



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Propuesta de alternativa de intervención en la condición
operacional del pavimento flexible, carretera Huaraz - Toclla, región
Ancash, año 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Javier Alva, Luis Armando (orcid.org/0000-0002-0742-3108)

Ramos Caqui, Gianmarco Leonel (orcid.org/0000-0002-9113-9037)

ASESOR:

Msc. Marin Cubas, Percy Lethelier (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ - PERÚ

2023

Dedicatoria

A nuestros padres, con todo nuestro cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que pudiéramos lograr nuestros sueños, por motivarnos y darnos la mano cuando sentíamos que el camino se terminaba. A ustedes les dedicamos cada una de estas páginas de esta tesis.

Agradecimiento

Nuestros más sinceros agradecimientos a Dios, por ser el guía y compañero en el camino de toda una vida, dando la paciencia y la sabiduría para cumplir con éxito nuestras metas.

Gracias a nuestros padres por el apoyo incondicional a pesar de todos los inconvenientes presentados a lo largo de la carrera.

Agradecemos a nuestro asesor el Msc. MARIN CUBAS, Percy Lethelier, quien gracias a su conocimiento supo guiarnos mediante asesorías que fueron fundamentales para el desarrollo de la presente investigación como ingenieros civiles.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	14
3.2. Variables y Operacionalización.....	14
3.3. Población, Muestra y Muestreo	15
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos.....	16
3.6. Métodos de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN	84
VI. CONCLUSIONES.....	93
VII. RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS	100

Índice de tablas

Tabla1. Rango del PCI y valoración cuantitativa.....	11
Tabla 2. Tipos de fallas encontradas	20
Tabla 3. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 01	24
Tabla 4. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 02.....	26
Tabla 5. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 03.....	29
Tabla 6. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 04.....	31
Tabla 7. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 05.....	33
Tabla 8. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 06.....	35
Tabla 9. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 07	37
Tabla 10. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 08.....	39
Tabla 11. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 09.....	42
Tabla 12. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 10.....	44
Tabla 13. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 11	46
Tabla 14. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 12.....	47
Tabla 15. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 13.....	49
Tabla 16. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 14.....	51
Tabla 17. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 15.....	52
Tabla 18. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 16.....	54
Tabla 19. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 17.....	55
Tabla 20. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 18.....	57
Tabla 21. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 19.....	59
Tabla 22. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 20.....	60
Tabla 23. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 21	61
Tabla 24. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 22.....	63
Tabla 25. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 23.....	64

Tabla 26. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 24	66
Tabla 27. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 25	68
Tabla 28. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 26	70
Tabla 29. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 27	73
Tabla 30. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 28	74
Tabla 31. Resumen de la Condición del Pavimento	79
Tabla 32. Alternativas de mejora para el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla	81
Tabla 33. PCI de la sección analizada.....	82

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales.....	25
Figura 2. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	25
Figura 3. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque	27
Figura 4. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales.....	27
Figura 5. V.D de la Falla Huecos	28
Figura 6. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	28
Figura 7. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	30
Figura 8. V.D de la Falla Piel de Cocodrilo	32
Figura 9. V.D de la Falla Huecos	34
Figura 10. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	34
Figura 11. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos	36
Figura 12. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales.....	36
Figura 13. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque	38
Figura 14. V.D de la Falla Exudación.....	40
Figura 15. V.D de la Falla Huecos	40
Figura 16. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	41
Figura 18. V.D de la Falla Exudación.....	45
Figura 19. V.D de la Falla Huecos	48
Figura 20. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque	50
Figura 21. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos	53
Figura 22. V.D de la Falla Huecos	53
Figura 23. V.D de la Falla de Huecos	56
Figura 24. V.D de la Falla Huecos	58
Figura 25. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	58
Figura 26. V.D de la Falla Grieta de Borde	62

Figura 27. V.D de la Falla Exudación.....	65
Figura 28. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos	65
Figura 29. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos	67
Figura 30. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque	69
Figura 31. V.D de la Falla Piel de Cocodrilo	71
Figura 32. V.D de la Falla Huecos	71
Figura 33. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados	72
Figura 34. V.D de la Falla Grieta de Borde	75
Figura 35. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales.....	75
Figura 36. V.D de la Falla Huecos	76
Figura 37. Valores Máximos de Reducción	76
Figura: 38. Porcentaje del PCI.....	80

Resumen

La investigación concluida se titula: “Propuesta de alternativa de intervención en la condición operacional del pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023.”. El investigador se planteó proponer alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en carretera Huaraz-Toclla Región Ancash, año 2023. Investigación de paradigma cuantitativo, de tipo aplicada, de alcance descriptivo y de diseño no experimental y transversal, los datos fueron recopilados mediante la técnica de la observación, utilizando el instrumento sustentado en el método PCI, la muestra estuvo conformada por el tramo de la carretera Huaraz - Toclla km 03 – 04, los resultados encontrados permiten concluir que: Considerando todas las fallas identificadas en la vía analizada se debe de empezar dándole más importancia a las fallas que tienen mayor área en el tramo con incidencias en cuanto a huecos y desprendimiento de agregados; además se deben de realizar trabajos en las áreas localizadas de menor tramo, realizando mantenimiento como sellado de grietas, sellado de superficie, bacheo profundo y también de bacheo superficial y se obtuvo un porcentaje de 53% en el nivel excelente, un porcentaje de 29% en el nivel muy bueno, un 11% en el nivel bueno; un 3% en el nivel regular; y finalmente un 4% en el nivel malo.

Palabras clave: Condición operacional, pavimento flexible, método PCI.

Abstract

The completed investigation is entitled: "Proposal of intervention alternative in the operational condition of the flexible pavement, Huaraz - Toclla highway km 03 - 04, year 2023." The researchers set out to propose intervention alternatives to improve the operational condition of the flexible pavement, Huaraz - Toclla highway km 03 - 04, year 2023. Quantitative paradigm research, of an applied type, with a descriptive scope and a non-experimental and transversal design, the data were collected through the observation technique, using the instrument supported by the PCI method, the sample was made up of the section of the Huaraz - Toclla highway km 03 - 04, the results found allow us to conclude that: Considering all the faults identified in the road analyzed, one should start by giving more importance to the faults that are longer in the section with incidences in terms of potholes and weathering and raveling; In addition, work must be carried out in the localized areas of the shortest stretch, carrying out maintenance such as crack sealing, surface sealing, deep patching and also surface patching, and a percentage of 53% was obtained at the excellent, 29% at the very good level, 11% at the good level; 3% at the regular level; and finally 4% at the bad level.

Keywords: Operational condition, flexible flooring, PCI method.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual no se cuestiona la relevancia de contar con buena infraestructura como base para ser competitivos y uno de los factores determinantes para desarrollar a las naciones, dado que provisionar vías troncales, puentes y carreteras une e integra a los mercados, reduce el costo de transporte, conserva mejor a las unidades de transporte y minimiza los tiempos de los desplazamientos que, al mismo tiempo, dinamiza las actividades comerciales ya que se pueden sacar productos a los mercados de distintas zonas o poblaciones. Además, se puede agregar, que las carreteras hacen más fácil acceder a diferentes bienes y disfrutar de algún servicio público, como ir a centros educativos y establecimientos de salud, algunos servicios no están disponibles para un gran porcentaje poblacional, sobre todo en zonas rurales, (ComexPerú, 2020). Las naciones europeas pertenecientes a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) disponen de 2,1 kilómetros lineales asfaltados por cada kilómetro cuadrado de tierra; la India dispone de 1,4 y la China, 0,8; y las naciones norteamericanas de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) disponen de 0,6 km asfaltados. En tanto, de acuerdo a informes en relación a infraestructura vial en Latinoamérica y el Caribe emanadas del Banco Mundial, publicados en el año 2017, declara que las naciones latinoamericanas solamente disponen de 0,06 km de vías asfaltadas por cada km² de territorio (Logística, 2018). Es decir, en lo que respecta a vías pavimentadas en América latina son similares los niveles al de las naciones africanas, debido a este estado, se menciona que, debido a accidentes de tráfico terrestre, se tienen estadísticas de más de cien mil muertes anuales, lo cual es un mal indicador, (Agustín Aguerre, 2018). En una encuesta del Foro Económico Mundial que involucró a más de 15.000 expertos en temas viales dio como resultados que los chilenos, ecuatorianos mexicanos y panameños son las poblaciones que disfrutaban de buenas redes viales de Latinoamérica. En tanto, costarricenses, paraguayos y haitianos son los que tienen las peores carreteras, la mayoría en pésimo estado de conservación. Si se considera en escala de 1 a 7 respecto a calidad de infraestructuras viales nacionales, en el que 1 es considerablemente malo y 7 considerablemente bueno, la nación chilena obtiene 5,3 de calificación; la ecuatoriana 5,2 y la panameña 4,5. Por otro lado, la nación haitiana es calificada con 2,2; la paraguaya con 2,5; y la

costarricense con 2,7 (Ekos, 2019). En el caso de nuestra nación, la red vial se encuentra estructurada en 03 componentes: las Redes Viales Nacionales (27,119 km), que se encuentra bajo la responsabilidad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); las Redes Viales Departamentales (27,515 km), de competencia de cada Gobierno Regional, y las Redes Viales Vecinales (113,867 km), que le compete a cada Gobierno Local. En relación a las redes viales nacionales, el avance en calidad de vías apropiadamente pavimentadas es de notoriedad. De acuerdo a datos emanados del MTC, los porcentajes de redes viales nacionales pavimentadas pasó del 60 % en el año 2013 a cerca del 80% en el año 2019. No obstante, no se puede decir lo mismo sobre la progresión en lo referente a las redes departamentales que, con una extensión de 3,627 km, alcanza un 13.4 % de redes asfaltadas en 2018 (ComexPerú, 2020). Las regiones que registran tasas menores de redes viales pavimentadas son Ucayali (0.5%), Madre de Dios (0.8%), Apurímac (0.6%), Huancavelica (1.2%) y Huánuco (2.3%). Estos porcentajes son muy desalentadores si se piensa sobre lo importante de estar conectados mediante una enorme red vial que una todos los pueblos de las regiones para lograr integrar los centros de producción con el mercado, sobre todo en las poblaciones con agreste geografía (ComexPerú, 2020). En lo que respecta a la ciudad de Huaraz, una de las importantes ciudades de la sierra peruana, capital de la Región de Áncash, cuya población ocupa el segundo lugar en cantidad en la región. Se sitúa en medio de un Callejón que lo atraviesa el río Santa, ubicada en la parte norcentral del territorio peruano y al noreste de Lima. Una ciudad en constante crecimiento debido a migraciones del interior, y que ha traspasado las fronteras distritales y se encuentra conurbada con la población del distrito de Independencia, y que las zonas residenciales siguen creciendo producto de su dinámico mercado turístico y comercial. La distancia a Lima es de alrededor de 402 km por vía terrestre, el viaje tiene una duración entre 7 a 8 horas, dependiendo del clima. Una de las vías de mayor uso, y la que no se encuentra en buen estado, ya que la vía tiene un tramo de 11 km de trocha y en el tramo Huaraz – Toçlla se encuentra en muy mal estado de conservación, lleno de huecos, es la vía Lima - Huaraz. Es precisamente esta vía de penetración Huaraz- Toçlla que presenta deficiencias en su estructura, son muchas las ocasiones en las que se evidencian quejas, denuncias y reclamos por el mal estado de la vía. El tramo km 03 – 4

