finalmente se observa para el estado muy bueno en su índice de condición del

pavimento la influencia máxima vehicular es de 13.24 % y la mínima es de 0.48 %, de acuerdo al estudio de tráfico.

Análisis descriptivo del Objetivo Especifico 2, respecto al del factor de Carga.

El Análisis descriptivo de la influencia del factor de carga, se determina por el ESAL que circulan diariamente, y hace evidenciar las deflexiones en su condición del pavimento en la progresiva del km 1301+000 al km 1303+000, de la siguiente manera.

Tabla 46: Resultado del comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril izquierdo

PROGRESIVA (KM)	CARRIL	DEFLEXIÓN MAXIMA (DO)	DEFLEXIÓN ADMISIBLE (Dadm)	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MÍNIMO	COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA
1301+000	IZQ	69	82	BUENO	189.1	100	BUENO
1301+050	IZQ	72	82	BUENO	191.3	100	BUENO
1301+100	IZQ	46	82	BUENO	157.0	100	BUENO
1301+150	IZQ	73	82	BUENO	134.4	100	BUENO
1301+200	IZQ	62	82	BUENO	225.8	100	BUENO
1301+250	IZQ	69	82	BUENO	150.0	100	BUENO
1301+300	IZQ	69	82	BUENO	150.8	100	BUENO
1301+350	IZQ	76	82	BUENO	113.3	100	BUENO
1301+400	IZQ	66	82	BUENO	224.2	100	BUENO
1301+450	IZQ	72	82	BUENO	182.8	100	BUENO
1301+500	IZQ	65	82	BUENO	230.1	100	BUENO
1301+550	IZQ	65	82	BUENO	191.3	100	BUENO
1301+600	IZQ	60	82	BUENO	189.1	100	BUENO
1301+650	IZQ	71	82	BUENO	115.6	100	BUENO
1301+700	IZQ	65	82	BUENO	182.5	100	BUENO
1301+750	IZQ	59	82	BUENO	150.0	100	BUENO
1301+800	IZQ	65	82	BUENO	182.5	100	BUENO
1301+850	IZQ	61	82	BUENO	231.6	100	BUENO
1301+900	IZQ	72	82	BUENO	151.3	100	BUENO
1301+950	IZQ	77	82	BUENO	133.0	100	BUENO
1302+000	IZQ	75	82	BUENO	114.6	100	BUENO
1302+000	IZQ	52	82	BUENO	180.9	100	BUENO
1302+050	IZQ	72	82	BUENO	227.7	100	BUENO
1302+100	IZQ	50	82	BUENO	186.6	100	BUENO
1302+150	IZQ	66	82	BUENO	226.2	100	BUENO
1302+200	IZQ	65	82	BUENO	152.9	100	BUENO
1302+250	IZQ	84	82	BUENO	143.2	100	BUENO
1302+300	IZQ	57	82	BUENO	154.4	100	BUENO
1302+350	IZQ	72	82	BUENO	181.6	100	BUENO
1302+400	IZQ	75	82	BUENO	101.9	100	BUENO

1302+450	IZQ	47	82	BUENO	186.9	100	BUENO
1302+500	IZQ	54	82	BUENO	306.8	100	BUENO
1302+550	IZQ	61	82	BUENO	185.0	100	BUENO
1302+600	IZQ	66	82	BUENO	224.2	100	BUENO
1302+650	IZQ	72	82	BUENO	152.3	100	BUENO
1302+700	IZQ	70	82	BUENO	223.8	100	BUENO
1302+750	IZQ	65	82	BUENO	181.6	100	BUENO
1302+800	IZQ	71	82	BUENO	154.2	100	BUENO
1302+850	IZQ	73	82	BUENO	187.8	100	BUENO
1302+900	IZQ	65	82	BUENO	182.5	100	BUENO
1302+950	IZQ	62	82	BUENO	225.8	100	BUENO
1303+000	IZQ	69	82	BUENO	180.3	100	BUENO

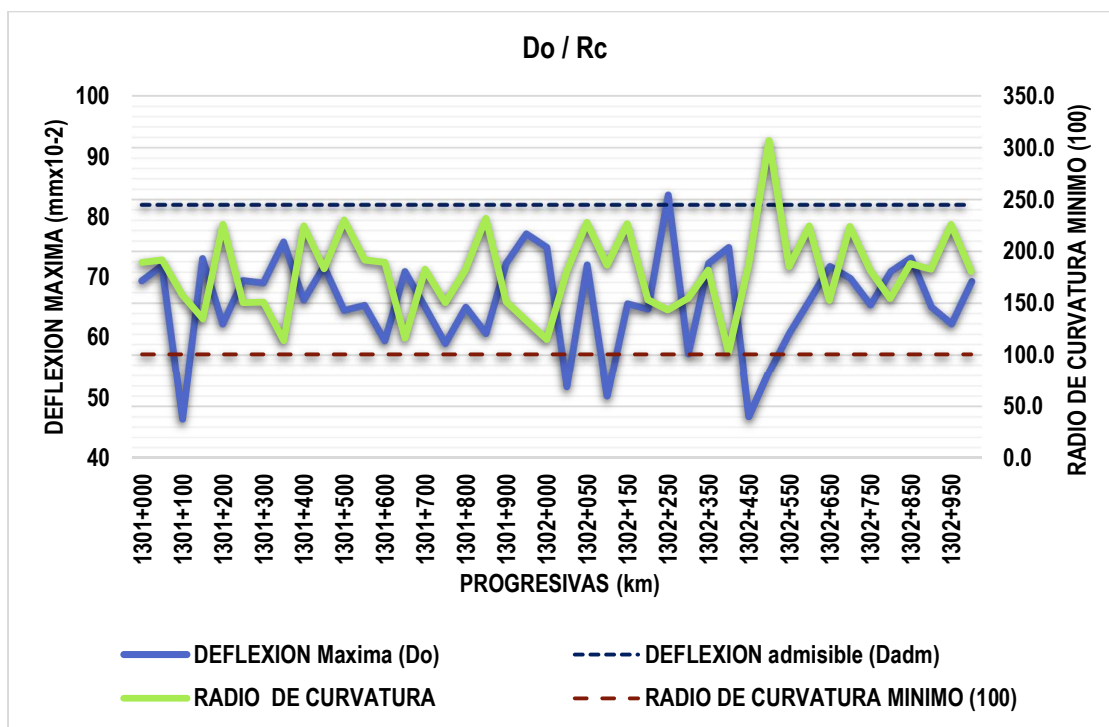


Figura 39: comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril izquierdo.

Tabla 47: Resultado del comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril derecho

PROGRESIVA (KM)	CARRIL	DEFLEXIÓN MAXIMA (DO)	DEFLEXIÓN ADMISIBLE (Dadm)	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MÍNIMO	COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA
1301+000	DER	70	82	BUENO	157.0	100	BUENO
1301+050	DER	80	82	BUENO	187.8	100	BUENO
1301+100	DER	78	82	BUENO	229.7	100	BUENO

1301+150	DER	71	82	BUENO	153.4	100	BUENO
1301+200	DER	68	82	BUENO	152.9	100	BUENO
1301+250	DER	80	82	BUENO	155.5	100	BUENO
1301+300	DER	54	82	BUENO	154.4	100	BUENO
1301+350	DER	61	82	BUENO	184.1	100	BUENO
1301+400	DER	61	82	BUENO	184.4	100	BUENO
1301+450	DER	60	82	BUENO	235.9	100	BUENO
1301+500	DER	73	82	BUENO	156.8	100	BUENO
1301+550	DER	70	82	BUENO	188.1	100	BUENO
1301+600	DER	67	82	BUENO	233.6	100	BUENO
1301+650	DER	68	82	BUENO	154.2	100	BUENO
1301+700	DER	72	82	BUENO	152.3	100	BUENO
1301+750	DER	68	82	BUENO	182.5	100	BUENO
1301+800	DER	68	82	BUENO	183.8	100	BUENO
1301+850	DER	71	82	BUENO	154.4	100	BUENO
1301+900	DER	61	82	BUENO	231.3	100	BUENO
1301+950	DER	70	82	BUENO	188.1	100	BUENO
1302+000	DER	73	82	BUENO	156.5	100	BUENO
1302+000	DER	73	82	BUENO	104.2	100	BUENO
1302+050	DER	58	82	BUENO	153.1	100	BUENO
1302+100	DER	64	82	BUENO	185.6	100	BUENO
1302+150	DER	50	82	BUENO	236.3	100	BUENO
1302+200	DER	57	82	BUENO	185.0	100	BUENO
1302+250	DER	61	82	BUENO	115.6	100	BUENO
1302+300	DER	53	82	BUENO	156.8	100	BUENO
1302+350	DER	75	82	BUENO	113.9	100	BUENO
1302+400	DER	71	82	BUENO	83.9	100	MALO
1302+450	DER	84	82	MALO	77.2	100	MALO
1302+500	DER	78	82	BUENO	84.2	100	MALO
1302+550	DER	77	82	BUENO	104.3	100	BUENO
1302+600	DER	73	82	BUENO	118.0	100	BUENO
1302+650	DER	64	82	BUENO	154.2	100	BUENO
1302+700	DER	68	82	BUENO	184.1	100	BUENO
1302+750	DER	57	82	BUENO	232.0	100	BUENO
1302+800	DER	65	82	BUENO	153.4	100	BUENO
1302+850	DER	61	82	BUENO	185.9	100	BUENO
1302+900	DER	64	82	BUENO	116.4	100	BUENO
1302+950	DER	60	82	BUENO	156.0	100	BUENO
1303+000	DER	76	82	BUENO	117.8	100	BUENO

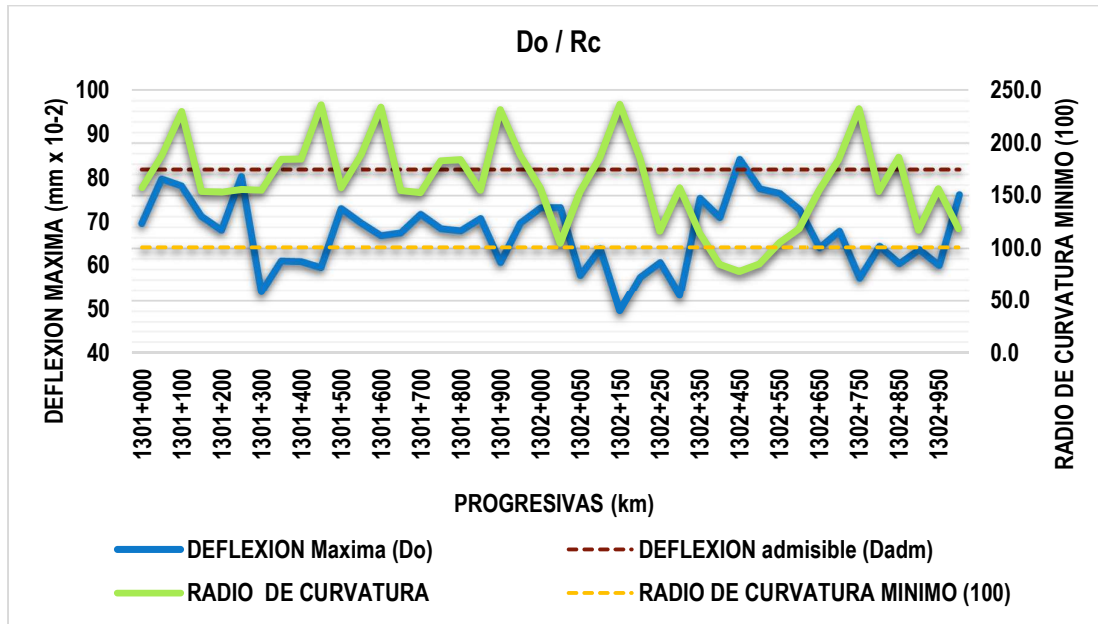


Figura 40: Comportamiento de la subrasante y carpeta asfáltica del carril izquierdo.

Análisis: los gráficos muestran el comportamiento del pavimento frente a la influencia de carga aplicada sobre el pavimento de acuerdo por tipo de vehículo, del km 1301+000 al km 1302+000, para el análisis del comportamiento del pavimento, la muestra patrón es la deflexión característica con un valor de 80.03 mm, de igual modo su deflexión promedio calculado es de 66.79 mm, frente al comportamiento del subrasante, dentro del carril derecho el histograma muestra en el km 1032+450 con una deflexión máxima de 84×10^{-2} mm, indica que tiene un subrasante malo, de igual manera en el km 1302+150 con una deflexión de 50×10^{-2} mm muestra un subrasante bueno. Así mismo, en función al radio de curvatura se muestra el comportamiento de la carpeta asfáltica, en el km 1302+450 se evidencia su estado de la carpeta asfáltica con un 77.2×10^{-2} mm su comportamiento es malo dentro de las siguientes progresivas se evidencia que el comportamiento del pavimento se bueno. los resultados obtenidos de la influencia de carga frente al comportamiento de la subrasante y comportamiento de la carpeta asfáltica. Que la mayor parte de las progresivas se evidencia en un estado bueno. Así mismo los radios de curvatura máximos y mínimos muestran el comportamiento de la carpeta asfáltica en un estado bueno.

Análisis descriptivo del Objetivo Especifico 3, respecto al del factor climático.

El Análisis descriptivo de la influencia del factor climático, se determina por temperatura ambiente durante el día, y hace evidenciar su comportamiento del pavimento en la progresiva del km 1301+000 al km 1303+000, de la siguiente manera.