presenta un alto nivel de sectores en la vía en mal estado, con una variedad de grietas, ahuellamientos, baches, entre otros. Por otro lado, las frecuentes lluvias muy típicas en la sierra ancashina han provocado que se formen charcos ocasionando que centenares de vehículos de distinto tipo de transporte, desde carga pesada, particulares y de pasajeros se vean afectados, generando malestar en toda la población y dificultando el desarrollo del libre tránsito. La causa principal de esta problemática es el descuido y el desinterés de las autoridades pertinentes para brindar un mantenimiento adecuado, en el momento oportuno y con materiales de calidad que garanticen un nivel de durabilidad promedio aceptable, pues como es de conocimiento general la principal vía de penetración a la región Áncash es precisamente el tramo Toclla- Huaraz. De continuar el problema, se podrían presentar importantes averías en los vehículos y comprometer la seguridad de los pasajeros durante el trayecto, dado que hasta la fecha se han visto una variedad de accidentes a causa del mal estado de la vía dejando como saldo personas con heridas de gravedad y en ocasiones hasta fallecidos. Por otro lado, aumentará el tiempo previsto para cubrir una ruta de viaje generando retrasos y percances en los viajeros. **La problemática** descrita se resume en el problema de investigación: ¿Cuál será la Propuesta de alternativa de intervención en la condición operacional del pavimento flexible, carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023? La investigación **encuentra justificación teórica** porque se apoya en los avances técnicos que se reflejan en teorías reconocidas por los expertos y la academia, quienes conocen como abordar la problemática estudiada, con el propósito de alcanzar cada objetivo planteado y conseguir efectos confiables y pertinentes. **La justificación metodológica** del estudio es debido a que muestra claridad, sencillez y precisión con la finalidad de que sea fácil de comprender. **Se justifica en lo práctico**, ya que al evaluar las condiciones operacionales del pavimento flexible podremos saber el estado de conservación y con ello que alternativas de intervención aplicar para mejorar el pavimento; asimismo, la **justificación social** se basa en que los principales beneficiarios vendrían a ser los ciudadanos pues contarán con una mejor vía para poder transportarse. Asimismo, se plantea el siguiente **objetivo general**: Proponer una alternativa de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible, carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023 y como **objetivos específicos**: **OE1**. Evaluar el pavimento

flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023. **OE2.** Identificar y cuantificar fallas en el pavimento en carretera Huaraz- Toclla **OE3.** determinar la condición del pavimento flexible utilizando la metodología PCI. **OE4.** Establecer un plan para mejorar el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla. Finalmente, debido a su condición de propuesta en el estudio, no se considera que lleve hipótesis.

II. MARCO TEÓRICO

En el estudio se halló diversos estudios a **nivel internacional**, la investigación de **Baque y Byron** (2020) quienes tuvieron el propósito de realizar el diagnóstico de las condiciones del pavimento flexible del trecho II de la vía Puerto-Aeropuerto en Manta, Ecuador. Su enfoque fue cuantitativo, descriptiva, de diseño no experimental. El universo poblacional se ubica en la rotonda del Parque de los Mariscos y la rotonda en el Aeropuerto. La técnica empleada para recoger los datos fue la metodología PCI (Observacional) y una ficha de observación. Tuvo como resultado que mediante el método PCI se presentaron grados de incidencia las cuales son: Desprendimientos de Agregado 78.3 %, Piel de Lagarto 4.5 %, Agregado Pulido 4.13%, Grieta en Bloques 4 %, Grietas: Longitudinal y Transversal 3.3%, Parches 2.3 %, Grietas de Bordes 1.37 %, elevaciones y Hundimientos 0.85%, Baches 0.67 %, Depresiones 0.50%, Corrugados 0.37 %, Hinchamientos 0.04 %. Concluyeron que a través de aplicar la metodología del PCI se pudo establecer que el tramo II de la vía Puerto-Aeropuerto, se estableció un PCI de 48 lo cual indica que la mencionada carretera se encuentra en Estado regular; también mediante esta metodología quedo establecida la existencia de 13 tipologías de fallas en las 27 áreas muestrales analizadas. **González y otros** (2019) quienes tuvieron como objetivo plantear una sistemática para aplicar la metodología de valoración PCI, para validar el nivel de efectividad en el tramo Seminario Bautista - Loma La Cruz. Investigación de paradigma cuantitativo, descriptiva, sin manipulación intencional de la variable y de diseño transeccional. El universo poblacional se conformó por el mismo tramo señalado. La observación contenida en la metodología PCI fue usada para recopilar los datos y la ficha de observación sirvió de instrumento. Tuvo como resultado: que los daños más representativos son las fisuras, que se presentad de diversas maneras a manera de bloques y de corte longitudinal y transversal. En un enorme porcentaje de fallas, es el resultado de la fatiga de las capas de rodaduras asfálticas, por la reproducción del esfuerzo de tracción por flexiones de estas capas, por el efecto y consecuencia de toda carga repetida de tránsito, unido a los factores climáticos. Concluyeron que es recomendable usar el método de valoración PCI, aplicado a los tramos objetos de investigación, que se puede calificar solamente de regular en la evaluación técnica del mencionado tramo pavimentado. De la misma forma **Ríos y otros** (2020)

quienes tuvieron como objetivo revisar y analizar métodos superficiales en pavimento flexible. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo, de diseño transeccional y sin manipular las variables estudiadas. En relación a la técnicas e instrumento para recoger la data empleada fueron las fichas técnicas de observación. Tuvo como resultados que algunos métodos han evidenciado que son útiles para valorar los pavimentos. La enorme mayoría son confiables y eficientes es determinados contextos. Concluyeron con el propósito de adquirir datos pertinentes es recomendable la utilización sistemas multisensoriales que garantizan la totalidad de datos con una imagen digital con dimensiones de profundidad. En referencia a la manera de procesar la data, manifiestamente las imágenes con profundidad es una de las técnicas más prometedoras, todavía es una metodología que se está desarrollando, pero brinda buenos resultados. **Andrade y otros** (2020) quienes tuvieron como objetivo ampliar la vida útil del pavimento. Su investigación de paradigma cuantitativo, descriptiva y sin manipulación intencional de las variables. La recopilación de datos se llevó a cabo a través de la observación y las metodologías de evaluación PCI y VIZIR. Los resultados indicaron que la utilización de materiales reciclados en las capas asfálticas contribuyó a la reducción de las emisiones gaseosas durante la fase de construcción. Se observó una disminución de aproximadamente un 17% en las emisiones durante la extracción de materias primas. Los hallazgos destacaron la importancia de aplicar prácticas de ingeniería sólidas en proyectos de pavimentación, como diseños adecuados que consideren todos los tipos de vehículos, el uso de materiales de alta calidad en la estructura, buenas prácticas de construcción y mantenimientos periódicos para prevenir patologías en los pavimentos asfálticos. Por otro lado, **a nivel Nacional Tacza y Rodríguez** (2018) quienes se plantearon realizar una propuesta de opciones de intervenciones que posibiliten la mejora de las condiciones operacionales del pavimento en el tramo del carril separado de la Javier Prado. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo, sin manipulación intencional de las variables y de diseño transeccional. Para recopilar la data se usó el método observacional del PCI, como instrumento fichas de observación, fotografías y se utilizó un documento para registrar las fallas en la zona estudiada. Tuvo como resultado que a través de aplicar la metodología PCI se logró establecer la existencia de 9 modalidades de fallas en el tramo

estudiado, las que son listadas en relación a la gravedad y sus incidencias: Grieta Piel de lagarto (21%), Grieta: Longitudinal/Transversal (17%), Hoyos (18%), Ahuellamientos (15%), Desplazamientos (13%), Desprendimientos de Agregado (10%), Depresiones (6%) y Agrietamientos en Bloques (1%). Concluyendo que a través de aplicar el PCI se logró estado las condiciones actuales del pavimento en el tramo separado de la vía en estudio; partiendo de este informe, es posible presentar opciones pertinentes para intervenir de manera óptima con la finalidad de mejora del estado del tramo especificado. Así mismo, **Jara** (2020) quien tuvo como objetivo establecer las condiciones en que se encuentra el pavimento, mediante la metodología PCI y el uso del Software EvalPav, de las vías vecinales de Santa Rosa mediante el empleo de PCI, Investigación de paradigma cuantitativa, con alcance descriptiva, diseño sin manipulación intencional de las variables no experimental y de diseño transeccional. La población muestral se delimitó por las redes viales vecinales de la localidad mencionada. En la recopilación de la data se usó el método observacional contemplada en la metodología PCI. Luego de evaluar los tramos investigados mediante el método PCI y empleando el software EvalPav para obtener el estado del tramo vial. Concluye que los resultados de la evolución de las Redes Viales Vecinales de los pavimentos flexibles arrojaron un 42 PCI que indica una condición de solamente regular de acuerdo a la escala de la metodología PCI. Por su parte **Muñoz** (2018) quien se propuso determinar mediante el diagnóstico del pavimento Tramo III de la vía Inter oceánica Nor Perú - Brasil, a través de aplicar la metodología PCI. Investigación de paradigma cuantitativa, alcance investigativo: descriptiva, sin manipulación intencional de variables y de diseño transeccional. El universo muestral estuvo constituido por la vía estudiada en una sección estimada en 23 km. Tuvo como resultados que la vía constituida por 23 km, que fue randomizada en 890 áreas muestrales y asociadas en 2 secciones de 1 km. Por último, el índice de PCI del tramo investigado tuvo una calificación de 66 considerando un margen de desviación ± 12 . Concluyó que el pavimento del tramo estudiado se encuentra en condiciones que son calificadas como regulares y buenas. **Lozano** (2019) quien tuvo como se planteó la evaluación del pavimento flexible de la vía terrestre PE-13 km 0+000 al km 4+000, Casma, Ancash. Investigación de paradigma cuantitativa, alcance investigativo: descriptiva, sin manipulación intencional de variables y de diseño transeccional. La muestra fue

el mismo tramo vial de la mencionada carretera. La data fue recopilada mediante el instrumento observacional de la metodología PCI. La población de estudio estuvo determinada por la carretera PE-14. Tuvo como resultados que, en la superficie, predominaron las tipologías de fallas en el pavimento las siguientes: desprendimiento de agregado, los ahuellamientos y la extravasación con tasas del 26 %, 17% y 17% en lo que respecta a cada falla. Concluye que en lo que respecta a las estructuras no se ha cumplido con lo que establece el $CBR \geq 82\%$ norma emitida por el MTYC, por lo que ha planteado entregar una propuesta para mejorar el pavimento en el tramo vial mencionado de la carretera a Casma. Finalmente, **Príncipe y Silva** (2019) quienes tuvieron el propósito de valorar el pavimento del tramo de la carretera PE-12, comprendido entre el km. 0+000 hasta el km. 4 + 500, Santa en Ancash. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptiva, explicativa, sin la manipulación intencional de variables y de diseño transeccional. El universo muestral fue considerado por el tramo mencionado de la referida carretera. La data fue recopilada mediante la técnica observacional de la metodología PCI, el análisis documental, y se usaron fichas de registro. Tuvo como resultado que el pavimento evaluado está en condiciones de regular, conjuntamente las señales horizontales y verticales se hallan en condiciones de regular. Concluyó que el pavimento flexible de la carretera PE-12 está en condiciones regulares obteniendo una calificación de 58, conjuntamente las fallas detectadas en la mencionada carretera son: el 0.10 % de fisura transversal, el 0.26% de peladura y desprendimiento, el 0.66% de fallas por deficiencias estructurales, el 0.87% de fisura longitudinal, el 2 % de parches, el 4.1% de huecos, el 6.7% de ahuellamiento y el 86% de piel de lagarto, asimismo no cuenta con el espesor requerido para alto tráfico vehicular en el tramo estudiado, se propone alternativas para mejorar el tramo. Se desarrolla seguidamente lo relacionado a teorías que sustentan la investigación, empezando con lo referente a la variable “Propuesta de alternativa de intervención de pavimentos flexibles”, los pavimentos flexibles, materia de estudio se conforman por carpetas bituminosas apoyadas corrientemente en 02 capas que no son rígidas, base y sub base. Sin embargo, se puede prescindir de una de las dos capas mencionadas, esto depende de los requerimientos personales de las obras. Para **(Montejo, 2018)** los pavimentos deben ser diseñados para soportar el tráfico actual y considerando que el tránsito se va a incrementar con el pasar de los años en que se encuentre

operativo. No obstante, resulta indispensable mencionar las dificultades para realizar el cálculo exacto de la futura carga, por las obvias razones que en el tráfico posterior se debe considerar la intervención de elementos de alta complejidad, considerando las dificultades de pronosticar el cambio en los aspectos económicos a nivel local y departamental, en las poblaciones en toda la vía y la manera intensa de su uso en el periodo diseñado. Respecto a la dimensión de la primera variable **(Montejo, 2018)** menciona que se considera la condición de los pavimentos flexibles en el que el estado y las fallas en el pavimento informa respecto a sus condiciones y las probables causas de las mismas. Inventariar las fallas de los pavimentos representan datos fundamentales en los procesos de valoración de las condiciones de los pavimentos. Al determinar las tipologías de fallas es posible establecer las probables causas y establecer, asimismo, las alternativas de solución para mejorar las condiciones de deterioros. Igualmente, cada indicador de la dimensión primera definida igualmente por **(Montejo, 2018)** que responde a Condiciones de los pavimentos, manifiesta que se puede pronosticar, partiendo de las deflexiones características (D_c), el tiempo que puede pasar primeramente para que se torne indefectible colocar refuerzos en los pavimentos analizados. Los procedimientos por emplear, son los siguientes: 1. Establecer las deflexiones características (D_c). 2. Hacer que las deflexiones características sean iguales a las deflexiones admisibles del diseño, lograr valores de tránsitos remanentes (N_r). 3. Establecer el tráfico medio por día en la actualidad, discriminar por tipos de vehículos. Multiplicar los valores por los porcentajes que utilizan los carriles de diseño y por 365 para conseguir el tráfico general anual en la actualidad cada uno de los tipos de vehículos. 4. Multiplicar estos valores por los factores de equivalencias de cargas para cada uno y sumar el producto (N_o). 5. Encontrar los factores de crecimientos, de tráfico, a través de la razón N_r/N_o . 6. Tasar, basados en las series históricas, las tasas anuales de crecimientos del tráfico. 7. Con estos factores y las tasas de crecimientos encontrar el período y diseñar. los valores así obtenidos se refieren a la cantidad de años que pasarán antes que las sobre capas sean necesarias. El ultimo indicador para definir y medir esta variable se encuentra en la tipología de fallas en pavimento flexible, es de mayor variedad que un pavimento rígido, por lo que el primero permite mayores diversidades en su edificación y son más frecuentes la edificación de un pavimento flexible económico,

especialmente en el medio actual, por las necesidades de obtener ahorros en el costo inicial. La falla en los pavimentos flexibles se ha catalogado en 04 categorías: deformación, fisura y grieta, desprendimiento y afloramiento. La segunda dimensión, propuesta de intervención según Vásquez (2019) es el PCI, se considera uno de los métodos más completos para la valoración y evaluación imparcial de un pavimento, flexible y rígido, en modelos de Gestión Vial que se dispone actualmente. Se presenta todas las fallas incluidas en la enunciación original de PCI, pero fortuitamente se hará la observación pertinente respecto a cada patología que no debe ser considerada por su origen o esencia ajena a la condición local. Esta dimensión presenta los siguientes indicadores: a) Levantamientos topográficos, se comprende por levantamientos a la serie de actividades ejecutadas en el campo y a los instrumentos utilizados, con el propósito de establecer la posición de cada punto, igualmente para observar cómo se representan en los planos b) Estudio de mecánica de suelos, considerando su progreso en la historia ha sido enfocada en un buen porcentaje a lo que se conoce como suelo transportado y si bien alguna de las teorías y pruebas de laboratorios, se aplica actualmente sin distinción, fue elaborado para estas tipologías de superficies **(Montejo, 2018)**. c) Estudio del tráfico, Interesa para dimensionar todo pavimento la carga más pesada por ejes (simples, tándem o tridems) esperados en los carriles de diseños (tienen mayor demanda, y determina la estructura de los pavimentos de las carreteras) durante los períodos de diseños adoptados. La reproducción de la carga del tránsito y la constante acumulación de imperfecciones en los pavimentos (fatigas) resulta fundamental para calcular. Igualmente, se debe considerar la máxima presión de contactos, las solicitudes indirectas en un tramo especial (curva, zona de freno y acelerar, etc.), la velocidad de operación de cada vehículo (especialmente las pausadas en áreas de parqueo de algún vehículo pesado), canalizar el tránsito, etc. **(Montejo, 2018)**. d) Diseño estructural de pavimento el proceso de diseñar se desenvuelve en fases, mediante una serie de sub sistemas que solucionan temas especiales: 1) La primera etapa, reside en los estudios básicos de campo que incluyen la valoración de las calzadas mediante la medición de deflexiones y radio de curvaturas, complementado con los inventarios de la condición superficial de los pavimentos. 2) La segunda etapa consiste en realizar estudios geotécnicos para determinar los materiales que componen las

estructuras, su espesor y analizar las particularidades de tipo mecánico. 3) Se debe fabricar modelos de las estructuras considerando su espesor, módulo y relación de Poisson. 4) Estimar la carga de tránsito en la vida útil para los refuerzos, asimismo como de la ya soportada por los pavimentos desde la edificación a sus últimos refuerzos. 5) Comparar cada valor crítico calculado de tensión y deformación, con el máximo admisible, acorde con cada criterio de fallas asumido. 6) Selección de los refuerzos, con materiales de espesores y calidades tal que una deformación crítica no exceda la permisible en ninguno de los puntos de los pavimentos. 7) La séptima fase reside en valorar cada una de las opciones existentes, en relación a cada consideración de carácter monetario, **(Montejo, 2018)**. En relación con la segunda variable, la Condición Operacional de Pavimento Flexible, también conocida como PCI, **(Vásquez, 2019)** señala que constituye una de las metodologías más exhaustivas para evaluar de manera objetiva los pavimentos, ya sean flexibles o rígidos, y forma parte de los modelos de Gestión Vial en uso en la actualidad. Este método prescinde de la necesidad de contar con instrumentación especializada. El PCI representa uno de los indicadores numéricos que varía de 0, denotando pavimentos fallados, a 100, indicando pavimentos en perfecto estado de conservación.

En la siguiente tabla se presentan rango del PCI y la valoración cuantitativa.