Tabla 48: Resultado del comportamiento de la temperatura y la deflexión del carril izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	TEMPERATURA	DEFLEXIONES CORREGIDAS	DEFLEXION ADMISIBLE (0.01 mm)	RADIO DE CURVATURA (m)	RADIO DE CURVATURA minimo (m)
		(°C)	Do			
1301+000	IZQ	9.2	107	90.39	122.5	100
1301+050	IZQ	9	113	90.39	121.9	100
1301+100	IZQ	9.4	71	90.39	102.6	100
1301+150	IZQ	9.1	113	90.39	87.3	100
1301+200	IZQ	9	92	90.39	152.3	100
1301+250	IZQ	9.3	102	90.39	102.3	100
1301+300	IZQ	9.7	101	90.39	103.4	100
1301+350	IZQ	10.1	110	90.39	78.3	100
1301+400	IZQ	10.6	94	90.39	158.6	100
1301+450	IZQ	10.2	104	90.39	125.6	100
1301+500	IZQ	10	95	90.39	156.3	100
1301+550	IZQ	10.5	99	90.39	126.6	100
1301+600	IZQ	10.2	90	90.39	125.6	100
1301+650	IZQ	11.3	102	90.39	80.7	100
1301+700	IZQ	11.1	92	90.39	128.4	100
1301+750	IZQ	11.2	83	90.39	107.3	100
1301+800	IZQ	11.5	92	90.39	129.7	100
1301+850	IZQ	11.8	86	90.39	163.3	100
1301+900	IZQ	11.9	100	90.39	109.1	100
1301+950	IZQ	12.3	109	90.39	94.4	100
1302+000	IZQ	12.1	105	90.39	82.2	100
1302+000	IZQ	12.7	70	90.39	133.4	100
1302+050	IZQ	13.5	97	90.39	169.9	100
1302+100	IZQ	13.5	69	90.39	135.9	100
1302+150	IZQ	13.7	87	90.39	170.7	100
1302+200	IZQ	13.7	87	90.39	113.8	100
1302+250	IZQ	14.5	103	90.39	115.9	100
1302+300	IZQ	14.6	76	90.39	116.1	100
1302+350	IZQ	14.7	94	90.39	139.7	100

1302+400	IZQ	14.5	99	90.39	77.3	100
1302+450	IZQ	15.1	62	90.39	140.9	100
1302+500	IZQ	15.3	71	90.39	235.9	100
1302+550	IZQ	15.7	79	90.39	142.8	100
1302+600	IZQ	16.5	82	90.39	181.6	100
1302+650	IZQ	16.4	91	90.39	120.8	100
1302+700	IZQ	17.4	84	90.39	185.2	100
1302+750	IZQ	17.8	79	90.39	149.4	100
1302+800	IZQ	17.6	88	90.39	124.0	100
1302+850	IZQ	18.4	91	90.39	151.3	100
1302+900	IZQ	18	79	90.39	150.0	100
1302+950	IZQ	18.7	74	90.39	190.2	100
1303+000	IZQ	18.1	83	90.39	150.3	100

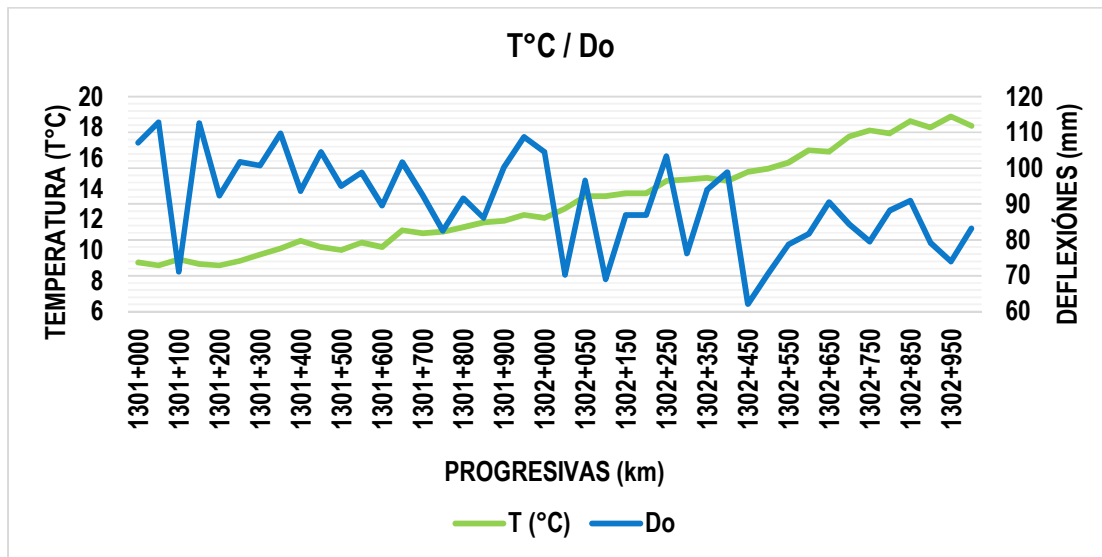


Figura 41: Verificación de la deflexión causada por la temperatura en carril izquierdo

Tabla 49: Resultado del comportamiento de la temperatura y la deflexión del carril izquierdo

PROGRESIVA (Km)	CARRIL	TEMPERATURA	DEFLEXIONES CORREGIDAS	DEFLEXION ADMISIBLE (0.01 mm)	RADIO DE CURVATURA (m)	RADIO DE CURVATURA minimo (m)
		(°C)	Do			
1301+000	DER	18.6	86	90.39	126.6	100
1301+050	DER	19.2	98	90.39	153.8	100
1301+100	DER	19.3	93	90.39	192.6	100
1301+150	DER	19.3	85	90.39	128.4	100
1301+200	DER	18.5	82	90.39	126.3	100

1301+250	DER	18.4	99	90.39	126.0	100
1301+300	DER	17.2	68	90.39	122.9	100
1301+350	DER	17	77	90.39	146.9	100
1301+400	DER	17.6	76	90.39	148.8	100
1301+450	DER	17.5	76	90.39	185.5	100
1301+500	DER	16.5	95	90.39	121.1	100
1301+550	DER	16.4	91	90.39	145.0	100
1301+600	DER	16.5	86	90.39	181.6	100
1301+650	DER	16.3	86	90.39	120.6	100
1301+700	DER	15.3	93	90.39	118.0	100
1301+750	DER	15.1	89	90.39	140.9	100
1301+800	DER	15	89	90.39	140.6	100
1301+850	DER	15.7	92	90.39	119.0	100
1301+900	DER	14.3	81	90.39	173.0	100
1301+950	DER	14.8	94	90.39	140.0	100
1302+000	DER	14.1	100	90.39	114.8	100
1302+000	DER	14.7	98	90.39	77.6	100
1302+050	DER	13.7	78	90.39	113.8	100
1302+100	DER	13.8	87	90.39	136.9	100
1302+150	DER	13.4	69	90.39	169.5	100
1302+200	DER	13.1	79	90.39	134.7	100
1302+250	DER	13.3	83	90.39	84.6	100
1302+300	DER	13.1	74	90.39	112.2	100
1302+350	DER	13.4	101	90.39	84.8	100
1302+400	DER	12.1	100	90.39	59.8	100
1302+450	DER	12.4	118	90.39	55.2	100
1302+500	DER	12.6	108	90.39	60.5	100
1302+550	DER	12.8	107	90.39	74.3	100
1302+600	DER	12.7	103	90.39	83.4	100
1302+650	DER	11.3	92	90.39	107.6	100
1302+700	DER	11	98	90.39	128.1	100
1302+750	DER	11.1	83	90.39	160.5	100
1302+800	DER	11.4	92	90.39	107.8	100
1302+850	DER	10	90	90.39	125.0	100
1302+900	DER	10.7	93	90.39	79.5	100
1302+950	DER	10.2	90	90.39	104.7	100
1303+000	DER	10.8	113	90.39	79.7	100

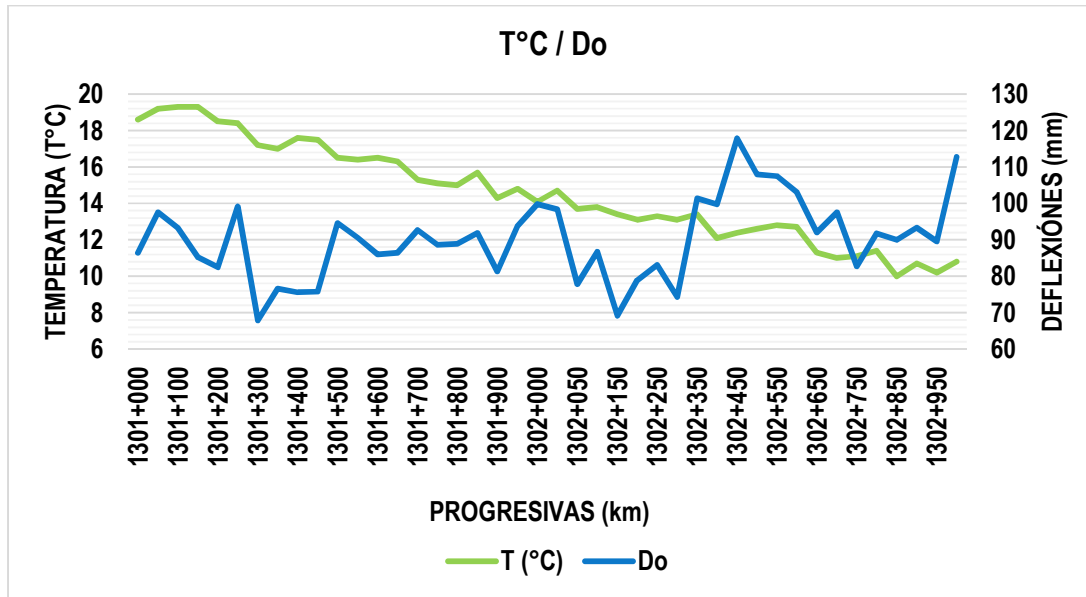


Figura 42: Verificación de la deflexión causado por la temperatura en carril derecho

Análisis: De acuerdo a los gráficos, el comportamiento del pavimento frente a la influencia de la temperatura, en las progresivas del km 1301+000 al km 1300+000 en ambos carriles de la carretera, donde la muestra patrón es la deflexión característica con un valor de $110.08 \times 10^{-2} \text{mm}$, de igual modo su deflexión promedio calculado es de $90.39 \times 10^{-2} \text{mm}$, de igual la temperatura máxima 19.30°C del km 1301+100 del carril izquierdo, muestra una deflexión máxima de $95 \times 10^{-2} \text{mm}$, su comportamiento estructural es (bueno) y a temperaturas mínimas de 9°C en el km 1301+000 del carril izquierdo su deflexión máxima es $92 \times 10^{-2} \text{mm}$ con un comportamiento estructural (regular), en estas condiciones del comportamiento del estructural en (bueno), dentro de los parámetros ya que se tiene una deflexión admisible de $82 \times 10^{-2} \text{mm}$, tanto que nos permite determinar el comportamiento de la subrasante y así mismo el radio de curvatura mínimo de 100m permite determinar el comportamiento de la carpeta.

Estadística inferencial

Planteamiento de las hipótesis específicas.

Planteamiento de la hipótesis específica 1

H1a: El factor de tráfico sigue una distribución normal significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

H1o: El factor de tráfico no sigue una distribución normal significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

Para la prueba de normalidad, se realizó el análisis estadístico, mediante shario-wilk, ya que los datos son menores de 50. en tal, sentido se determinará la distribución de la normalidad con el software estadístico SPSS 26.

Tabla 50: Resultado estadístico de la prueba de normalidad factor de trafico

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Veh/dia	0,274	19	,001	0,785	19	0,001
PCI	0,274	19	,001	0,786	19	0,001

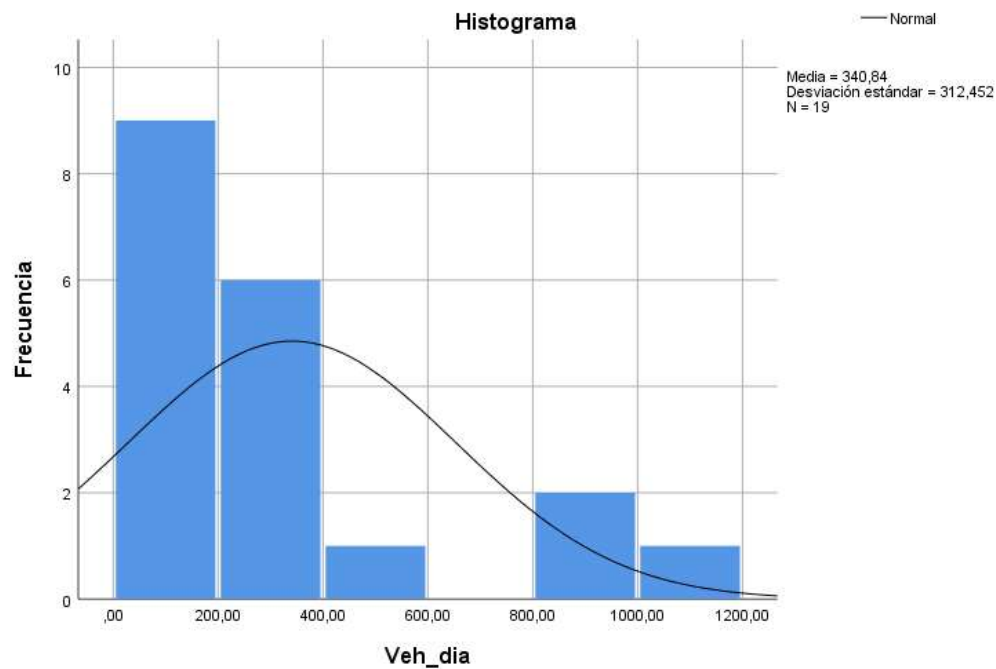


Figura 43: Histograma estadístico de Veh/dia con una distribución no paramétrica

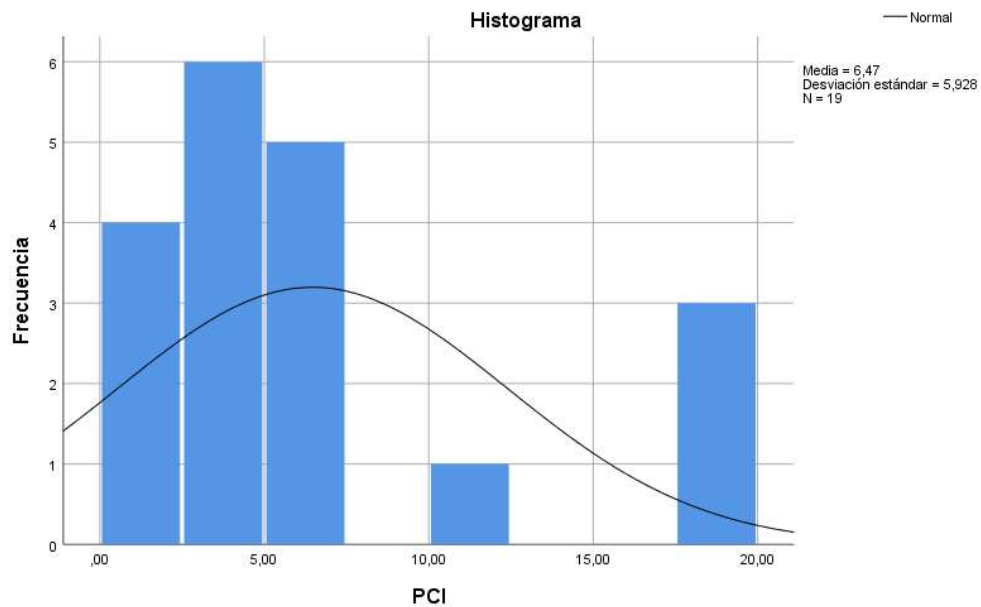


Figura 44: Histograma estadístico de PCI con una distribución no paramétrica

El resultado de la prueba de normalidad, según Shapiro-Wilk en su columna Sig. Es Menor que a 0.05, por ende, se RECHAZA la hipótesis nula. Ya que se muestra en el histograma de Veh/día y PCI que no hay una distribución normal.