Tabla1. Rango del PCI y valoración cuantitativa

Rangos	Calificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Nota: **García e Ynfante (2021)**

Así mismo, con respecto a sus dimensiones de la segunda variable se tiene a las Inspecciones visuales donde **(Montejo, 2018)** menciona que con el fin de realizar

inspecciones visuales se precisa determinar un sistema que debe orientarse al propósito de justificar tales inspecciones. Las inspecciones visuales más sencillas, pero realmente eficaces, se pueden realizar a través del paso de individuos con bastante calificaciones y experiencias que les posibilite el recorrido de los itinerarios y apuntando las insuficiencias y anomalías que se observan, llevando un método preliminarmente establecido. Teniendo como indicador la condición funcional de la vía, al momento de presentar problemas en las carreteras se hace necesario emplear instrumentales necesarios que posibiliten estar al tanto de las condiciones de los pavimentos a través de auscultar de manera ligera o visualmente, lo que resulta una pericia que se aplica fácilmente que ejecuta una evaluación de fallas con el propósito de aplanar las superficies o capas de desgastes y redefinir las exigencias que necesitan para reponer a su estado de servicio original, **(Coy, 2017)**. La segunda dimensión de esta variable menciona que la Identificación de clase es “una de las primeras fases que incumbe al trabajo realizado en el campo que sirve para identificar las fallas considerando las clases, severidades y extensiones de las mismas. Estos datos son registrados en un formato adecuado para tales fines” **(Montejo, 2018)**. Los indicadores de esta dimensión a) Fisuras y Grietas, son fracturas que brotan en el pavimento producto de rigideces mayores a sus capacidades y resistencias **(Toirac, 2020)**. b) Desprendimiento, es la pérdida de materiales en áreas focalizadas de los pavimentos **(Higuera y Pacheco, 2017)**. c) deformaciones superficiales, las pérdidas de cada parámetro elástico la conducta mecánica de esos pavimentos es saltar de la condición de pavimentos nuevos a inicios de fatigas, representado por que se presenta algún defecto superficial visible, deflexiones recuperables en las superficies superiores a lo permisible, tiranteces e imperfecciones crecientes **(Massenlli y Paiva, 2019)**. La Severidad como tercera dimensión se define como el daño conforme al Manual de Daños, y se registran los datos en los formatos correspondientes. Con frecuencia se emplea formularios u “hojas de información de indagación del estado” para cada una de las unidades muestrales y en cada formato en un renglón se debe registrar los daños, lo extenso y los niveles de severidad **(Montejo, 2018)** Los indicadores de esta variable también definidos por **(Montejo, 2018)** son: L: (Low: Bajos). Pueden ser percibidas las vibraciones vehiculares (como ejemplo, debido a ondulaciones) sin embargo no es de necesidad reducir la marcha para garantizar estar seguros y

cómodos; o las prominencias o huecos singulares que originan ligeros rebotes de los vehículos, y que generan algunas incomodidades. M: (Medium: Medios): La vibración en los vehículos son características y se requieren algunas reducciones de las velocidades con el fin de estar más cómodos y seguros; o el abultamiento o hundimiento individual originan rebotes significativos, generando fastidio. H: (High: Altos): La vibración en los vehículos son descomunales y obliga a reducir la marcha considerablemente para poder ganar una mejor comodidad y estar más seguros; o cada abultamiento o hundimiento individual causa un descomunal rebote de los vehículos. Finalmente, la dimensión de la Cantidad de fallas encontradas, al realizar inspecciones de fallas, deben valorarse el volumen de circulación para establecer los niveles de severidad de las fallas como ondulaciones y cruces de vías férreas, **(Montejo, 2018)**.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Con relación al tipo de estudio al cual pertenece esta investigación es aplicada, porque se empleará conocimiento ya realizado anteriormente, del mismo modo, con la investigación se plantea recomendar soluciones en cuanto a la condición del pavimento flexible (**Hernández Sampieri, Baptista Lucio, & Fernández Collado, 2018**).

Es una investigación que corresponde al enfoque o paradigma cuantitativo, este tipo de investigaciones recopilan datos numéricos y recurren al uso de la estadística para probar hipótesis, hacen uso de la Estadística descriptiva con tal fin (**Hernández et al., 2018**).

3.1.2. Diseño de la investigación

Es un estudio de diseño no experimental, dado que no implica la manipulación de variables; en cambio, se observa su condición natural para el análisis. La investigación se desarrolló en un único punto temporal, clasificándola como un estudio transversal. (**Hernández et al., 2018**).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable

Alternativa de Intervención en condición operacional del pavimento flexible.

Definición conceptual: **Vásquez (2019)** mencionó que el método PCI puede evaluar tanto pavimentos flexibles como rígidos para obtener el índice de integridad del pavimento y el estado operativo del pavimento, para determinar la situación real, como hacer el mantenimiento y del proceso de reparación del pavimento.

Definición operacionalización: La medición de la variable se realiza a través de la aplicación del instrumento, que consiste en fichas de observación que abarcan sus cuatro dimensiones.

Dimensiones e indicadores:

- **Inspecciones visuales:** Sus indicadores fueron: Condición funcional de la vía.
- **Identificación de clase:** Fisuras y grietas, desprendimientos y deformaciones superficiales.
- **Severidad:** Bajo, medio y alto.
- **Cantidad de fallas encontradas:** Poca, regulares y muchas.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población

Para la presente investigación se determinó para la población el tramo pavimentado de 5.7km de la carretera Huaraz – Toclla, Región Ancash, año 2023. **Arias (2019)** menciona que la población la conforman un total de elementos con características particulares que servirán para el desarrollo del trabajo.

Criterios de inclusión:

Solo ha sido considerado en esta investigación la carretera pavimentada Huaraz – Toclla km 03 – 04.

Criterios de exclusión:

Las carreteras que se encuentran fuera del tramo especificado no han sido tomadas en cuenta.

3.3.2. Muestra

El tramo pavimentado de 1km de la carretera Huaraz - Toclla km 03 – 04, año 2023. Para Hernández y **Mendoza (2018)** la muestra tiene que ser representativa y debe de evidenciar las características de la población.

3.3.3. Muestreo

El muestreo es un método empleado en la investigación científica que determina una parte de la realidad que debe ser examinada, y para la presente se aplica el muestreo no probabilístico porque no depende de la probabilidad de seleccionar elementos, sino de la persona que realiza

la muestra (**Hernández y otros, 2018**).

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnica

Para **Carrasco (2017)** las estrategias de recopilación de información posibilitan la obtención y recopilación de datos presentes en documentos vinculados con la problemática y el objetivo de investigación. En este estudio, se utilizó la técnica de observación y análisis documental.

Instrumento

De acuerdo a **Ñaupas y otros (2019)** el instrumento se sistematiza según el fenómeno de estudio y las variables en cuestión. Para la actual investigación se empleó como instrumento las fichas de observación.

3.5. Procedimientos

La recopilación de datos en esta investigación se llevó a cabo mediante la aplicación del método PCI. La presentación de los resultados se dividió en dos fases: la primera fase implicó la visualización de las fallas, donde se reconocieron las características de la carretera, como longitud, ancho y profundidad. Se identificó el tipo de falla, la cantidad de fallas en cada tramo y otros aspectos relevantes. La segunda fase fue un trabajo de gabinete, donde se procesaron y analizaron los datos recopilados. Se realizaron cálculos para establecer los indicadores correspondientes a la evaluación del pavimento flexible

Los trabajos se han realizado en el tramo km 03 – 04 de la carretera Huaraz - Toçlla, consiste en medir el ancho de vía, identificar las fallas según el manual del PCI y clasificar de acuerdo a la severidad de las fallas.

El estudio se ha realizado de acuerdo al procedimiento estandarizado por las Normas ASTM D6433-03 y el Manual de PCI que reflejan las primordiales actividades que se realizan en evaluaciones superficiales de pavimentos flexibles.

Para analizar y discutir la información recopilada, se aplicaron herramientas estadísticas. Los resultados se exhibieron mediante tablas y figuras, utilizando hojas de cálculo diseñadas conforme al procedimiento del método PCI. Se llevaron a cabo análisis y representaciones visuales, tales como sectorizaciones, histogramas de frecuencias, gráficos de líneas, tablas de registros y gráficos de barras, utilizando MS Excel para cada uno de los 28 tramos contemplados.

3.6. Métodos de análisis de datos

La data recopilada, a través de la observación, se tuvo que proceder a procesarla empleando el programa MS Excel. Para lo cual se ha utilizado la metodología que provee la estadística inferencial, y también descriptiva para presentar, describir, analizar e interpretar los datos disponibles resultado de las observaciones de cada indicador propuesto. Los resultados fueron presentados en tablas, figuras, medias, varianzas y porcentajes.

3.7. Aspectos éticos

La Declaración de Helsinki inspiró principios éticos que deben observarse durante el proceso de estudio. Estos principios son los siguientes:

Principio de beneficencia: En este estudio, los investigadores intentaron mejorar la calidad de los servicios a la sociedad, ya sea directa o indirectamente.

Principio de confidencialidad: Este estudio analizará todos los datos que se recopilaron. Estos datos no se han facilitado a terceros y solo se utilizan para los fines de este estudio.

Principios de confiabilidad: Toda información presentada, no fue modificada ni alterada.

Respeto a la persona humana: Las personas encuestadas no agregaron sus opiniones o perspectivas a la investigación.

Veracidad de la información y datos: Las realidades que se estudiaron son aquellas a las que se refieren los datos originales. Los datos se

registraron con precisión sin cambios, y se presentaron de una manera que se adecuaba a los datos.

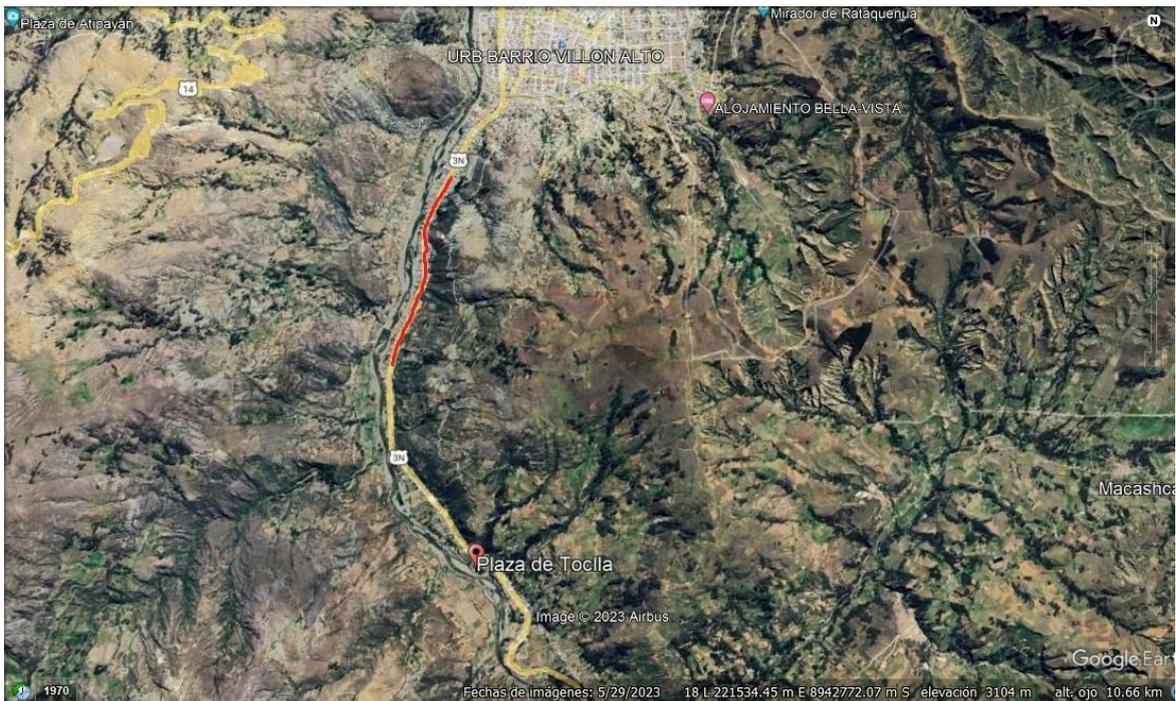
Respecto de la propiedad intelectual: Las personas que escribieron las teorías e investigaciones utilizadas como fuentes en el estudio original citaron correctamente sus referencias, dando crédito a los autores y reconociendo que la propiedad intelectual era de ellos.

IV. RESULTADOS

En la realización de los resultados se realizó la aplicación del método PCI y se presentan las alternativas de intervención para el mejoramiento de la condición operacional del pavimento flexible en dicho lugar.

4.1. En cuanto al **objetivo específico 1: Evaluar el pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023**

Como paso fundamental y primordial del proyecto, se llevó a cabo la identificación de la zona en la que se realizaron los estudios. Se efectuó un recorrido a lo largo de la carretera Huaraz- Toclla, durante el cual se tomaron medidas del ancho de la vía y se observaron distintos tipos de fallas a lo largo de la misma. El punto de partida para el estudio fue la progresiva 3+0.00 de la ciudad de Huaraz. Se estableció la meta de evaluar un kilómetro de dicha carretera. Utilizando una fórmula del manual del método PCI, se determinaron las muestras para ese tramo de un kilómetro, con un valor de $n=28$ muestras.



Fuente. Google Earth

Datos Generales Para el Estudio:

La vía de estudio fue el tramo 03+00km al 04+00km

Longitud total de la vía = 1000.00m

Ancho de vía = 6.5m

Longitud de unidad de muestreo = 35.4m

Área de muestreo = 230.1 m²

Número de carriles = 2

$$N = \frac{Lv}{Lm} = 28 \text{ muestras}$$

N: número total de muestras

Lm: Longitud de muestra.

Lv: longitud de vía.

4.2. Objetivo específico 2. **Identificar y cuantificar las fallas en el pavimento en carretera Huaraz- Toclla.**

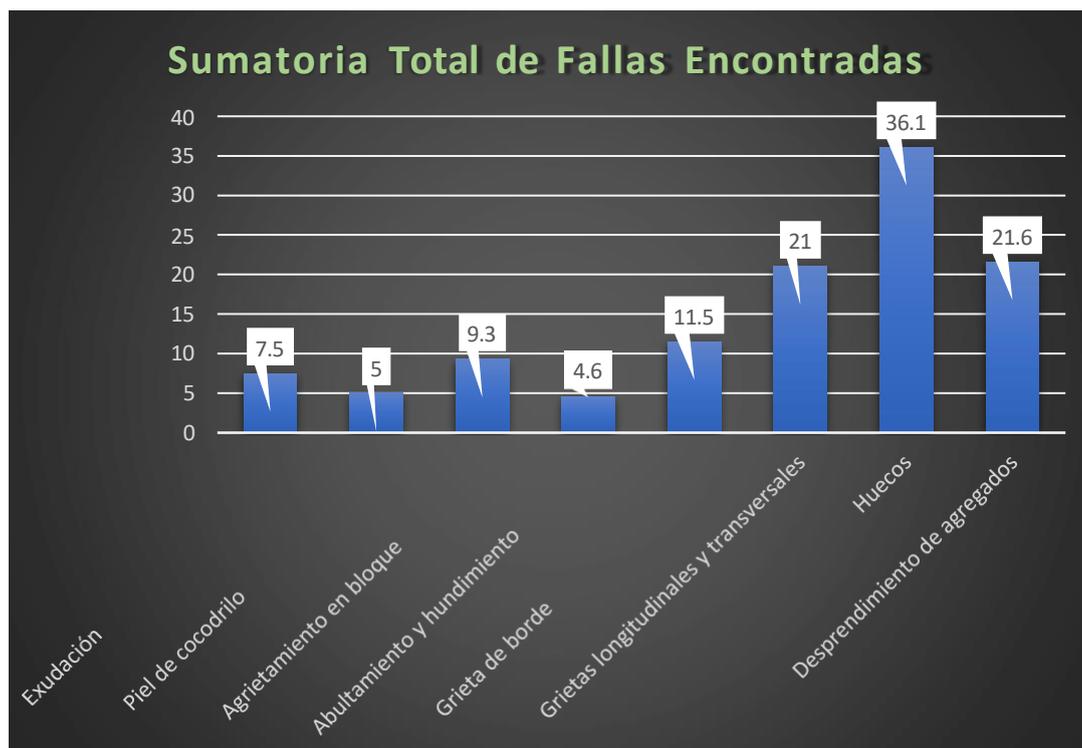
Tabla 2. Tipos de fallas encontradas

Código	Tipo de Fallas	Unidad	Total
1	Exudación	m ²	7.5
2	Piel de cocodrilo	m ²	5
3	Agrietamiento en bloque	m ²	9.3
4	Abultamiento y hundimiento	m ²	4.6
7	Grieta de borde	m ²	11.5
10	Grietas longitudinales y transversales	m ²	21
13	Huecos	m ²	36.1
19	Desprendimiento de agregados	m ²	21.6

Fuente: elaboración propia

Interpretación de la tabla 2, las fallas que tienen más coincidencias y que más se han encontrado son huecos, desprendimientos de agregados y las grietas longitudinales y transversales.

Gráfico 1. Sumatoria de Fallas encontradas



Fuente: elaboración propia

Interpretación 1. La suma total de las cantidades refleja el grado de similitud presente en el tramo analizado. Se destaca que la falla de huecos es la más prevalente en toda la extensión estudiada, mientras que grieta de borde es la menos frecuente.

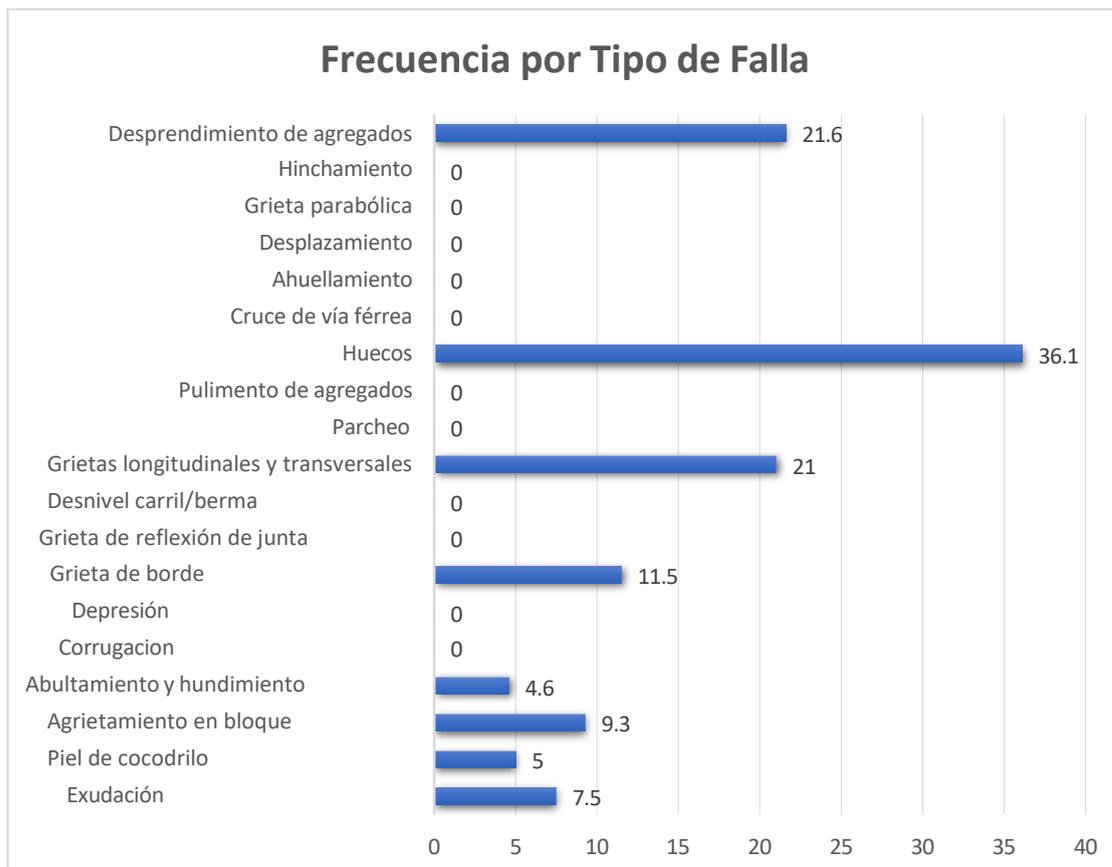
Gráfico 2. Porcentaje de fallas encontradas



Fuente: elaboración propia

Interpretación gráfico 2. En esta grafica se observa que, dentro del rango analizado, la incidencia de la falla de huecos representa el porcentaje más alto, alcanzando un 31%. En contraste, la fallas con menor incidencia son piel de cocodrilo y abultamiento/ hundimiento se presenta en tan solo un 4%.

Gráfico 3. Frecuencia por Tipo de Falla



Fuente: elaboración propia

Interpretación 3. Los resultados indican que, dentro del segmento analizado, se evidencian únicamente 8 categorías de fallas de un total de 19 contempladas por el método empleado. Esto implica que 11 tipos de fallas aún no han sido identificados en el tramo de la vía.