Contrastacion de la hipótesis especifica 1

H1a: El factor de tráfico si influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

H1o: El factor de tráfico no influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

Tabla 51: Resultado análisis de varianza (ANOVA) PCI

Influencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	632,455	18	35,136	0.000	0.000
Dentro de grupos	0,000	0	0.000		
Total	632,455	18			

Finalmente, de acuerdo al análisis por ANOVA en la Sig. Es menor que el 5%, en tal sentido se RECHAZA la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

Planteamiento de la hipótesis específica 2

H1a: El factor de carga sigue una distribución normal significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

H1o: El factor de carga no sigue una distribución normal significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

Para la prueba de normalidad, se realizó el análisis estadístico, mediante Kolmogorov-Smirnov^a, ya que los datos son mayores de 50. en tal, sentido se determinará la distribución de la normalidad con el software estadístico SPSS.

Tabla 52: Resultado estadístico de la prueba de normalidad factor de carga

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
Estado	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Do BUENO	0,090	83	0,095	0,976	83	0,131	

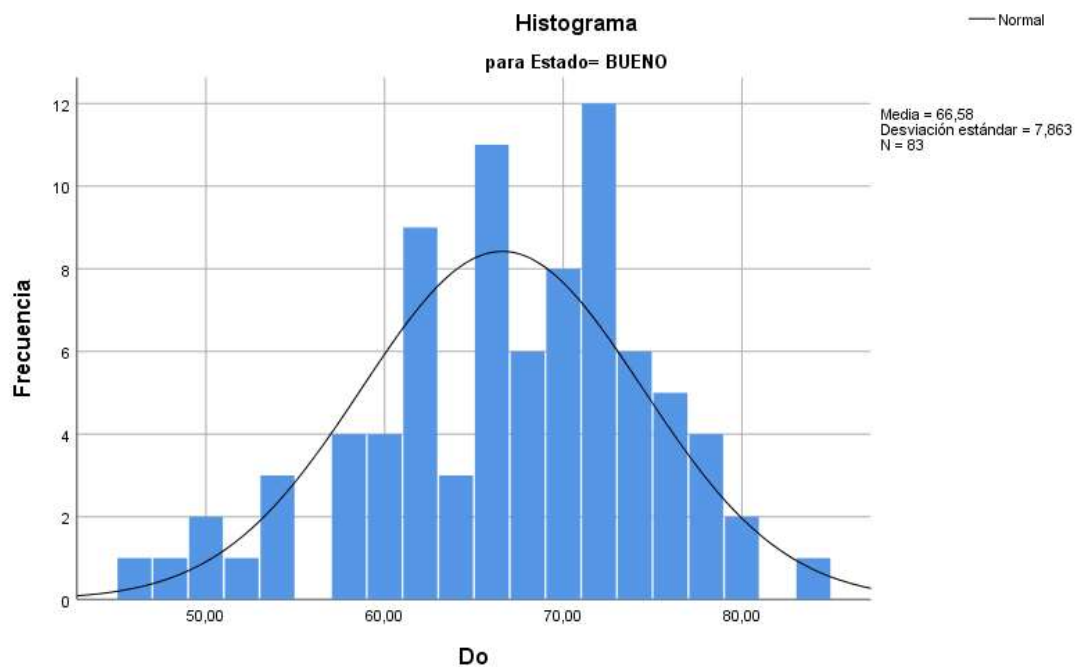


Figura 45: Histograma estadístico de Deflexión con una distribución paramétrica

El resultado de la prueba de normalidad, según Kolmogorov-Smirnov^a en su columna Sig. Es Mayor al 0.05, por ende, se ACEPTA la hipótesis nula. Ya que se

muestra en el histograma entre la deflexión máxima y su estado hay una distribución normal.

Contrastación de la hipótesis específica 2

H2a: El factor de carga si influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

H2o: El factor de carga no influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

Tabla 53: Resultado de la contrastación de hipótesis del factor carga.

Influencia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	753,999	27	27,926	2713,245	0,000
Dentro de grupos	0.576	56	0,010		
Total	754.575	83			

Finalmente, de acuerdo al análisis por ANOVA en la Sig. Es menor que el 5%, en tal sentido se RECHAZA la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

Planteamiento de la hipótesis específica 3

H1a: El factor de carga sigue una distribución normal significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

H1o: El factor de carga no sigue una distribución normal significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

Para la prueba de normalidad, se realizó el análisis estadístico, mediante Kolmogorov-Smirnov^a, ya que los datos son mayores de 50. en tal, sentido se determinará la distribución de la normalidad con el software estadístico SPSS.

Tabla 54: Resultado estadístico de la prueba de normalidad factor climático

		PRUEBAS DE NORMALIDAD					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estado	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Do	BUENO	0,090	83	0,095	0,976	83	0,131

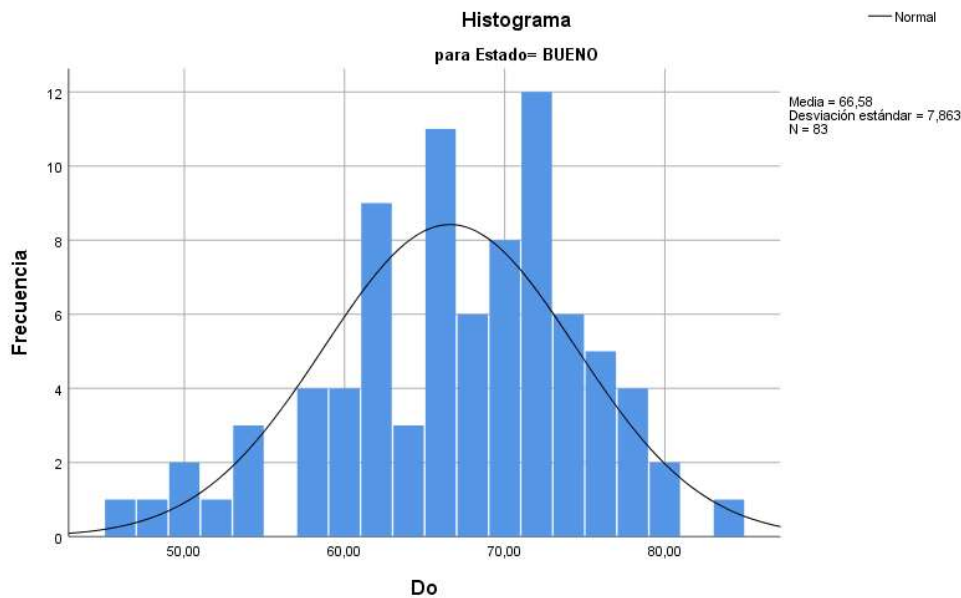


Figura 46: Histograma estadístico de temperatura con una distribución paramétrica.

El resultado de la prueba de normalidad, según Kolmogorov-Smirnov^a en su columna Sig. Es Mayor al 0.05, por ende, se ACEPTA la hipótesis nula. Ya que se muestra en el histograma entre la deflexión máxima y su estado hay una distribución normal.

Contrastación de la hipótesis específica 3

H3a: El factor climático si influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

H3o: El factor climático no influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.

Tabla 55: Resultado de la contrastación de hipótesis del factor climático

Influencia T°C	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	440,961	39	11,300	1,677	0,049
Dentro de grupos	296,529	44	6,739		
Total	737,220	83			

Finalmente, de acuerdo al análisis por ANOVA en la Sig. Es mayor que el 5%, en tal sentido se RECHAZA la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

V. DISCUSIÓN

Objetivo Especifico 1. Determinar el factor de tráfico que influye en el estado superficial durante el Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022.

Antecedente: Dentro de la investigación de (Setyawan, Nainggolan, & Budiarto, 2018), se pudo evidenciar que busco evaluar el estado de la carretera y los daños, ocasionados por distintos factores, donde evaluaron cinco sectores con diversas condiciones de daños con una evaluación detallada, para lo cual efectuó utilizar el índice de condición del pavimento. Dentro de su artículo reflejo los siguientes valores y sus estados del pavimento de los cinco sectores, con un PCI de 56.1 (bueno), 37.8 (malo), 9.3 (muy bueno), 39.0 (malo) y 95.0 (excelente). Y las vidas de servicio restantes secuencialmente son 2,39 años, 0,65 años, 4,43 años, 0,11 años y 3,57 años. De igual manera, (Huauya & Terrazas, 2020) en su investigación evaluó el estado del pavimento. Encontró que los diferentes patrones de falla fueron similares para casi todas las derivaciones, principalmente con grietas longitudinales y transversales, perforaciones, grietas por fatiga o piel de caimán, con un PCI promedio de 15.0 (malo)

Resultado: De acuerdo al analisis de la influencia del **factor trafico**, inicialmente se realizo el estudio de trafico durante una semana de lunes a domingo con fecha de inicio del 28 de febrero del año 2022 al 06 de marzo del año 2022, para determinar su flujo vehicular diario por tipo de vehiculos livianos y pesados, la cual se muestra en tabla 16 las cantides de vehiculos livianos por unidad de peaje de ayaviri del mes de diciembre con un total de 3,820 veh/dia, de igual manera con la tabla 17 se muestra para los vehiculos pesados con un total de 2,656 veh/dia en total por unidad de peaje ayaviri 6,476 veh/dia, con mayor cantidad de flujo vehicular de 972 veh/dia el vehiculo tipo Auto. De igual menra se determino el flujo vehicular por unidad de peaje san anton, la cual se representa en la tabla 18 con una cantidad de 3,457 veh/dia de vehiculos livianos y la tabla 19 de vehiculos pesados muestra la cantidad de 2,591 veh/dia, con una cantidad total de 6,048 veh/dia. Para el analisis de la influencia de factor de trafico, se asigno la unidad de peaje ayaviri por tipo de vehiculo y su flujo diario. De igual manera para la **evaluación del estado superficial** del pavimento el cual se dio atravez del ensayo

de índice de condición del pavimento PCI, solicitado y realizado por el laboratorio GEOTECNIA PUNO EIRL. y su especialista el ing. Alfredo Alarcon Atahuachi, la cual realiza la inspeccion visual y identificacion de tipos de daño en ambos carriles de estudio del km 1301+000 al km 1303+000, en 8 unidades de muestra dando sus resultados que se muestra en la tabla 28 y 29, su area, unidad de muestra, progresiva de indentificacion, cantidad de muestra, valor deducido, PCI y la casificacion del estado del pavimento según su PCI. Finalmente la tabla 30 muestra su resumen del promedio del PCI y su clasificacion con un 79 de PCI estado (muy bueno), 64 PCI estado (Bueno), 47 de PCI estado (Regural) y 38 de PCI estado (Pobre) y se requiere realizar un mantenimiento rutinario. Dentro del analisis estadistico inferencial en la tabla 46 se muestra su prueba de normalidad no parametrica por que la variable de trafico y PCI no hay una distribucion normal. Dentro de la contrastacion la influencia del factor trafico si influye con un nivel de significanci menor al 5% por (ANOVA).

Comparación: De acuerdo a los resultados obtenidos dentro de la presente investigacion y los resultados de las investigaciones de (Setyawan, Nainggolan, & Budiarto, 2018) y (Huauya & Terrazas, 2020) se puese concluir de acuerdo a los resultados obtenidos que se muestran en las difentes investigaciones ya sea que los resultados muestran las variacion por el nivel de estudio, cantidades de unidades de muestra, nivel de especialistas a realizar las identificaciones de los daños que conllevan el pavimento asi mismo tambien por el niveles de trafico que contemplan los lugares de estudio, tiempo de servicialidad del pavimento. Por lo que ambas investigaciones realizan la evaluacion del pavimento mediante la metodologia PCI. Asi mismo se puede evidenciar los estados del pavimento.

Objetivo Especifico 2. Determinar el factor de Carga que influye en la condición estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022.

Antecedente: Dentro de la investigación de (Diaz, 2021), se pudo evidenciar que las unidades de muestras realizas es a cada 25 y 50 metros en ambos carriles. que busco evaluar el estado estructural del pavimento por deflectometria mediante el ensayo no destructible de la carretera la cual haciendo el uso de la viga Benkelman. en pavimentos flexible, obteniendo los resultados de 108 x 10-2 mm como el valor

de la deflexión admisible. lo que permitió deducir que el 50% de los tramos analizados no cuentan con la capacidad estructural necesaria, debido a que sus deflexiones características superan el valor tolerable. De igual manera (Jinchuña, 2020) en su investigación realizó la evaluación estructural de 1,500 metros con un ancho de calzada de 6.60 metros para lo cual de igual manera utilizó la viga benkelman. Dentro de su investigación reflejó el siguiente valor con una Deflexión Característica es mayor que la Deflexión Admisible, $D_c > D_{adm}$, $133.50 \times 10^{-2} \text{mm} > 72.30 \times 10^{-2} \text{mm}$. con una estructura del pavimento con problemas o deficiencia en el diseño estructural, de tal manera lo clasifica como (deficiente).

Resultado: De acuerdo al análisis de la influencia del **factor de carga**, inicialmente se realizó el estudio de tráfico durante una semana de lunes a domingo con fecha de inicio del 28 de febrero del año 2022 al 06 de marzo del año 2022, para determinar su flujo vehicular diario por tipo de vehículos livianos y pesados, la cual se muestra en tabla 16 las cantidades de vehículos livianos por unidad de peaje de ayaviri del mes de diciembre con un total de 3,820 veh/día, de igual manera con la tabla 17 se muestra para los vehículos pesados con un total de 2,656 veh/día en total por unidad de peaje ayaviri 6,476 veh/día, en la tabla 31 se muestra el cálculo de factor de vehículos del IMDa. De tal manera en la tabla 32 se determina del ESALs de 2,554,287.37 de ejes equivalentes. De igual manera para la evaluación del **comportamiento estructural** del pavimento el cual se dio a través del ensayo no destructible por deflectometría, solicitado y realizado por el laboratorio GEOTECNIA PUNO EIRL. y su especialista el ing. Alfredo Alarcon Atahuachi, la cual se realiza con el equipo de la viga benkelman, en ambos carriles de estudio del km 1301+000 al km 1303+000, a cada 40 metros con 42 unidades de muestra en cada carril. Mostrando así los resultados que su deflexión característica es de $80.03 \times 10^{-2} \text{mm}$ y una deflexión admisible de $82 \times 10^{-2} \text{mm}$ con una deflexión promedio de $66.79 \times 10^{-2} \text{mm}$. en ese sentido muestra un comportamiento de la subrasante (bueno) y de acuerdo al radio de curvatura máxima su comportamiento de la carpeta (bueno) la cual se requiere realizar un mantenimiento rutinario. Dentro del análisis estadístico inferencial en la tabla 48 se muestra su prueba de normalidad no paramétrica por que la variable de la deflexión y comportamiento estructural donde si hay una distribución normal. Dentro de la contrastación la

influencia del factor de carga si influye con un nivel de significancia menor al 5% por (ANOVA).

Comparación: De acuerdo a los resultados obtenidos dentro de la presente investigación y los resultados de las investigaciones de (Díaz, 2021) y (Jinchuña, 2020) se puede concluir de acuerdo a los resultados obtenidos que se muestran en las diferentes investigaciones ya sea que los resultados muestran la variación por el nivel de estudio, cantidades de unidades de muestra, la mala calibración del dial de tal manera influye en las lecturas no sean verdicas. Según los resultados de (Díaz, 2021), muestra el 108×10^{-2} mm como el valor de la deflexión admisible. lo que permitió deducir que el 50% de los tramos analizados no cuentan con la capacidad estructural necesaria, debido a que sus deflexiones características superan el valor tolerable. De igual manera (Jinchuña, 2020), la Deflexión Característica es mayor que la Deflexión Admisible, $D_c > D_{adm}$, 133.50×10^{-2} mm $> 72.30 \times 10^{-2}$ mm. con una estructura del pavimento con problemas o deficiencia en el diseño estructural, de tal manera lo clasifica como (deficiente).

Objetivo Especifico 3. Determinar el factor Climático que influye en el comportamiento estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022.

Antecedente: Dentro de la investigación de (Clemente, 2019), se pudo evidenciar entre las 6:00 y 7:00 horas durante el día, son las mínimas temperaturas en un promedio de 4°C con una humedad relativa de 46%, la cual ocasiona una deflexión de D_o 0.01mm igual a 16 en promedio, con una deflexión característica menor que la deflexión admisible y con una resistencia buena, entre las horas de 1:00 y 3:00 de la tarde son las temperaturas más alta de 15°C con una humedad relativa de 19%, la cual muestra una deflexión de D_o 0.01mm igual a 34 en promedio con una resistencia regular. (Ramos & Castro, 2016), en su artículo de investigación las temperaturas entre 15°C y 25°C muestra como representativas para las pruebas de análisis de deflexiones máximas.

Resultado: De acuerdo al análisis de la influencia del factor climático, De acuerdo a los gráficos, el comportamiento del pavimento frente a la influencia de la temperatura, en las progresivas del km 1301+000 al km 1300+000 en ambos carriles de la carretera, donde la muestra patrón es la deflexión característica con

un valor de $110.08 \times 10^{-2} \text{mm}$, de igual modo su deflexión promedio calculado es de $90.39 \times 10^{-2} \text{mm}$, de igual la temperatura máxima 19.30°C del km 1301+100 del carril izquierdo, muestra una deflexión máxima de $95 \times 10^{-2} \text{mm}$, su comportamiento estructural es (bueno) y a temperaturas mínimas de 9°C en el km 1301+000 del carril izquierdo su deflexión máxima es $92 \times 10^{-2} \text{mm}$ con un comportamiento estructural (regular), en estas condiciones del comportamiento del estructural en (bueno), dentro de los parámetros ya que se tiene una deflexión admisible de $82 \times 10^{-2} \text{mm}$, tanto que nos permite determinar el comportamiento de la subrasante y así mismo el radio de curvatura mínimo de 100m permite determinar el comportamiento de la carpeta. Dentro del analisis estadístico inferencial en la tabla 48 se muestra su prueba de normalidad no paramétrica por que la variable de la deflexión y comportamiento estructural donde si hay una distribución normal. Dentro de la contrastación la influencia del factor climático si influye con un nivel de significancia menor al 5% por (ANOVA).

Comparación: De acuerdo a los resultados obtenidos dentro de la presente investigación y los resultados de las investigaciones de (Clemente, 2019) concluye de acuerdo a sus resultados las temperaturas mínimas se dan entre 6:00 y las 7:00 horas, las temperaturas son mínimas con un promedio de 4°C , en la cual la deflexión promedio de ($15.6 \times 10^{-2} \text{mm}$), la deflexión mínima de $12.0 \times 10^{-2} \text{mm}$, la deflexión característica de ($20.70 \times 10^{-2} \text{mm}$), la deflexión admisible de ($83 \times 10^{-2} \text{mm}$) las temperaturas máximas se dan entre las 13:00 y 15:00 horas, con las temperaturas más alta de 15°C , en la cual la deflexión promedio es de ($35.4 \times 10^{-2} \text{mm}$), la deflexión máxima es de ($36.0 \times 10^{-2} \text{mm}$), la deflexión característica es de ($37.13 \times 10^{-2} \text{mm}$), la deflexión admisible es de ($83 \times 10^{-2} \text{mm}$). Con resistencia buenas y regulares en promedio del comportamiento del pavimento. De igual manera (Ramos & Castro, 2016) en su artículo de investigación los factores climáticos para el diseño de pavimentos obtiene los siguientes resultados: cuando se tiene una temperatura de 15°C se tiene una deflexión de ($42.70 \times 10^{-2} \text{mm}$), a una temperatura de 25°C la deflexión es ($64.33 \times 10^{-2} \text{mm}$) y a una temperatura de 35°C la deflexión es ($100.70 \times 10^{-2} \text{mm}$).

VI. CONCLUSIONES

TESIS: DETERMINAR LAS INFLUENCIAS QUE AFECTAN AL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL

Objetivo General: Se determino las influencias de los factores externos que afectan al estado y comportamiento del pavimento. Por los factores de trafico, carga y climático, son considerable, analizados en el km 1301+000 al km 1303+000 de la carretera Juliaca – Calapuja, ya que dentro del estado superficial, Condición y comportamiento estructural como son: el IMDa, ESALs y la temperatura que se vio en su analisis de estadística inferencial de su considerable influencia.

1. Estado Superficial

Objetivo Especifico 1: Se establecio la influencia que ocasiona el trafico dentro del estado superficial del pavimento flexible. Tras la evaluación mediante el metodo del indice de condicion de pavimento PCI. Se pudo determina su estado superficial por la influencia del trafico. Según la norma ASTM D 6433-03 y MTC – AASHTO 93, donde presenta un IMDa de 6,476 veh/dia y un PCI promedio de 57, de acuerdo a la norma se interpreta que la condición del pavimento es (Buena).

2. Condición Estructural

Objetivo Especifico 2: Se establecio la influencia que ocasiona la carga dentro de la Condición Estructural del pavimento flexible. Tras la evaluación mediante el ensayo no destructible por deflectometria. Se pudo determina su condición de la subrasante y de la carpeta asfáltica por la influencia de carga. Según el MTC E 1002 y la metodología CONREVIAl, MTC– AASHTO 93, donde presenta un ESAL de 2,554287.37 de Ejes equivalentes y una deflexión característica es de 80.03×10^{-2} mm y una Dadm. de 82×10^{-2} mm con una Dprom. de 66.79 en ese sentido muestra un subrasante (bueno) y carpeta asfáltica (bueno)

3 Comportamiento Estructural

Objetivo Especifico 3: Se establecio la influencia que ocasiona la temperatura que a mayor temperatura las deflexiones son mayores, con las temperaturas minimas las deflexiones desminuyen. De acuerdo al estudio la temperatura promedio 14°C

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo Específico 1: Se recomienda para futuras investigaciones emplear las evaluaciones más exhaustivas considerando todos los criterios de especialistas tanto en la recolección de datos y la identificación de daños. De igual manera se recomienda para el ámbito del estudio de tráfico tomar datos por mes de estaciones de peajes para así determinar la influencia más real. Asimismo, se recomienda utilizar nuevas tecnologías para la identificación de daños ya que las carreteras de alto tránsito son perjudiciales los niveles de flujo vehicular.

Objetivo Específico 2: Se recomienda utilizar 11 segmentos porque es técnicamente seguro y más económico. Recomendamos que el número de segmentos corresponda al número de puntos de prueba probados para deflexión con una distancia de 500 implementación. Así mismo también se recomienda un mayor estudio de las nuevas técnicas de recolección de información. De igual manera se recomienda el uso de deflectómetro de impacto (fwd), para la determinación de deflexiones.

Objetivo Específico 3: Se recomienda llevar las lecturas de temperatura a profundidades distintas para así tener conocimiento de la influencia a cada capa estructural del pavimento, también se recomienda tomar datos de temperatura durante cada periodo de tiempo estacionario para así ver la evolución del comportamiento estructural. De igual manera exhaustiva se recomienda evaluar por cada factor climático, mediante los ensayos y toma de datos climáticos con tecnologías modernas para así tener una mejor información y así evaluar de manera óptima el comportamiento estructural del pavimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, A. A., & SALINAS, P. A. (15 de Enero de 2019). Evaluación de la vida útil del pavimento flexible de la vía Conococha – Yanacancha ante el incremento de los ejes equivalentes no proyectados, utilizando la metodología ASSHTO 93. Evaluation of the useful lifetime of the flexible pavement track Conococha - Yanacancha by the non-projected equivalent axel loads using the ASSHTO 93 methodology, 90. doi:<http://doi.org/10.19083/tesis/625384>

ASCE's. (2017, Enero 17). Roads. Retrieved Enero 01, 2022, from ASCE's 2021 Infrastructure Report Card: <https://infrastructurereportcard.org/cat-item/roads/>

ÁVILA, E., ALBARRACÍN, F., & BOJORQUE, J. (01 de Junio de 2015). Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso. *Maskana*, 6(1), 149-167. doi:<https://doi.org/10.18537/mskn.06.01.11>

AZARIJAFARI, H., YAHIRA, A., & AMOR, M. B. (2016, Enero 20). Life cycle assessment of pavements: reviewing research challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2187-2197. doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.080

BALAREZO, J. (2017). Evaluación estructural usando viga benkelman aplicada a un pavimento. Tesis de pregrado, Universidad de Piura, Piura. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <https://hdl.handle.net/11042/3135>

BO, L., KUNDWA, M. J., JIAO, C. Y., & WEI, Z. X. (2019, Setiembre 01). Pavement performance evaluation and maintenance decision-making in Rwanda. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 12(5), 443-447. doi:<https://doi.org/10.1007/s42947-019-0053-9>

CANTA, J. (2018). Gestión de proyectos bajo el enfoque PMI-PMBOK y los plazos de liquidación de los proyectos Cash Qali Warma promovidos por FONCODES, PERU, 2017. lima: Escuela de Posgrado de la Universidad Ricardo Palma. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1622>

CARDONA, S., VÉLEZ, J., & TOBÓN, S. (22 de Junio de 2016). Contribución de la evaluación socioformativa al rendimiento académico en pregrado. *Educación*, 423-447. doi:<http://dx.doi.org/10.5565/rev/educar.763>

CORREA, J. (01 de Mayo de 2017). Modelo estimado para el ruido generado por la interacción llanta-pavimento en corredores viales de pavimento rígido y flexible de Bogotá DC. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <http://hdl.handle.net/11232/850>

DIAZ, D. F. (2021). Evaluación del estado superficial y capacidad estructural de pavimentos flexibles mediante el índice de condición del pavimento y deflectometría en calles y avenidas del cercado del distrito de Pimentel 2020. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3787>

e-asfalto. (2022). e-asfalto.com. Obtenido de <http://e-asfalto.com/go/?selladores/index.htm>

FRANCOIS, A., ALI, A., & MEHTA, Y. (2017, Setiembre 05). Evaluating the impact of different types of. *International Journal of Pavement Engineering*, 20(8), 938-946. doi:<https://doi.org/10.1080/10298436.2017.1366766>

GAUTAM, P. K., KALLA, P., JETHOO, A. S., Agrawal, R., & Singh, H. (2018, Agosto 20). Sustainable use of waste in flexible pavement: A review. *Construction and Building Materials*, 180, 239-253. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.067>

HARVEY, J., MEIJER, J., OZER, H., AL-QADI, I. L., SABOOR, A., & KENDALL, A. (2016, Julio). Pavement Life Cycle Assessment Framework. Technical Report Documentation, 246. Retrieved Enero 01, 2022, from <https://rosap.nhl.bts.gov/view/dot/38470>

HASIBUAN, R., & SURBAKTI, M. (25 de Enero de 2019). Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement. *MATEC Web of Conferences*, 258(6), 03019. doi:<https://doi.org/10.1051/matecconf/201925803019>

HE, L., LIN, H., ZOU, Q., & ZHANG, D. (2017, Noviembre 01). Accurate measurement of pavement deflection velocity under dynamic loads. *Automation in Construction*, 83, 149-162. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.012>

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, M. P. (2014). Metodología de la Investigación (Vol. Secta Edición). Mexico: mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v. Recuperado el 01 de Enero de 2022

HUAUYA, D. A., & TERRAZAS, K. A. (2020). Determinar el ciclo de vida a partir del estado de condición del pavimento flexible urbano en rotondas aplicando metodologías internacionales. Universidad Ricardo Palma, Lima. Lima: Universidad Ricardo Palma. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3660>

ISSA, A., SAMMANEH, H., & ABAZA, K. (2022, Febrero 01). Modeling Pavement Condition Index Using Cascade Architecture: Classical and Neural Network Methods. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 46(1), 483-495. doi:<https://doi.org/10.1007/s40996-021-00678-9>

JINCHUÑA, M. S. (2020). Evaluación por deflectometría y la rugosidad del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la av. Billingham, tramo: av. Bolognesi–av. Tarapacá–Tacna, 2019. Universidad Privada de Tacna, Tacna. Tacna: Universidad Privada de Tacna. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1583>

KARBALLAEZADEH, N., MOHAMMADZADEH S, D., SHAMSHIRBAND, S., HAJIKHODAVERDIKHAN, P., MOSAVI, A., & CHAU, K. (2019, Enero 01). Prediction of remaining service life of pavement using an optimized support vector machine (case study of Semnan–Firuzkuh road). Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics, 13(1), 188-198. doi:<https://doi.org/10.1080/19942060.2018.1563829>

KARIM, D. M., RUBASI, D. A., & SALEH, D. A. (2016, Diciembre 15). The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen. Organization, technology & management in construction: an international journal, 8(1), 1446-1455. doi:<https://doi.org/10.1515/otmcj-2016-0008>

KUMAR, R., SUMAN, S., & PRAKASH, G. (2021, Junio 19). Evaluation of Pavement Condition Index Using Artificial Neural Network Approach. Transportation in Developing Economies, 7(2), 20. doi:<https://doi.org/10.1007/s40890-021-00130-7>

LIZCANO, F., & QUINTANA, H. (2015). Pavimentos: Materiales, construcción y diseño. Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de Google-Books-ID: zuwcDgAAQBAJ

LÓPEZ, N., & SANDOVAL, L. (2016). Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa.