Figura 1. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales

10. Grietas Longitudinales y Transversales

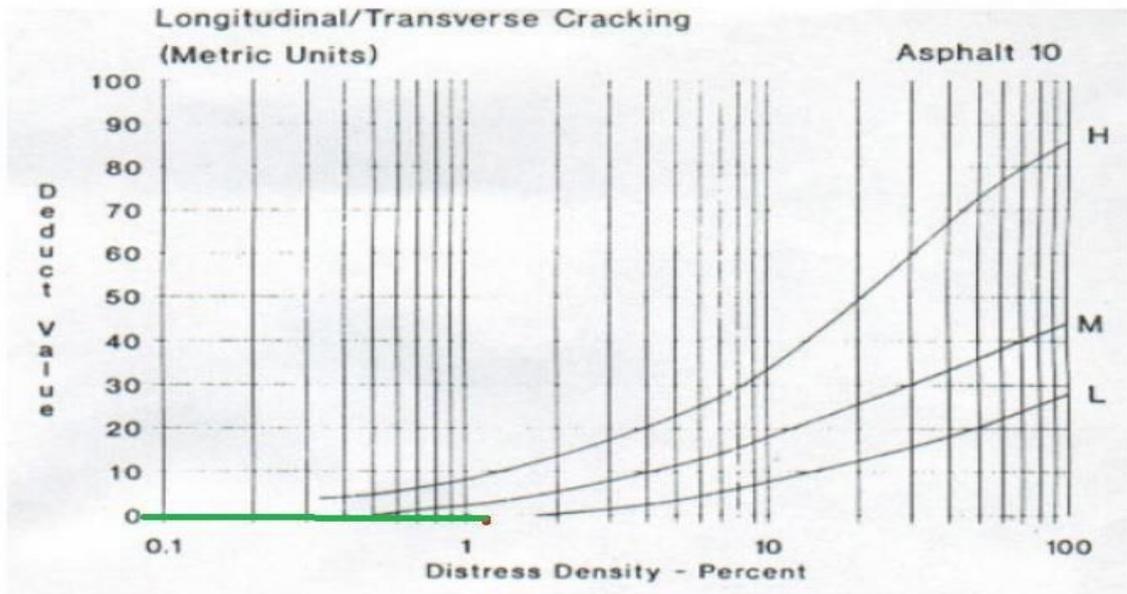


Figura 2. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

19. Meteorización / Desprendimiento de Agregados

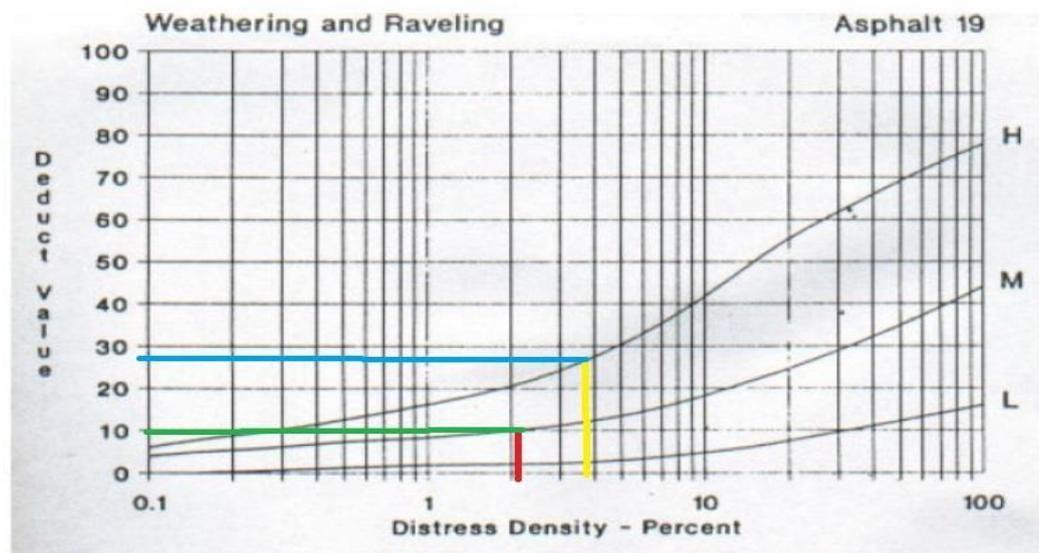
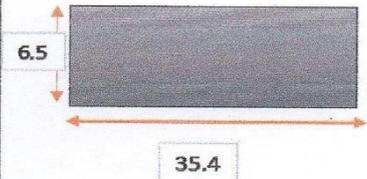


Tabla 4. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 02

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 02		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+35.4		Progresiva final: 03+70.8							
Daños:									
1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
3	L	3.5					3.5	1.5	2
10	L	1					1	0.8	0
10	M	0.8					0.8	0.3	0
13	L	1					1	0.8	17
19	M	0.9					0.9	0.3	7
							TOTAL VR		26
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
1	17	7	2				26	2	19
2	17	2					19	1	19
							Máx. VDC		19
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		81
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY BUENO		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 4. Se identificaron 4 fallas con diferentes niveles de severidad: medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **81** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**muy buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan acciones correspondientes a su categoría, tales como realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 3. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque

3. Agrietamiento en Bloque

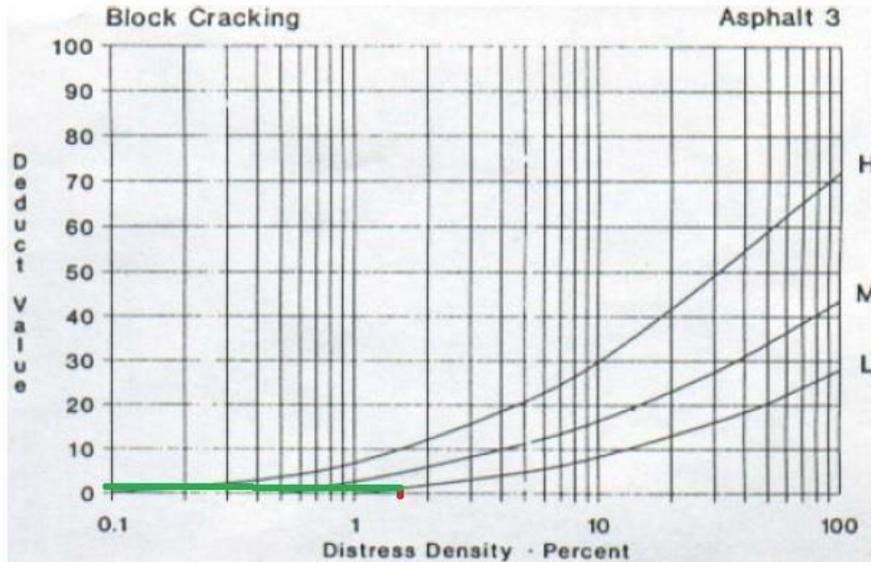


Figura 4. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales

10. Grietas Longitudinales y Transversales

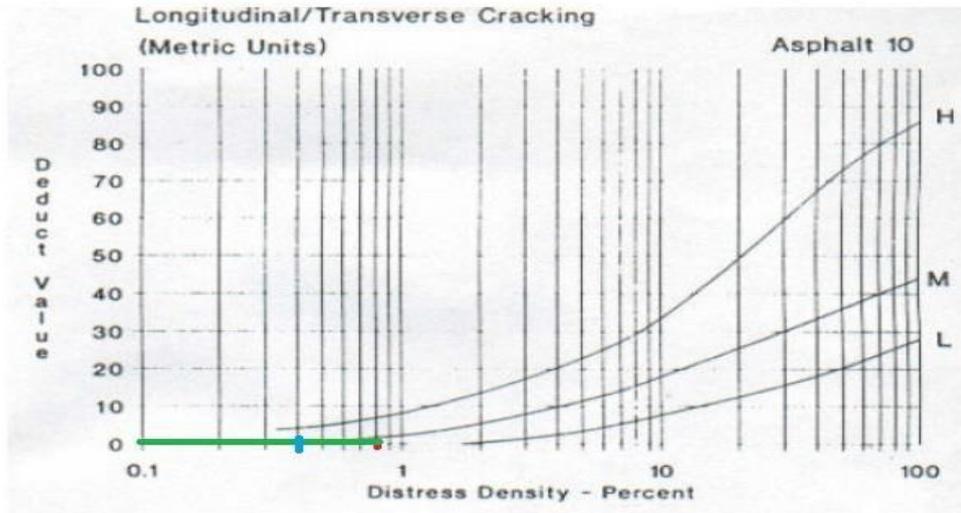


Figura 5. V.D de la Falla Huecos

13.Huecos

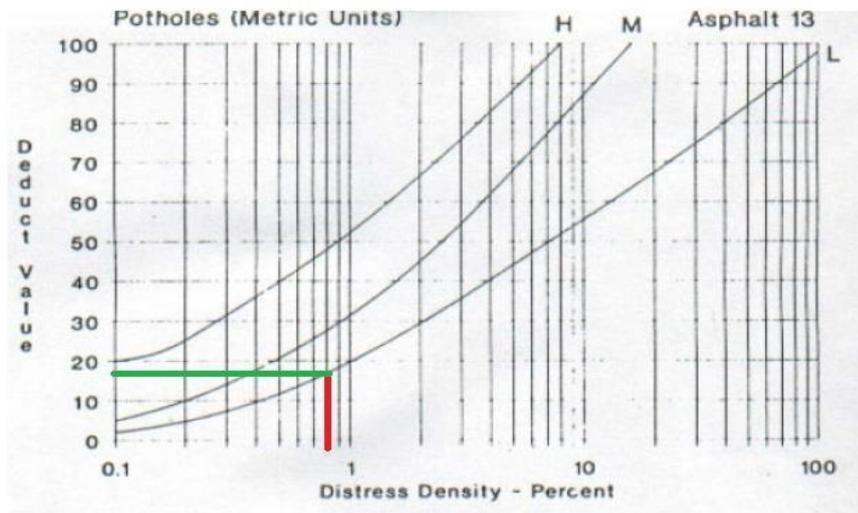


Figura 6. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

19.Meteorización / Desprendimiento de Agregados

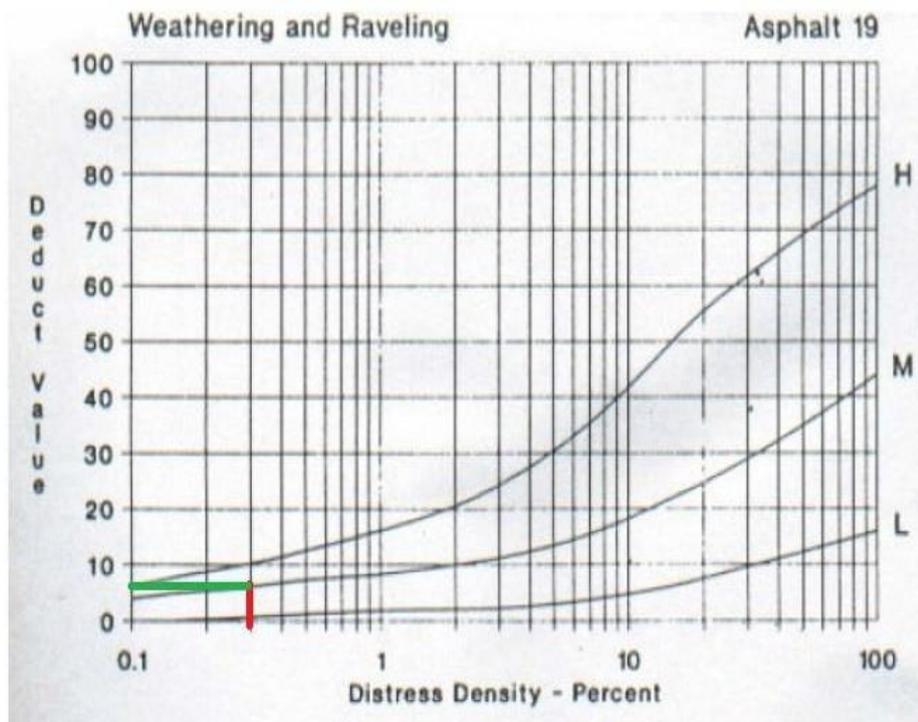
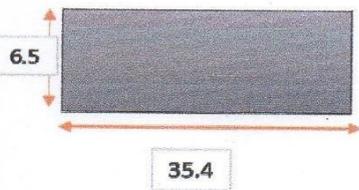