LUO, X., GU, F., LING, M., & LYTTON, R. (2018, Diciembre 10). Review of mechanistic-empirical modeling of top-down cracking in asphalt pavements. *Construction and Building Materials*, 191, 1053-1070. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.10.005

MACHACUAY, M. K. (2019). Influencia de la Carga Vehicular en el Diseño del Pavimento Flexible, Carretera Central - Huancayo. Tesis profesional. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1276>

MEDINA, J., & MOTTA, L. G. (2015). Mecânica dos Pavimentos (3. ed. ed.). Rio de Janeiro. Recuperado el 01 de Enero de 2022

MENDOZA, S. H., & AVILA, D. D. (12 de Mayo de 2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51-53. doi:DOI: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

MOMIN, K., HAMIN, O., ARTHUR, S., SAITOH, M., & PAL, S. K. (2022, Enero 15). Pavement Management System Using Flexible Pavement Deflection Prediction Model in Bangladesh. *Advances in Civil Engineering*, 184, 363-370. doi:https://doi.org/10.1007/978-981-16-5547-0_34

MONETTI, J., CONTRERAS, M., NAVARRO, M., & SEVILLANO, G. (2018). Propuesta de recolección de datos para aforo vehicular. Universidad Nacional del Nordeste. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68030>

MTC. (2017). Manual de ensayo de materiales. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

MTC, (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

MTC. (2014). Manual de Carreteras Suelo Geología, Geotecnica y Pavimentos. Lima, Perú. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

OTTO, G. G., SIMONIN, J. M., PIAU, J. M., COTTINEAU, L. M., CHUPIN, O., MOMM, L., & VALENTE, A. (2017, Diciembre 15). Weigh-in-motion (WIM) sensor response model using pavement stress and deflection. *Construction and Building Materials*, 156, 83-90. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.085>

OTZEN, T., & MANTEROLA, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. (U. d. Frontera, Ed.) *International journal of morphology*, 35(1), 227-232. doi:DOI 10.4067/S0717-95022017000100037

PATEL, P. D., & PATEL, P. D. (2017, Diciembre 15). Evaluation of Flexible Pavement: Reviews. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 04(12), 726-729. Retrieved Enero 01, 2022, from <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55458794/IRJET-V4I12139-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1644968872&Signature=dAHtHqU1j0BxK0Sv8xFJv24nXUkIHR6581fkK5pqaXDhbDpt9slxNGY~EQ906uaTrUdQ4hmSAmDXYOiCNXrIU~aMCIFqIttyL7QHCndyTQ5FieivKLLBQtBr~V47ok1RwfgG6Wwx8iaCw>

PRABHU, A., ARPITH, S. P., VAHIDA, K. K., KUMAR, D., BHAt, A., KUMAR, A., . . . KUMAR, A. (2021). Overlay Design of Flexible Pavements Using Benkelman Beam Deflection Method A Case Study. (Springer, Ed.) *Trends in Civil Engineering and Challenges for Sustainability*, 475-491. doi:10.1007/978-981-15-6828-2_36

RAHMAN, M., UDDIM, M., & GASSMAN, S. L. (2017, Noviembre 01). Pavement Performance Evaluation Models for South Carolina. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(7), 2695-2706. doi:10.1007/s12205-017-0544-7

ROBINSON, R., & THAGESEN, B. (2018). *Road Engineering for Development* (2da edición ed.). Londres. doi:<https://doi.org/10.1201/9781315273563>

SETYAWAN, A., NAINGGOLAN, J., & BUDIARTO, A. (2018, Enero 01). Predicting the Remaining Service Life of Road Using Pavement Condition Index. *Procedia Engineering*, 125, 417-423. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.108>

SUN, L. (2016). *Structural Behavior of Asphalt Pavements: Intergrated Analysis and Design of Conventional and Heavy Duty Asphalt Pavement*. China: Butterworth-Heinemann. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-849908-5.00001-8>

TACZA , E. B., & RODRIGUEZ, B. O. (2018). Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado. Título de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Lima. doi:<http://doi.org/10.19083/tesis/624556>

TORRACCHI, C., CAPARO, E., & PARIONA, M. (2019). ¿Como plantear las variables de una investigacion?:Operacionalizacion de las variables. *Odontologia Activa Cientifica*, 4(1), 15-20. Recuperado el 01 de Enero de 2022

UCO, Y., HERNANDEZ, E., & QUEN, M. (2018, Marzo 30). Mixed Pavement Design. *Revista de Ingeniería Civil*, 2(3), 18-21. Retrieved Enero 01, 2022, from https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol2num3/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V2_N3_4.pdf

VARA, A. A. (2015). Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa (Vol. 451). Lima. Recuperado el 01 de Enero de 2022, de www.aristidesvara.net.

REFERENCIAS	46
57% ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN	26
43% LIBROS – TESIS	20

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Operacionalización de variables

Título: “Influencia de los Factores Externos del Pavimento Flexible en su Ciclo de Vida Útil, Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022”

VARIABLE DE INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
Factores Externos	Da a conocer, (Correa, 2017) los daños del pavimento son generados por diferentes factores dentro de los cuales se puede caracterizar la zona o uso que se le da a los pavimentos, siendo los tipos de vehículos y el nivel de tráfico, estado climático que puede existir en la zona.	Los factores externos que afectan al Pavimento Flexible influirán proporcionalmente en su estado superficial, condición estructural y capacidad estructural, durante su ciclo de vida útil para lo cual se utilizan la metodología del índice de condición de pavimento (PCI) y deflectometría con la Viga Benkelman; con el objetivo de evaluar el nivel del estado estructural del pavimento para determinar el estado físico, deflexión máxima, deformación y así proponer la alternativa para mejorar su vida útil.	Factor Tráfico	<ul style="list-style-type: none"> • IMDa 	Razón	<p>Enfoque de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativo <p>Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada <p>Diseño de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • cuasi experimentales <p>Nivel de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todos las carretera de ingreso al distrito de Juliaca, Provincia de San Román, departamento de Puno. <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Ruta Nacional PE-3S, ubicado entre los distritos de Juliaca y Calapuja, Provincia de San Román y Lampa, departamento de Puno. <p>Muestreo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desde el C.P. Chingora - Sector Mucra del km 1301+000 al km 1303+000 de 2 km en ambos carriles. <p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Observación <p>Formatos de Recopilación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formato de aforo vehicular • Formato de PCI • Formato de deflectometría
			Factor de Carga	<ul style="list-style-type: none"> • ESALS 		
			Factor Climático	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura 		
Pavimento Flexible en su Ciclo de vida útil.	Da a conocer, (harvey, et al., 2016) “que es el tiempo restante de vida con respecto al que fue diseñado o a su vida útil, indica la serviciabilidad de la vía y da una idea del tipo de tratamiento que debe dársele a la carretera”.	Los factores externos influyen, en el ciclo de vida útil del pavimento y así proponer su mantenimiento y/o rehabilitación, para todos estos casos se evalúan el estado actual, con ensayos no destructibles. Finalmente, los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas.	Estado superficial	<ul style="list-style-type: none"> • PCI 		
			Condición estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Deflexión • Radio de curvatura 		
			Comportamiento estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Deflexión • Radio de curvatura 		

ANEXO 2. Matriz de consistencia

Título: “Influencia de los Factores Externos del Pavimento Flexible en su Ciclo de Vida Útil, Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema principal:	Objetivo general:	Hipótesis general:	FACTORES EXTERNOS	Factor Trafico	IMDa
¿De qué manera los factores externos influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?	Determinar los factores externos que influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022	Ha: Los factores externos si influyen en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible. Ho: Los factores externos no influye en su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible.		Factor de Carga	ESALs
				Factor Climático	Temperatura
Problemas:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	VARIABLE DEPENDIENTE		
PE.1: ¿De qué manera el factor tráfico influye en el estado superficial durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022? (FACTOR TRAFICO)	OE.1: Determinar el factor de tráfico que influye en el estado superficial durante el Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022.	H1a: El factor de tráfico si influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. H1o: El factor de tráfico no influye significativamente en su estado superficial del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.	PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL.	Estado superficial	<ul style="list-style-type: none"> • PCI
PE.2: ¿De qué manera el factor de Carga influye en la condición estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022? (FACTOR DE CARGA)	OE.2: Determinar el factor de Carga que influye en la condición estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022.	H2a: El factor de carga si influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. H2o: El factor de carga no influye significativamente en la condición estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.		Condición estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Deflexión • Radio de curvatura
PE.3: ¿De qué manera el factor climático influye en el comportamiento estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022? (FACTOR CLIMÁTICO)	OE.3: Determinar el factor climático que influye en el comportamiento estructural durante su Ciclo de Vida Útil del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022.	H3a: El factor climático si influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil. H3o: El factor climático no influye significativamente en el comportamiento estructural del pavimento flexible durante su ciclo de vida útil.		Comportamiento estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Deflexión • Radio de curvatura
PE.4: ¿Cuál es la tecnología para el mejoramiento del pavimento flexible de la Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022?	OE.4: Describir el Diseño del reforzamiento del pavimento flexible de la Carretera Juliaca, Calapuja, Puno, 2022.				

ANEXO 3. Instrumentos de recolección de datos



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Lima, 11 de febrero de 2022

CARTA N° 001-2022/UCV-LIMA NORTE/OHQCH

A : Ing. Alberh Ysidro Quispe Bustinza
Especialista en Suelos y Pavimentos

ASUNTO : Solicito Validación de Instrumentos de Recolección de Datos.

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Lima Norte y en el mio propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar Validad la información, a fin de que el Bach. Over Hidalgo Quilla Chahuara del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería civil, pueda ejecutar su investigación titulada: "Influencia de los Factores Externos del Pavimento Flexible en su Ciclo de Vida Útil, Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de la operacionalizacion de la variable.
- Informe de validación de Instrumentos
- Formatos de recolección de datos

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,


Firma Reg. 25197
Bach. Ing. Civil
Nombres y Apellidos: **OVER HIDALGO QUILLA CHAHUARA**
N° de DNI: **70382996**
Numero Celular: **993702318**
Correo: **hidalgo.chahuara@gmail.com**


CONCEMAT S.R.L.
Alberh Ysidro Quispe Bustinza
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

cc: Archivo.

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: ALBERTH YSIDRO QUISPE BUSTINZA
 Institución donde labora : CONGEO MAT S.R.L.
 Especialidad : GERENTE DE OPERACIONES
 Instrumento de validación : Estudio de clasificación vehicular, índice de condición del pavimento (carretera con superficie asfáltica), análisis deflectométrica – viga Benkelman.
 Autor del instrumento : Bach. Over Hidalgo Quilla Chahuara

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE TRÁFICO, CARGA Y CLIMÁTICO AL PAVIMENTO EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL, CARRETERA JULIACA – CALAPUJA , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica, innovación y legal inherente a la variable: INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE TRÁFICO, CARGA Y CLIMÁTICO AL PAVIMENTO EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL, CARRETERA JULIACA – CALAPUJA .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE TRÁFICO, CARGA Y CLIMÁTICO AL PAVIMENTO EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL, CARRETERA JULIACA – CALAPUJA .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41, sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Lima, 11 de FEBRERO del 2022


CONGEO MAT S.R.L.

Alberth Ysidro Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

**FORMATO RESUMEN DEL DIA
ESTUDIO DE TRAFICO**

HORA	SENTIDO	AUTOMOVIL	CAMIONETAS PICK UP	MICRO TAXI	BUS		CAMION		SEMI TRAILER		TRAILER		TOTAL	%
					2 E	3 E	2 E	3 E	251	252	253	254		
07am - 08am	E													
08am - 09am	E													
09am - 10am	E													
10am - 11am	E													
11am - 12pm	E													
12pm - 01pm	E													
01pm - 02pm	E													
02pm - 03pm	E													
03pm - 04pm	E													
04pm - 05pm	E													
05pm - 06pm	E													
06pm - 07pm	E													
TOTAL														

GEOTECNIA PINO RILL
Ingeniería de Transporte y Obras Públicas
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

CONGEOAT S.R.L.
Altheria Yslind Quispe Bustillo
I.P.G. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
C.I.P. N° 151300

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index) PCI-D1. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA. HOJA DE REGISTRO					ESQUEMA		
Nombre de la vía: _____							
Ejecutor: _____							
Progresiva: _____ al _____ Ancho: _____ m							
Área: _____ m ² Unidad de muestra: _____							
Fecha: _____ Sección: _____							
Nº	DAÑO		Nº	DAÑO			
1	Piel de cocodrilo.		13	Huecos.			
2	Exudación		14	Cruce de vía férrea.			
3	Agrietamiento en bloque.		15	Ahuellamiento.			
4	Abultamientos y hundimientos.		16	Desplazamiento.			
5	Corrugación.		17	Grieta parabólica (slippage)			
6	Depresión.		18	Hinchamiento.			
7	Grieta de borde		19	Desprendimiento de agregados.			
8	Grieta de reflexión de junta.						
9	Desnivel carril / berma.						
10	Grietas long y transversal						
11	Parcheo						
12	Pulimento de agregados.						
			SEVERIDAD				
			L : Low	Bajo			
			M : Medium	Medio			
			H : High	Alto			
Daño	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor deducido
1							
3							
7							
10							
11							
15							
							TOTAL

Cálculo del PCI de la unidad de muestra:

Numero de deducidos > 2 (q): _____

Valor deducido más alto (HDV): _____

Numero admisible de deducidos (m): _____

Resultados obtenidos:

#	Valor deducido		Total	q	CDV
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Clasificación PCI y rango de clasificación

- 100 - 85 Excelente
- 85 - 70 Muy Bueno
- 70 - 55 Bueno
- 55 - 40 Regular
- 40 - 25 Malo (Pobre)
- 25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
- 10 - 0 Fallado (Colapsado)

Rangos de calificación

Máximo CDV _____

PCI _____

Rating _____


CONCEMAT S.R.L.
Alberth Ysidro Ouspe Bustiza
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 161300

GEOTECNIA PINO E.I.R.L.
 Registro de Propiedad: N° 141267-004
Alfredo Alarcón Atanuachi
ALFREDO ALARCÓN ATANUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 17232

OBRA :
 ESTRUCTURA :
 CARRIL :
 PROGRESIVA :
 MÉTODO :
 FECHA :

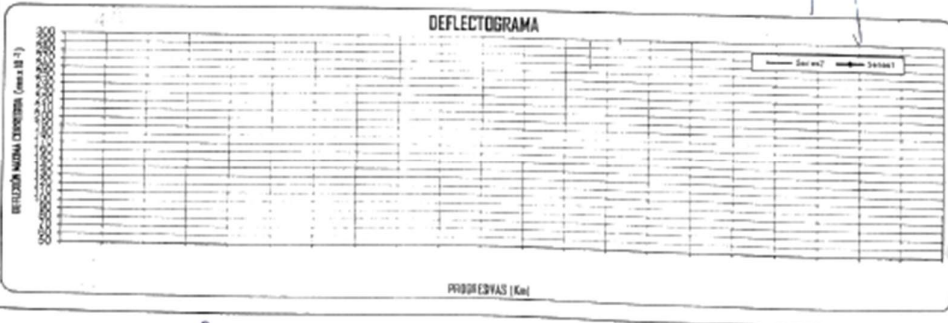
RELACION DE BRAZOS : 4-1
 UNIDAD DE LECTURA : 10^{-2} mm
 ESPESOR DE LA CAPA : 0.20 Metros
 PRESION DE INFLADO : 80 PSI
 PESO TOTAL EN EJE POSTERIOR : 8200 Kg.

ING. RESPONSABLE: A. A. A.
 TÉC. RESPONSABLE: A. C. P.

ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICA - VIGA BENKELMAN
 MTC E 1002

PROGRESIVA (Km)	LADO	LECTURA EN DAL EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO [°C]	DEFLEXIONES REALES SIN CORREGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)	DEFLEXION ADMISIBLE (0.01 mm)	COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA
		L 4 (cm)	L 25 (cm)	L 75 (cm)	L max (cm)		D ₄	D ₂₅	D ₇₅	D ₄	D ₂₅	D ₇₅			

GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ingeniería de Suelos y Pavimentos
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 51732



CONGEORAT S.R.L.

 Alberth Ysidra Quispe Bustinza
 ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 C.I.P. N° 151300

ANEXO 4. Fichas de resultados de laboratorio



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Lima, 14 de febrero de 2022

CARTA N° 003-2022/UCV-LIMA NORTE/OHQCH

ATENCIÓN : Ing. Alfredo Alarcón Atahuachi
Gerente General: GOETECNIA PUNO EIRL
Jr. Tiahuanaco Mz H, Juliaca

ASUNTO : Solicito elaboración de ensayos no destructivos así como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y deflexometría con vigas Benkelman, del Km 1301+000.00 al 1303+000.00, en ambos sentidos de la carretera Calapuja, Juliaca, para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Civil.

=====


De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Lima Norte y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar la elaboración de los ensayos, a fin de que el Bach. Over Hidalgo Quilla Chahuara del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería civil, pueda ejecutar su investigación titulada: "Influencia de los Factores Externos del Pavimento Flexible en su Ciclo de Vida Útil, Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



Over Hidalgo Quilla Chahuara
Reg. 29307
Bach. Ing. Civil

Firma
Nombres y Apellidos: **OVER HIDALGO QUILLA CHAHUARA**
N° de DNI: **70382996**
Numero Celular: **993702318**
Correo: **hidalgo.chahuara@gmail.com**



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, MTC, Calapuja y Juliaca
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: B1732

cc: Archivo.



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI - Pavement Condition Index)					RESUMEN		
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA					HOJA DE REGISTRO		
Nombre de la vía: INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA EN LA CARRETERA JULIACA - CALAPUJA PUNO 2022							
Ubicación: OBER HUALGO OUI LA CHAYUARA							
Proyector: Km 1303+000 al Km 1303+940 Ancho: 6.56 m							
Área: 262.4 m ² Unidad de muestra: PAREJO							
Fecha: 18/10/2022 Sección: U1							
Nº	DAÑO	FR	DAÑO				
1	Faltas de compactación	13	Flecos				
2	Exfoliación	14	Chueca de vida (firme)				
3	Agrupamiento en bloques	15	Ahuellamiento				
4	Ahuellamientos y hundimientos	16	Desplazamiento				
5	Corrugación	17	Cresta por rebote (Spring)				
6	Depresión	18	Huecos				
7	Grasa de borde	19	Desplazamiento de agregados				
8	Grasa de espaldas de junta						
9	Desnivel en el borde						
10	Grutas Long y transversal	L	Bajo				
11	Feroces	M	Medio				
12	Pavimento de separación	H	Alto				
					SEVERIDAD		
					L : Low Bajo		
					M : Medium Medio		
					H : High Alto		
Daño	Severidad	Cantidad parcial			Total	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	24.85			24.85	9.41	32.3
3	L	1.2			1.2	0.48	0
10	L	6.55	6.55		13.1	4.99	3
					TOTAL		35.3

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: U1
 Número de deducidos $\times 2$ (q): 2
 Valor deducido más alto (MDV): 32.3
 Número a partir de deducidos (m): 2.2173

Resultados obtenidos:							
Nº	Severidad	Valor deducido	Total	q	CDV		
1	L	3.000	25	2	25		
2	L	2.000	54	3	34		
3			0				
4							
5							
6							
7							
8							

Clasificación PCI y rango de clasificación
 100 - 85 Excelente
 85 - 70 Muy Bueno
 70 - 55 Bueno
 55 - 40 Regular
 40 - 25 Malo (Pobre)
 25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
 10 - 0 Falido (Colapsado)

Rangos de clasificación
 Máximo CDV: 34
 PCI: 66
 Rango: BUENO

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUALPA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. N° 18187

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)										ESQUEMA				
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.														
HOJA DE REGISTRO														
Nombre de la vía: INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO (FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA UTIL. CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PLUNO 2022)														
Ejecutor: QUER HIDALGO GULLA CHAHUARA														
Proyecto: Km. 110+500 al Km. 130+540 Ancho: 6.58 m														
Área: 255.2 m ² Unidad de muestra: DRECHO														
Fecha: 18/02/2022 Sección: U1														
Nº	DAÑO	M	DAÑO											
1	Pav. de cascabillo.	13	Manchas											
2	Exudación.	14	Cruce de vía férrea											
3	Agrietamiento en bloque.	15	Anchamiento.											
4	Abultamientos y hundimientos.	16	Desplazamiento.											
5	Corrugación.	17	Grieta parabólica (skipping)											
6	Desviación.	18	Hinchamiento											
7	Grieta de borde.	19	Desplazamiento de agregados											
8	Grieta de reflexión de junta.													
9	Desnivel camil/batida.													
10	Grietas long y transversal													
11	Rancharo.													
12	Pulverino de agregados.													
										SEVERIDAD				
										L : Low Bajo				
										M : Medium Medio				
										H : High Alto				
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor deducido		
1	M	0.8	5.18	3.69	0.72	0.68	3.70	0.7	1.44	1.92	5.85	24.94	9.40	38
4	L	2										1	0.38	0
3	M	24.53										24.53	9.75	16
10	M	0.03	0.03	4.3	0.03							24.19	9.12	9.12
												TOTAL		83.12

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: U1
 Número de deducidos > 2 (q): 3
 Valor deducido más alto (HDV): 58
 Número admisible de deducidos (m): 4.8571

Resultados obtenidos:

#	Valor deducido	Total	q	CDV
1	58	16.000	9.12	53
2	58	16.000	2	55
3	58	2.000	2	62
4				
5				
6				
7				
8				

Clasificación PCI y rango de clasificación
 100 - 85 Excelente
 85 - 70 Muy Bueno
 70 - 55 Bueno
 55 - 40 Regular
 40 - 25 Malo (Pobre)
 25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
 10 - 0 Faldo (Colapsado)

Rangos de calificación

Máximo CDV: 62
 PCI: 38
 Rating: REGULAR

GEOTECNIA PLUNO E.I.R.L.
 Ing. en Geotecnia, Pavimentos y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATANUACIM
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)										ESQUEMA			
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.													
HOJA DE REGISTRO													
Nombre de la vía: INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA UTIL, CARRETERA JULIACA - CALAFUJA, PUNO, 2022													
Ejecutor: OYER HIDALGO QUILLA CHAPARRA													
Proyección: Km 1.902+0.00 al Km 3.002+0.00 Ancho: 6.6 m													
Área: 264 m2 Unidad de muestra: DIREHQ													
Fecha: 18/02/2022 Sección: U1													
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO										
1	Pel de cocodrilo.	13	Huecos										
2	Erudación	14	Cruc de vía férrea.										
3	Agrupamiento en bloques.	15	Ahuacamiento										
4	Abultamientos y hundimientos.	16	Desplazamiento										
5	Corrugación.	17	Grieta porabólica (slippage)										
6	Depresión.	18	Hinchamiento.										
7	Grieta de borde.	19	Desprendimiento de agregados.										
8	Grieta de reflexión de junta												
9	Desnivel carril / Avenida.												
10	Divisor longitudinal												
11	Parcheo.												
12	Pulverizado de agregados												
										SEVERIDAD			
										L : Low Bajo			
										M : Medium Medio			
										H : High Alto			
Daño	Severidad	Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor deducido	
3	M	6.76	2.88	11.20	0.95					21.83	8.27	43.8	
4	L	1.4								1.4	0.53	6.7	
10	L	6.6								6.6	2.50	2.5	
7	L	1	0.4							1.4	0.53	3.8	
											TOTAL		54.8

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: U1
 Número de deducidos > 2 (s): 3
 Valor deducido más alto (HDV): 43.8
 Número admisible de deducidos (m): 6.1612

Resultados obtenidos:

Nº	Valor deducido	Total	q	CDV
1	43.8	6.200	2.5	33.8
2	43.8	6.200	2	38.2
3	43.8	2.000	2	47.8
4				
5				
6				
7				
8				

Clasificación PCI y rango de clasificación
 100 - 85 Excelente
 85 - 70 Muy Bueno
 70 - 55 Bueno
 55 - 40 Regular
 40 - 25 Malo (Pobre)
 25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
 10 - 0 Fallido (Colapsado)

Rangos de calificación

Máximo CDV: **47.8**
 PCI: **52.2**
 Rating: **REGULAR**

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ing. ALFREDO AUCURUMATAHUACM
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CAP 111722

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)				ESQUEMA			
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.				HOJA DE REGISTRO			
Nombre de la vía:		INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA UTIL. CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO 2022					
Ejecutor:		OVER H CALSO OULLA CHAMUARA					
Progresiva:		km. 1302+500	al km. 1302+540	Ancho:	6.6 m		
Área:		264 m ²	Unidad de muestra:	DERECHO			
Fecha:		18/02/2022	Sección:	U1			
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO				
1	Fuel de cascán.	13	Huecos.				
2	Exudación.	14	Cruce de vía forro.				
3	Agrietamiento en bloque.	15	Ahuellamiento.				
4	Abultamientos y hundimientos.	16	Desplazamiento.				
5	Corrugación.	17	Grieta parabólica (shooper).				
6	Depresión.	18	Mixamiento.				
7	Grieta de borde.	19	Desprendimiento de agregados.				
8	Grieta de reflexión de junta.						
9	Desnivel carril/bermo.						
10	Grietas long y transversal.						
11	Parcheo.						
12	Pulverización de agregados.						
		L	: Low	Bajo			
		M	: Medium	Medio			
		H	: High	Alto			
Daño	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor deducido
4	M	21.6			21.6	8.18	31
7	M	3.7			3.7	1.40	7
10	M	1.4	1.3		2.7	1.02	6
					TOTAL		42

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: U1
 Número de deducidas x 2 (q): 3
 Valor deducido más alto (HDV): 31
 Número admisible de deducidas (mi): 7.3367

Resultados obtenidos:

#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	31	7	4		42	3	25
2	31	7	2		40	2	30
3	31	2	2		35	1	36
4							
5							
6							
7							
8							

Clasificación PCI y rango de clasificación
 100 - 85 Excelente
 85 - 70 Muy Bueno
 70 - 55 Bueno
 55 - 40 Regular
 40 - 25 Malo (Pobre)
 25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
 10 - 0 Fallado (Colapsado)

Rangos de calificación

Máximo CDV: 36
 PCI: 64
 Rating: BUENO

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Registro de Ingeniería, Arquitectura, Geotecnia y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.
HOJA DE REGISTRO

Nombre de la vía: **INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL. CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO, 2022**
Ejecutor: **QWER HIDALGO QUILA CHAHUARA**

Progresiva: Km **1301+500** al Km **1301+540** Ancho: **5.6 m**
Área: **264** m² Unidad de muestra: **IZQUIERDO**
Fecha: **16/02/2022** Sección: **U1**

Nº	DAÑO	Nº	DAÑO
1	Piel de cocodrilo.	13	Huecos.
2	Fisuración.	14	Cruce de vía férrea.
3	Agrupamiento en bloques.	15	Anchamientos.
4	Abultamientos y hundimientos.	16	Desplazamiento.
5	Corrugación.	17	Grieta parabólica (Masaje)
6	Depresión.	18	Macadamizado.
7	Grieta de borde.	19	Desprendimiento de agregados.
8	Grieta de reflexión de junta.		
9	Desnivel carril / berma.		
10	Grietas long y transversal		
11	Parcheo.		
12	Pulimento de agregados.		

SEVERIDAD
L : Low Bajo
M : Medium Medio
H : High Alto

Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido
1	M	14	0.7			14.7	5.57	36
3	M	192	24			216	81.82	35
11	M	2	1.8	0.6	1.2	5.6	2.12	11
TOTAL							82	

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: **U1**
Número de deducidos > 2 (q): **3**
Valor deducido más alto (HDV): **36**
Número admisible de deducidos (m): **6.8776**

Resultados obtenidos:

k	Valor deducido				Total	q	CDV
1	36	35	11		83	3	53
2	35	35	2		75	2	54
3	36	2	2		43	1	42
4							
5							
6							
7							
8							

Clasificación PCI y rango de clasificación

100 - 85 Excelente
85 - 70 Muy Bueno
70 - 55 Bueno
55 - 40 Regular
40 - 25 Malo (Pobre)
25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
10 - 0 Fallido (Colapsado)

Rangos de calificación

Máximo CDV	54
PCI	46
Rating	REGULAR

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería y Construcción
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACIÓN RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)						ESQUEMA		
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.								
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la vía: INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL, CARRETERA JULIACA - CALAPUZA, PUNO, 2022								
Ejecutor: OYER = CALIGO QUILLA CHAHUARA								
Proyecto: Km 1301+000 al Km 1301+060 Ancho: 5.63 m								
Área: 225.2 m ² Unidad de muestra: IZQUIERDO								
Fecha: 18/02/2022 Sección: UI								
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO					
1	Pedregada	13	Huecos					
2	Exudación	14	Cruce de vía férrea					
3	Agrietamiento en bloques	15	Ahuellamiento					
4	Abultamientos y hundimientos	16	Desplazamiento					
5	Corrugación	17	Grieta paralela (áspope)					
6	Deformación	18	Machucamiento					
7	Grieta de borde	19	Desprendimiento de agregados					
8	Grieta de reflexión de junta							
9	Desnivel corr./berma							
10	Grietas long y transversal	L	Low	Bajo				
11	Parcheo	M	Medium	Medio				
12	Pavimento de agregados	H	High	Alto				
Daño		Severidad		Contenido porcentual		Total	Densidad (%)	Valor deducido
7	L	2.7				2.7	1.20	3
8	M	3				3	1.33	6
10	M	6	4.65	2.7	5.4	18.75	8.33	11
						TOTAL		20

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: UI

Numero de deducidos $\times 2$ (q): 3

Valor deducido más alto (MDV): 11

Numero admisible de deducidos (m): 9.1735

Resultados obtenidos:

#	Valor deducido				Total	q	CDV
1	11	6	3		20	3	9
2	11	6	2		19	2	13
3	11	2	2		15	1	15
4							
5							
6							
7							
8							

Clasificación PCI y rango de clasificación

100 - 85 Excelente

85 - 70 Muy Buena

70 - 55 Buena

55 - 40 Regular

40 - 25 Mala (Pobre)

25 - 10 Muy Mala (Muy Pobre)

10 - 0 Fallada (Colapsada)

Rangos de calificación

Máximo CDV: 15

PCI: 85

Rating: MUY BUENO

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACMA
INGENIERO CIVIL
R.O.C. CIP 03.7247

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)						ESQUEMA				
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL, CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO, 2022										
Ejecutor: OYER HIDALGO QUILLA CHÁHUARA										
Progresiva:		Km 1302+000	al	Km 1302+010	Ancho: 6.6 m					
Área:		754	m ²		Unidad de muestra: IZQUIERDO					
Fecha:		18/07/2022		Sección: U1						
Nº	DAÑO				Nº	DAÑO				
1	Piel de cocodrilo				13	Huecos				
2	Exudación				14	Cruce de vía férrea				
3	Agregamiento en bloques				15	Ahuecamiento				
4	Abultamientos y hundimientos				16	Desplazamiento				
5	Corrosión				17	Grieta parabólica (slippage)				
6	Depresión				18	Hinchamiento				
7	Grieta de borde				19	Desprendimiento de agregados				
8	Grieta de reflexión de junta				SEVERIDAD					
9	Desnivel corril / berma									
10	Grietas long y transversal				L	: Low		Bajo		
11	Parcheo				M	: Medium		Medio		
12	Empalme de agregados				H	: High		Alto		
Daño		Severidad		Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor deducido
1	L	7.8	14.4	5				22.2	8.41	28
1	M	14.4						14.4	5.45	24
10	MA	4.05	0.785					4.815	1.82	4
12	MA	3.3						3.3	2.25	8
								TOTAL		64

Calculo del PCI de la unidad de muestra: U1
 Numero de deducidos > 2 (n): 4
 Valor deducido más alto (HDV): 28
 Numero admisible de deducidos (m): 7.6122

Resultados obtenidos:										
#	Valor deducido				Total	n	CDV			
1	28	24	8	4	64	4	36			
2	28	24	8	2	62	3	40			
3	28	24	2	2	56	2	41			
4	28	2	2	2	34	1	34			
5										
6										
7										
8										

Clasificación PCI y rango de clasificación
 100 - 85 Excelente
 85 - 70 Muy Bueno
 70 - 55 Bueno
 55 - 40 Regular
 40 - 25 Malo (Pobre)
 25 - 10 Muy Malo (Muy Pobre)
 10 - 0 Fallado (Colapsado)

Rangos de calificación
 Máximo CDV: 41
 PCI: 59
 Rating: BUENO

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Diputado de Puno 2011, 2014, 2017, 2020 / C020740104
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 01792

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI-Pavement Condition Index)				ESCURAS			
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.							
HOJA DE REGISTRO							
Nombre de la vía:		INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL. CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO, 2022					
Ejecutor:		OSVER HIDALGO QUILLA OSMHUARA					
Progresiva:		Km 1302+500	al Km 1302+540	Ancho: 6.6 m			
Área:		264 m ²	Unidad de muestra:		IZQUIERDO		
Fecha:		18/02/2022	Sección:		UL		
Nº	DANO	Nº	DANO				
1	Piel de cocodrilo.	13	Huecos				
2	Exudación	14	Cruc de viejerra				
3	Apretamiento en bloque.	15	Aquejamiento.				
4	Abultamientos y hundimientos	16	Desplazamiento.				
5	Corrugación.	17	Grieta paralela (slippage)				
6	Depresión.	18	Hinchamiento.				
7	Grieta de borde.	19	Desprendimiento de agregados.				
8	Grieta de reflexión de junta						
9	Desnivel canal/berma						
10	Grietas long y transversal						
11	Parcheo.						
12	Pulimento de agregados.						
				SEVERIDAD			
				L	: Low Bajo		
				M	: Medium Medio		
				H	: High Alto		
Daño	Severidad	Cantidades parciales			Total	Densidad (%)	Valor deducido
3	L	62.9			62.9	23.83	11
7	M	3			3	1.14	6
8	M	1.8	0.75		2.55	0.97	5
9	M	6.84			6.84	2.58	4
10	L	4.8			4.8	1.82	3
					TOTAL		29

Cálculo del PCI de la unidad de muestra: **UL**
 Número de deducidos > 2 (q): **5**
 Valor deducido más alto (HDV): **11**
 Número admisible de deducidos (m): **9.1735**

Resultados obtenidos:

#	Valor deducido					Total	q	CDV
1	11	6	5	4	3	29	5	10
2	11	6	5	4	2	28	4	11
3	11	6	5	2	2	26	3	10
4	11	6	2	2	2	23	2	16
5	11	2	2	2	2	19	1	19
6								
7								
8								

Clasificación PCI y rango de clasificación
 100-85 Excelente
 85-70 Muy Bueno
 70-55 Bueno
 55-40 Regular
 40-25 Malo (Pobre)
 25-10 Muy Malo (Muy Pobre)
 10-0 Fallado (Colapsado)

Rangos de clasificación

Máximo CDV: **19**
 PCI: **81**
 Rating: **MUY BUENO**

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 REGISTRO DE PROFESIONALES EN INGENIERÍA CIVIL Y CONSTRUCCIÓN
 ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 N.º de Colección: 017227

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



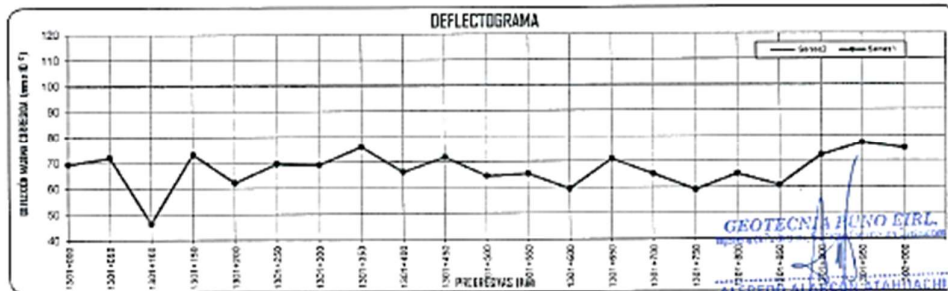
OBRA : INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL.
CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO, 2022

ESTRUCTURA : CARPETA ASFALTICA RELACION DE BRAZOS : 4:1 ING. RESP: ALFREDO ALARCON A.
CARRIL : IZQUIERDO UNIDAD DE LECTURA : 10⁻² mm TEG. RESP: WILLIAM PILCO CH
PROGRESIVA : KM: 1301+000 AL 1302+000 ESPESOR DE LA CAPA : 0.20 Metros TESISTA: OYER HIDALGO QUILLA CHAHUARA
MÉTODO : CONREVAL PRESIÓN DE INFLADO : 80 PSI
FECHA : 17/02/2022 PESO TOTAL EN EJE POSTERIOR : 8200 Kg.

ANÁLISIS DEFLECTÓMETRICA - VIGA BENKELMAN MTC E 1002

PROGRESIVA (K+M)	LADO	LECTURA EN DAL EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO (°C)	DEFLEXIONES REALES SIN CORREGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)	DEFLEXION ADMISIBLE (E-01 mm)	COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA
		L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Lmax (cm)		D0	D05	D75	D0	D05	D75			
1301+000	IZQ	0	5	15	21	30.5	84	64	24	69	53	20	189.1	100	BUENO
1301+050	IZQ	0	5	16	22	31.2	88	68	24	72	55	20	181.3	100	BUENO
1301+100	IZQ	0	6	11	14	30.3	56	32	12	46	27	10	157.0	100	BUENO
1301+150	IZQ	0	7	15	22	30.2	88	60	28	73	50	23	134.4	100	BUENO
1301+200	IZQ	0	4	11	18	27.6	72	56	28	62	48	24	225.8	100	BUENO
1301+250	IZQ	0	6	13	20	27.6	80	56	28	69	49	24	150.0	100	BUENO
1301+300	IZQ	0	6	15	20	27.9	80	56	20	69	48	17	150.8	100	BUENO
1301+350	IZQ	0	8	16	22	28.0	88	56	24	76	48	21	113.3	100	BUENO
1301+400	IZQ	0	4	14	19	27.4	76	60	20	66	52	17	224.2	100	BUENO
1301+450	IZQ	0	5	15	21	28.5	84	64	24	72	55	21	182.8	100	BUENO
1301+500	IZQ	0	4	14	19	28.9	76	60	20	65	51	17	230.1	100	BUENO
1301+550	IZQ	0	5	15	20	31.2	80	60	20	65	49	16	191.3	100	BUENO
1301+600	IZQ	0	5	12	18	30.5	72	52	24	60	43	20	189.1	100	BUENO
1301+650	IZQ	0	6	16	21	29.2	84	52	20	71	44	17	115.6	100	BUENO
1301+700	IZQ	0	5	14	19	28.4	76	56	20	65	48	17	182.5	100	BUENO
1301+750	IZQ	0	6	12	17	27.6	68	44	20	59	38	17	150.0	100	BUENO
1301+800	IZQ	0	5	14	19	28.4	76	56	20	65	48	17	182.5	100	BUENO
1301+850	IZQ	0	4	13	18	29.3	72	56	20	61	47	17	231.6	100	BUENO
1301+900	IZQ	0	6	15	21	28.1	84	60	24	72	52	21	151.3	100	BUENO
1301+950	IZQ	0	7	15	23	29.6	92	64	32	77	54	27	133.0	100	BUENO
1302+000	IZQ	0	8	16	22	28.7	88	58	24	75	48	20	114.6	100	BUENO

PROMEDIO: 67



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

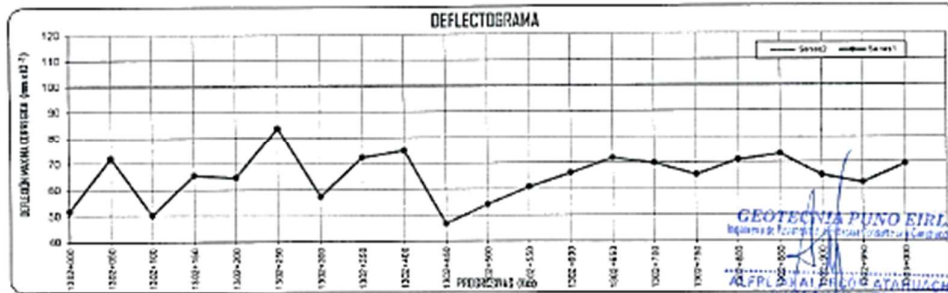
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL.
 CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO, 2022
 ESTRUCTURA : CARPETA ASFALTICA RELACION DE BRAZOS : 4:1 ING. RESP.: ALFREDO ALARCON A.
 CARRIL : IZQUIERDO UNIDAD DE LECTURA : 10² mm TEC. RESP.: WILLIAM PILCO CH.
 PROGRESIVA : KM: 1302+000 AL 1303+000 ESPESOR DE LA CAPA : 0.20 Metros TECNISTA: OVER HIDALGO QUILLA CHAHUARA
 MÉTODO : CONREVAL PRESION DE INFLADO : 80 PSI
 FECHA : 17/02/2022 PESO TOTAL EN EJE POSTERIOR : 8200 Kg

ANÁLISIS DEFLECTÓMETRICA - VIGA BENKELMAN MTC E 1002

PROGRESIVA (Km)	LADO	LECTURA EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO (°C)	DEFLEXIONES REALES SIN CORREGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)	DEFLEXION ADMISIBLE (0.01 mm)	COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA
		L1 (cm)	L 20 (cm)	LTS (cm)	Lmax (cm)		D0	D05	D75	D0	D05	D75			
1302+000	IZQ	0	5	10	15	27.9	60	40	20	52	35	17	180.9	100	BUENO
1302+050	IZQ	0	4	14	21	28.3	84	68	28	72	59	24	227.7	100	BUENO
1302+100	IZQ	0	5	11	15	29.7	60	40	16	50	34	13	186.6	100	BUENO
1302+150	IZQ	0	4	14	19	27.9	76	60	20	66	52	17	226.2	100	BUENO
1302+200	IZQ	0	6	15	19	28.7	76	52	16	65	44	14	162.9	100	BUENO
1302+250	IZQ	0	6	17	23	25.0	92	68	24	84	62	22	143.2	100	BUENO
1302+300	IZQ	0	6	13	17	29.3	68	44	16	57	37	13	154.4	100	BUENO
1302+350	IZQ	0	5	15	21	28.1	84	64	24	72	55	21	181.6	100	BUENO
1302+400	IZQ	0	9	17	22	28.7	88	52	20	75	44	17	101.9	100	BUENO
1302+450	IZQ	0	5	9	14	29.8	56	36	20	47	30	17	186.9	100	BUENO
1302+500	IZQ	0	3	11	16	28.9	64	52	20	54	44	17	306.8	100	BUENO
1302+550	IZQ	0	5	12	18	29.2	72	52	24	61	44	20	185.0	100	BUENO
1302+600	IZQ	0	4	13	19	27.4	76	60	24	66	52	21	224.2	100	BUENO
1302+650	IZQ	0	6	16	21	28.5	84	60	20	72	51	17	152.3	100	BUENO
1302+700	IZQ	0	4	14	20	27.3	80	64	24	70	56	21	223.8	100	BUENO
1302+750	IZQ	0	5	13	19	28.1	75	56	24	65	48	21	181.6	100	BUENO
1302+800	IZQ	0	6	15	21	29.2	84	60	24	71	51	20	154.2	100	BUENO
1302+850	IZQ	0	5	16	22	30.1	88	68	24	73	57	20	187.8	100	BUENO
1302+900	IZQ	0	5	14	19	28.4	76	58	20	65	48	17	182.5	100	BUENO
1302+950	IZQ	0	4	12	18	27.8	72	58	24	62	48	21	225.8	100	BUENO
1303+000	IZQ	0	5	13	20	27.7	80	60	28	69	52	24	180.3	100	BUENO
PROMEDIO: 65															



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



OBRA : INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL.
CARRETERA JULIACA - CALAPUJA, PUNO, 2022

ESTRUCTURA : CARPETA ASFALTICA
CARRIL : DERECHO
PROGRESIVA : KM: 1301+000 AL 1302+000
MÉTODO : CONREVAL
FECHA : 17/02/2022

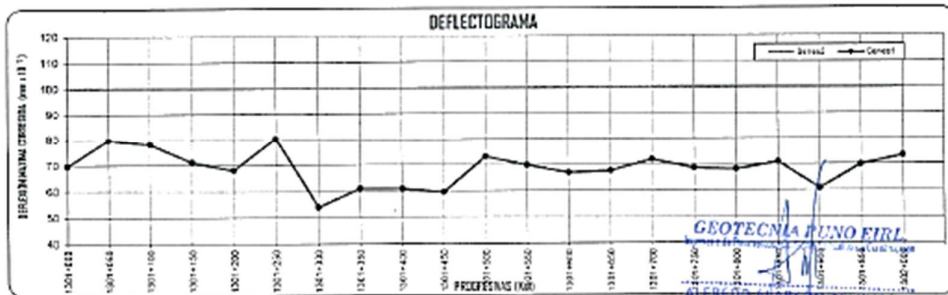
RELACIÓN DE BRAZOS : 4:1
UNIDAD DE LECTURA : 10³ mm
ESPESOR DE LA CAPA : 0.20 Metros
PRESIÓN DE INFLADO : 80 PSI
PESO TOTAL EN EJE POSTERIOR : 8200 Kg.

ING. RESP: ALFREDO ALARCON A.
TEC. RESP: WILLIAM PILCO CH.
TESISTA: OVER HIDALGO QUILLA CHAHUARA.

ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICA - VIGA BENKELMAN MTC E 1002

PROGRESIVA (Km)	LADO	LECTURA EN CAMPO, EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO (°C)	DEFLEXIONES REALES SIN CORREGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)	DEFLEXION ADMISIBLE (0.21 mm)	COMPORTAMIENTO DE LA CARRETA
		L 1 (cm)	L 25 (cm)	L 75 (cm)	L max (cm)		D ₀	D ₀₅	D ₁₅	D ₀	D ₀₅	D ₁₅			
1301+000	DER	0	6	15	21	30.3	84	60	24	70	50	20	157.0	100	BUENO
1301+050	DER	0	5	16	24	30.1	96	75	32	80	63	27	187.8	100	BUENO
1301+100	DER	0	4	18	23	28.8	92	75	20	78	65	17	229.7	100	BUENO
1301+150	DER	0	6	16	21	28.9	84	60	20	71	51	17	153.4	100	BUENO
1301+200	DER	0	6	14	20	28.7	80	58	24	68	48	20	152.9	100	BUENO
1301+250	DER	0	6	17	24	29.7	98	72	28	80	60	23	155.5	100	BUENO
1301+300	DER	0	6	12	16	29.3	64	40	16	54	34	13	154.4	100	BUENO
1301+350	DER	0	5	13	18	28.9	72	52	20	61	44	17	184.1	100	BUENO
1301+400	DER	0	5	12	18	29.0	72	52	24	61	44	20	184.4	100	BUENO
1301+450	DER	0	4	13	18	30.4	72	56	20	60	46	17	235.9	100	BUENO
1301+500	DER	0	6	15	22	30.2	88	64	28	73	53	23	156.8	100	BUENO
1301+550	DER	0	5	14	21	30.2	84	64	28	70	53	23	188.1	100	BUENO
1301+600	DER	0	4	14	20	29.8	80	64	24	67	54	20	233.6	100	BUENO
1301+650	DER	0	6	15	20	29.2	80	56	20	68	47	17	154.2	100	BUENO
1301+700	DER	0	6	13	21	28.5	84	60	32	72	51	27	152.3	100	BUENO
1301+750	DER	0	5	13	20	28.4	80	60	28	68	51	24	182.6	100	BUENO
1301+800	DER	0	5	13	20	28.8	80	60	28	68	51	24	182.8	100	BUENO
1301+850	DER	0	6	15	21	29.3	84	60	24	71	51	20	154.4	100	BUENO
1301+900	DER	0	4	12	18	29.2	72	56	24	61	47	20	231.3	100	BUENO
1301+950	DER	0	5	16	21	30.2	84	64	20	70	53	17	188.1	100	BUENO
1302+000	DER	0	6	15	22	30.1	88	64	28	73	53	23	156.5	100	BUENO

PROMEDIO: 69



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



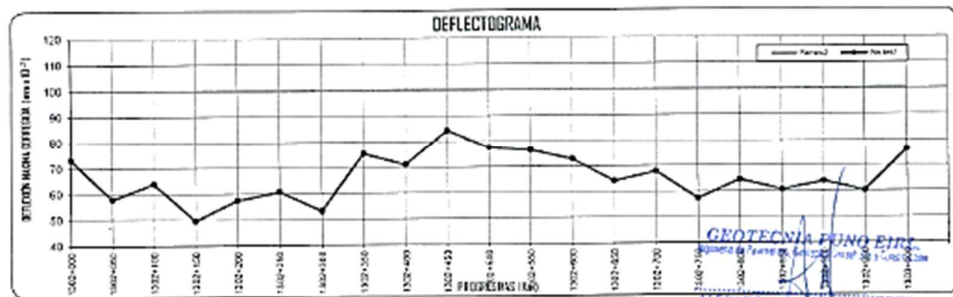
OBRA : INFLUENCIA DE LOS FACTORES EXTERNOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN SU CICLO DE VIDA ÚTIL.
 CARRETERA JULIACA - CALAPIJUA, PUNO, 2022

ESTRUCTURA : CARPETA ASFALTICA RELACION DE BRAZOS : 4:1 ING. RESP: ALFREDO ALARCON A.
 CARRIL : DERECHO UNIDAD DE LECTURA : 10² mm TEC. RESP: WILLIAM PILCO CH.
 PROGRESIVA : KM: 1302+000 AL 1303+000 ESPESOR DE LA CAPA : 0.20 Metros TESTISTA: OYER HIDALGO QUILLA CHAHUARA
 MÉTODO : CONREVAL PRESION DE INFLADO : 88 PSI
 FECHA : 17/02/2022 PESO TOTAL EN EJE POSTERIOR : 8200 Kg

ANALISIS DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN MTC E 1002

PROGRESIVA (Km)	LADO	LECTURA EN CAMPO EN CAMPO				TEMPERATURA PAVIMENTO [°C]	DEFLEXIONES REALES SIN CORRIGIR			DEFLEXIONES CORREGIDAS			RADIO DE CURVATURA (m)	DEFLECCION ADMISIBLE (0.61 mm)	COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA
		L 1 (cm)	L 25 (cm)	L 75 (cm)	L max (cm)		Do	D25	D75	Do	D25	D75			
1302+000	DER	0	9	17	22	30.0	88	52	20	73	43	17	104.2	100	BUENO
1302+050	DER	0	6	12	17	28.8	68	44	20	58	37	17	153.1	100	BUENO
1302+100	DER	0	5	11	19	29.4	76	56	32	64	47	27	185.6	100	BUENO
1302+150	DER	0	4	8	15	30.5	60	44	28	50	38	23	238.3	100	BUENO
1302+200	DER	0	5	9	17	29.2	68	48	32	57	41	27	185.0	100	BUENO
1302+250	DER	0	8	14	18	29.2	72	40	15	61	34	14	115.6	100	BUENO
1302+300	DER	0	6	11	16	30.2	64	40	20	53	33	17	156.8	100	BUENO
1302+350	DER	0	6	17	22	28.3	88	56	20	75	48	17	113.9	100	BUENO
1302+400	DER	0	11	16	21	29.1	84	40	20	71	34	17	83.9	100	BUENO
1302+450	DER	0	12	20	25	29.3	100	52	20	84	44	17	77.2	100	BUENO
1302+500	DER	0	11	16	23	29.3	92	48	28	78	40	24	84.2	100	BUENO
1302+550	DER	0	9	16	23	30.1	92	56	28	77	47	23	104.3	100	BUENO
1302+600	DER	0	6	15	22	30.4	88	56	28	73	46	23	118.0	100	BUENO
1302+650	DER	0	6	13	19	29.2	76	52	24	64	44	20	154.2	100	BUENO
1302+700	DER	0	5	12	20	28.9	80	60	32	68	51	27	184.1	100	BUENO
1302+750	DER	0	4	9	17	29.4	68	52	32	57	44	27	232.0	100	BUENO
1302+800	DER	0	6	14	19	28.9	76	52	20	65	44	17	153.4	100	BUENO
1302+850	DER	0	5	9	18	29.5	72	52	36	61	44	30	185.9	100	BUENO
1302+900	DER	0	8	15	19	29.6	76	44	16	64	37	13	116.4	100	BUENO
1302+950	DER	0	6	13	18	29.9	72	48	20	60	40	17	156.0	100	BUENO
1303+000	DER	0	8	16	23	30.3	82	60	28	76	50	23	117.8	100	BUENO

PROMEDIO: 66



GEOTECNIA PUNO EIRL
 ALFREDO ALARCON ATAHUACIN
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O. 11737

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Lima, 11 de febrero de 2022

CARTA N° 002-2022/UCV-LIMA NORTE/OHQCH

ATENCIÓN : Ing. Alfredo Alarcón Atahuachi
Gerente General: GOETECNIA PUNO EIRL
Jr. Tiahuanaco Mz H, Juliaca

ASUNTO : Solicito cotización y certificado de calibración del equipo de la vigas Benkelman, para así realizar con los ensayos, para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Civil.

=====

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Lima Norte y en el mio propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar la información, a fin de que el Bach. Over Hidalgo Quilla Chahuara del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería civil, pueda ejecutar su investigación titulada: "**Influencia de los Factores Externos del Pavimento Flexible en su Ciclo de Vida Útil, Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022**", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,


Over Hidalgo Quilla Chahuara
Reg. 29397
Mch. Ing. Civil

Firma
Nombres y Apellidos: **OVER HIDALGO QUILLA CHAHUARA**
N° de DNI: **70382996**
Numero Celular: **993702318**
Correo: **hidalgo.chahuara@gmail.com**


GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Asfalto y Geotecnia
ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 51732

cc: Archivo.

GEOTECNIA PUNO EIRL

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA
RUC 20600401301

COTIZACION N° 002-2022/GP

Señores:

Presente.-

Atencion: SR. OVER HIDELGO QUILLA CHAHUARA

Referencia: COTIZACION DE VIGA BENKELMAN Y PCI

De nuestra consideracion:

Quien suscribe, ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI, identificado con DNI 01335859, en representacion de la empresa GEOTECNIA PUNO EIRL con RUC 20600401301, le realizamos la siguiente cotizacion de servicios de ingenieria:

CANTIDAD	DESCRIPCION	PU	SUBTOTAL
	Servicio de medicion de viga benkelman		
4	para la medicion de deflexion de	800	3200
Km	pavimentos. Incluye camion volquete		
4	INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	200	800
	Sub total		4000
	Total		4000

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para estrechar un lazo de amistad entre nuestras representadas.

GEOTECNIA PUNO EIRL
Ingeniería de Pavimentos, Cimentaciones y Construcción

JULIACA, FEBRERO DEL 2022.

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL

ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
DNI 01335859

RAZON SOCIAL: GEOTECNIA PUNO EIRL, RUC 20600401301

FORMA DE PAGO: CONTRAENTREGA

NOMBRE DE BANCO Y N° DE CUENTA CORRIENTE

CAJA AREQUIPA: CUENTA CORRIENTE 0023-7311202100001001

CAJA AREQUIPA: C/C 803-008-002373112001-22

FECHA Y PLAZO DE ENTREGA: INMEDIATO

CUENTA DETRACCION

CUENTA CORRIENTE BANCO DE LA NACION

00-721-164977

CODIGO INTERBANCARIO

01872100072116497712

NOMBRE PERSONA CONTACTO

ING. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

alfredalarcon2@hotmail.com

Cel 979000744



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CL- 683-2021**

Página 1 de 2

Solicitante : GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Dirección : JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Equipo de Medición : VIGA BENKELMAN
Marca : ORION
Modelo : NO INDICA
Serie : 19030804
Identificación : NO INDICA
Procedencia : PERÚ
Relación de Brazos : 01-04
Fecha de calibración : 2021-12-01
Fecha de Emisión : 2021-12-02

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el método de comparación Directa entre las indicaciones del reloj comparador y bloques patrón planoparalelos utilizando como referencia la Norma ASTM D 4695 "standard guide for general pavement deflection measurements".

Resultados de las Mediciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	19.9 °C	20.1 °C
Humedad Relativa	62 %	60 %

Observaciones:

• La Viga Benkelman trabaja con 2 diales ó relojes comparadores que son:

Marca : MITUTOYO	Marca : MITUTOYO
Modelo : 2050S	Modelo : 2050S
Serie : ZHZ438	Serie : ZLU470
Alcance : 20 mm	Alcance : 20 mm
Div.min : 0,01 mm	Div.min : 0,01 mm
Proced. : NO INDICA	Proced. : NO INDICA
Cod. Ident. : NO INDICA	Cod. Ident. : NO INDICA
Tipo : ANALÓGICO	Tipo : ANALÓGICO

Luigi A. G.
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia de DM-INACAL	Bloques Planoparalelos de Grado 0	LLA - C - 003 - 2021
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021
Patrón de referencia	Cinta Metrica	L-0459-2021

RESULTADOS

BRAZO 1

Bloques planoparalelos		Indicaciones del Dial (Reloj comparador)					Relación de brazos
(pulg.)	(mm)	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	Promedio (mm)		
0.1	2.54	0.63	0.63	0.63	0.63	4.01	
0.2	5.08	1.26	1.26	1.26	1.26	4.03	
0.3	7.62	1.92	1.93	1.92	1.92	3.96	
0.4	10.16	2.56	2.58	2.57	2.57	3.99	

Dimensión pivote a dial	55 cm
Dimensión brazo a pivote	219.3 cm
Relación de Brazos Teórico	3.99
Relación de Brazos calculado	4.00

BRAZO 2

Bloques planoparalelos		Indicaciones del Dial (Reloj comparador)					Relación de brazos
(pulg.)	(mm)	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	Promedio (mm)		
0.1	2.54	0.63	0.64	0.63	0.63	4.01	
0.2	5.08	1.28	1.27	1.28	1.28	3.98	
0.3	7.62	1.93	1.93	1.94	1.93	3.99	
0.4	10.16	2.55	2.54	2.55	2.55	3.99	

Dimensión pivote a dial	61 cm
Dimensión brazo a pivote	244.3 cm
Relación de Brazos Teórico	4.00
Relación de Brazos calculado	3.99

[Signature]
 Jorge Abel C.
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

ANEXO 5. Fotografías



Fotografía 01. Estudio de trafico carril Derecho



Fotografía 02. Estudio de trafico carril Izquierdo



Fotografía 03. Identificación de Daños Piel de Cocodrilo



Fotografía 04. Identificación de Daños grieta longitudinal y transversal



Fotografía 05. Inicio de toma de datos de deflexiones



Fotografía 06. Instalación de la viga Benkelman



Fotografía 07. Calibración de Diales



Fotografía 08. Toma de datos de deflexiones

ANEXO 6. Foto captura % de turnitin

The screenshot shows the Turnitin feedback studio interface. At the top, a red banner displays "Resumen de coincidencias" and a large "21%" similarity score. Below this, a list of sources is shown with their respective similarity percentages. The main content area displays the text of the document being checked, with red boxes highlighting the matching text. The document text includes the university name, faculty, and thesis title. The bottom of the screen shows the Turnitin footer with page number, word count, and search options.

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=18;o=1823435314&u=1127051775&lang=es

Over Hidalgo Quilla Chahuara | REVISION

feedback studio

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Influencia de los Factores Externos del Pavimento Flexible en su Ciclo de Vida Útil, Carretera Juliaca - Calapuja, Puno, 2022"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:
Quilla Chahuara, Over Hidalgo
<https://orcid.org/0000-0002-0698-9935>

1 21

1 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 5 %
2 hdl.handle.net Fuente de Internet 2 %
3 repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet 1 %
4 repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet 1 %
5 repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 1 %
6 repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet 1 %
7 repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet 1 %

Página: 1 de 108 Número de palabras: 30045
Escribe aquí para buscar

Versión solo texto del informe | Alta resolución

22:22 28/04/2022