Tabla 5. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 03

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESIS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 03			Área: 230.1						
Progresiva Inicial: 03+70.8			Progresiva final: 03+106.2						
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Comugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
13	L	1					1	0.8	18
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		18
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		82
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY BUENO		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 5. Se identificaron 1 falla con severidad baja. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **82** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**muy buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 7. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

13.Huecos

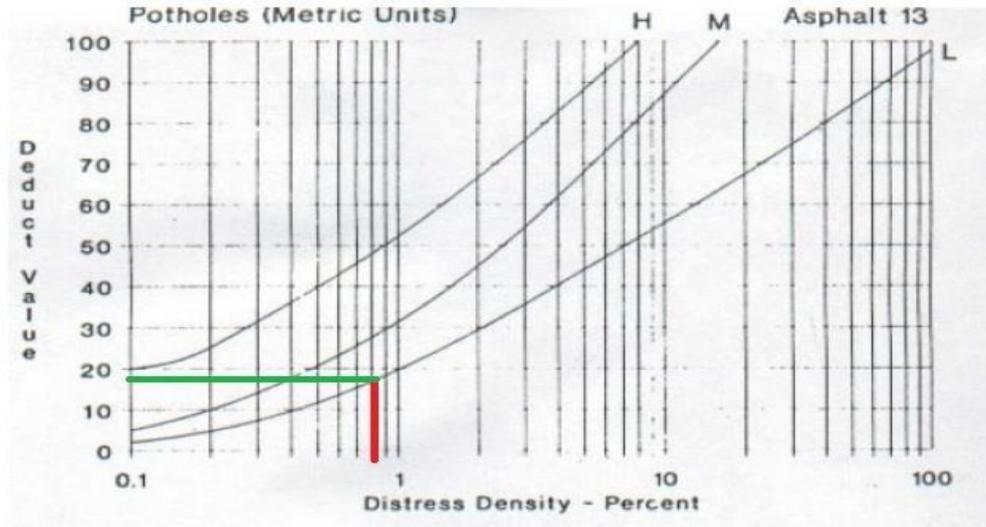


Tabla 6. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 04

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
Unidad de muestra: 04		Área: 230.1							
Progresiva inicial: 03+106.2		Progresiva final: 03+141.6							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
1	L	4					4	1.7	15
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		15
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)					TOTAL	q	VDC	
Máx. VDC									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		85
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY BUENO		

Fuente: elaboración propia



 M.Sc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 6. Se identificaron 1 falla con severidad baja. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **85** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**muy buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 8. V.D de la Falla Piel de Cocodrilo

1. Piel de Cocodrilo

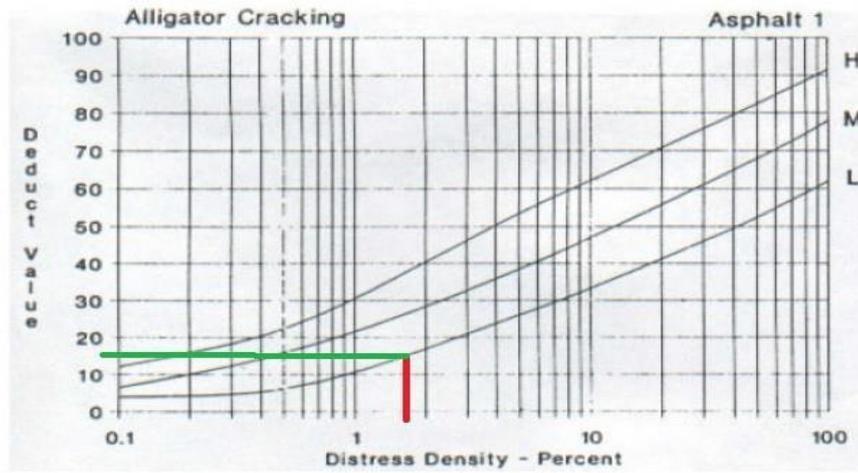


Tabla 7. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 05

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
Unidad de muestra: 05		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+ 141.6		Progresiva final: 03+177							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
13	M	2.5					2.5	1.1	32
19	L	0.8					0.8	0.3	0.1
							TOTAL VR		32.1
$m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)					TOTAL	q	VDC	
							Máx. VDC		32
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		68
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								BUENO	

Fuente: elaboración propia



Msc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 7. Se identificaron 2 fallas con diferentes niveles de severidad: medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **61** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 9. V.D de la Falla Huecos

13.Huecos

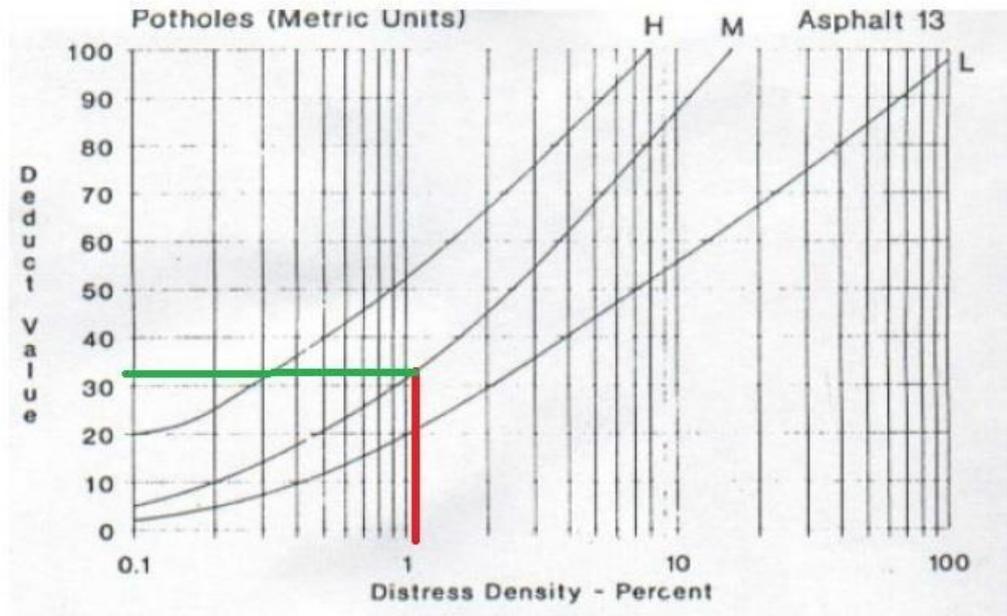


Figura 10. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

19.Meteorización / Desprendimiento de Agregados

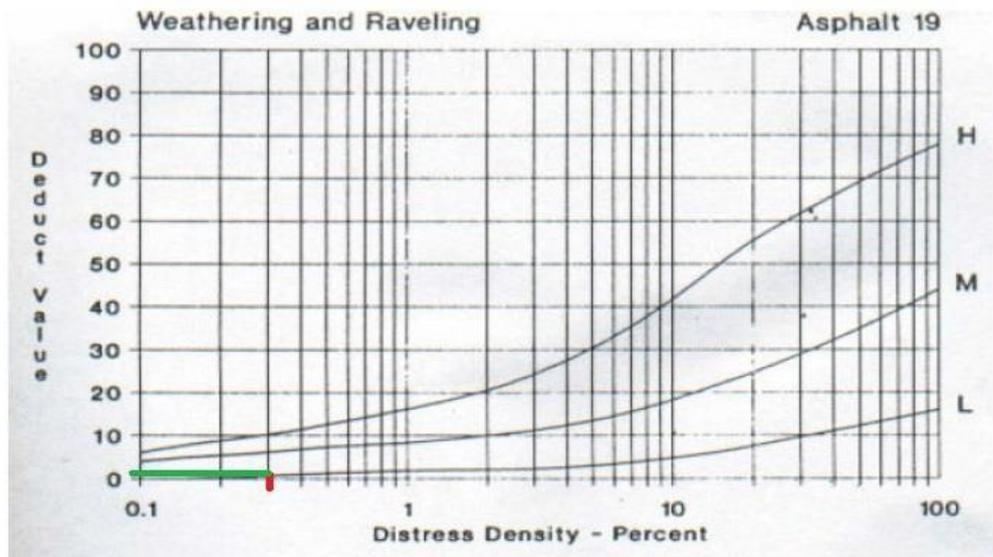


Tabla 8. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 06

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 06		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+177		Progresiva final: 03+212.4							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahueamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
4	M	0.2					0.2	0.08	0
10	L	2	2.3	1.2			5.5	2.3	1
10	M	2.2	2.7	2.5			7.4	3.2	8
							TOTAL VR		9
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		92
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							EXCELENTE		

Fuente: elaboración propia



 MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 8. Se identificaron 2 fallas con diferentes niveles de severidad: medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **92** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**muy buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 11. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos

4. Abultamientos y Hundimientos

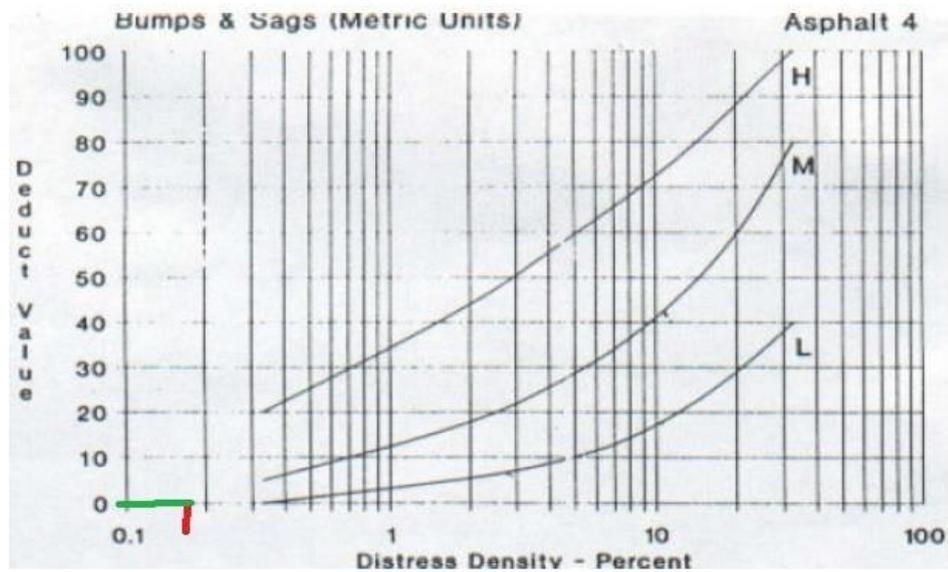


Figura 12. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales

10. Grietas Longitudinales y Transversales

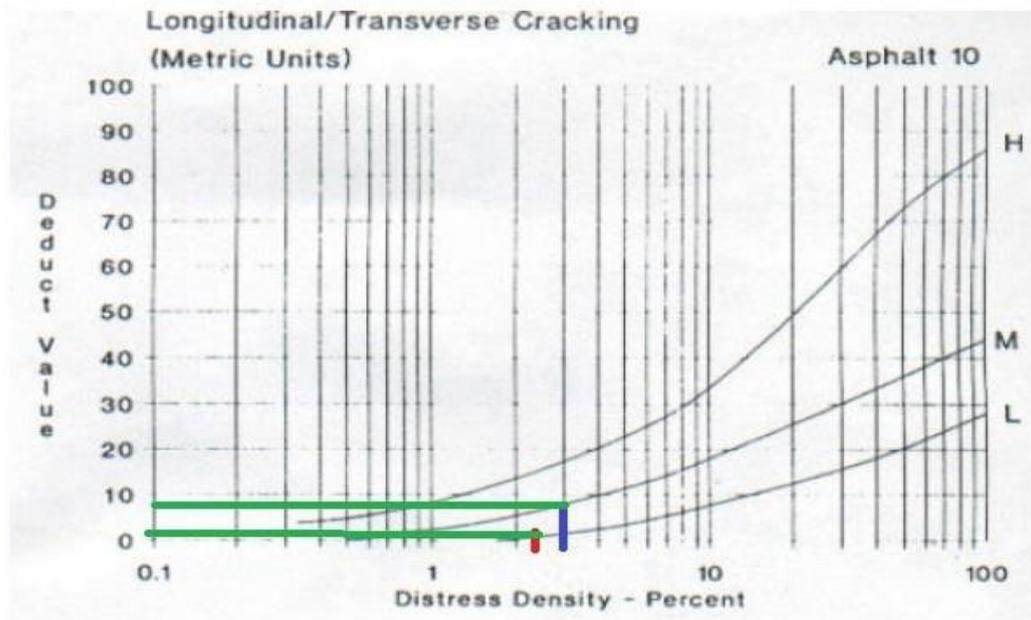
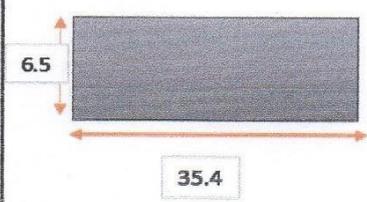
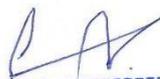


Tabla 9. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 07

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 07		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+212.4		Progresiva final: 03+247.8							
Daños:									
1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuehamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
3	L	1					1	0.4	0.1
							TOTAL VR		
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		99
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							EXCELENTE		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 9. Se identificaron 1 falla con severidad baja. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **99** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como **"Excelente"**. En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 13. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque

3. Agrietamiento en Bloque

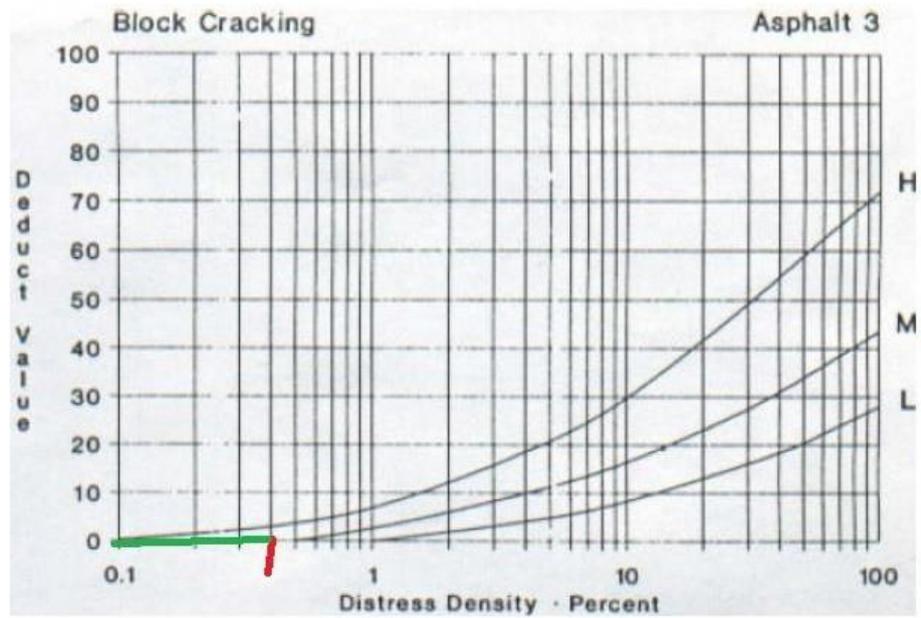


Tabla 10. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 08

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO												
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO												
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA					
Unidad de muestra: 08		Área: 230.1										
Progresiva Inicial: 03+247.8		Progresiva final: 03+283.2										
Daños:												
1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales					11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados							
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR			
2	L	1.3					1.3	0.5	0			
13	L	4.5					4.5	2	30			
19	L	1					1	0.4	1			
							TOTAL VR					
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$												
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC			
							Máx. VDC	30				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC	70				
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY BUENO					

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 10. Se identificaron 3 fallas con diferentes niveles de severidad bajos. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **70** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como **"Muy Buena"**. En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 14. V.D de la Falla Exudación

2. Exudación

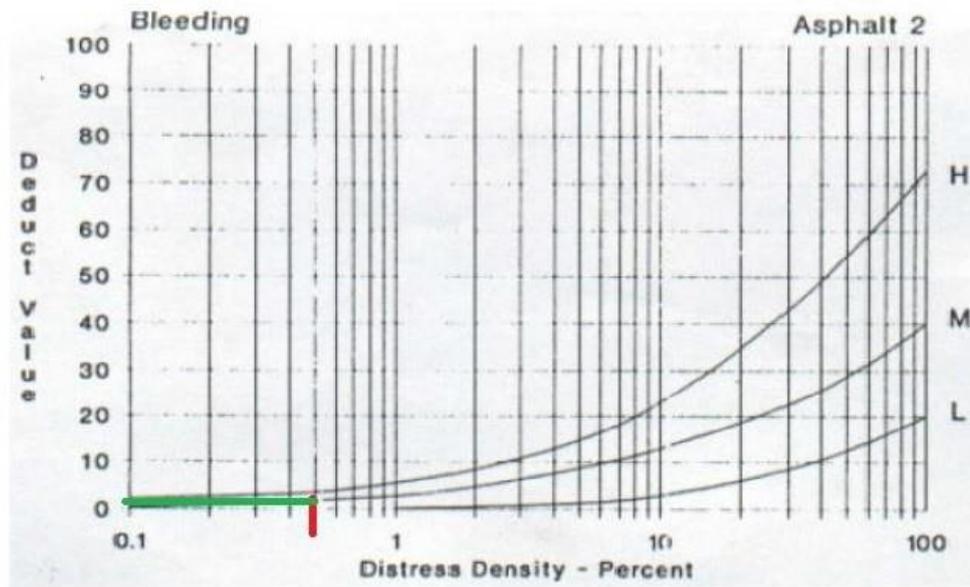


Figura 15. V.D de la Falla Huecos

13. Huecos

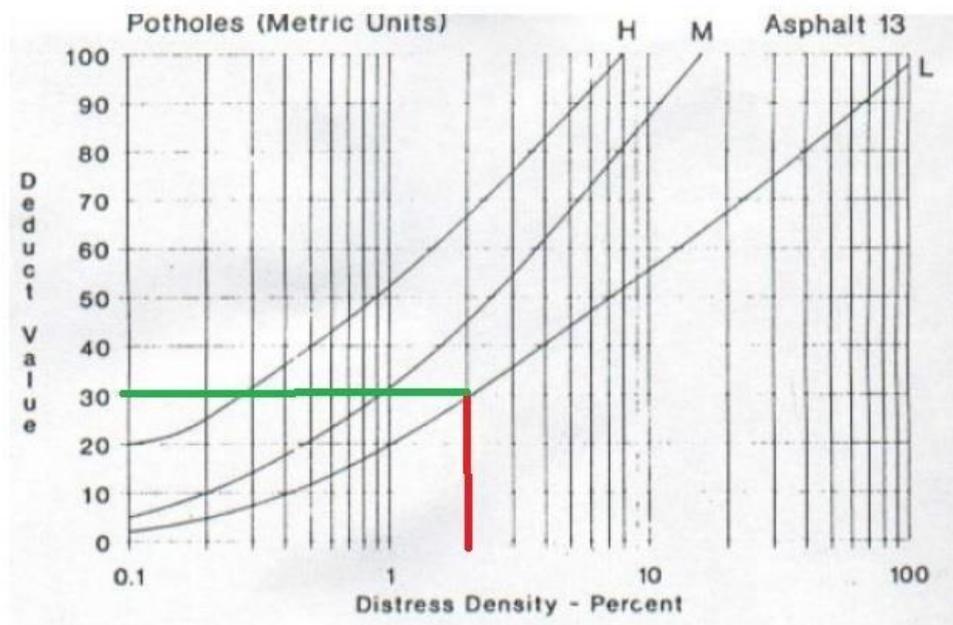


Figura 16. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

19. Meteorización / Desprendimiento de Agregados

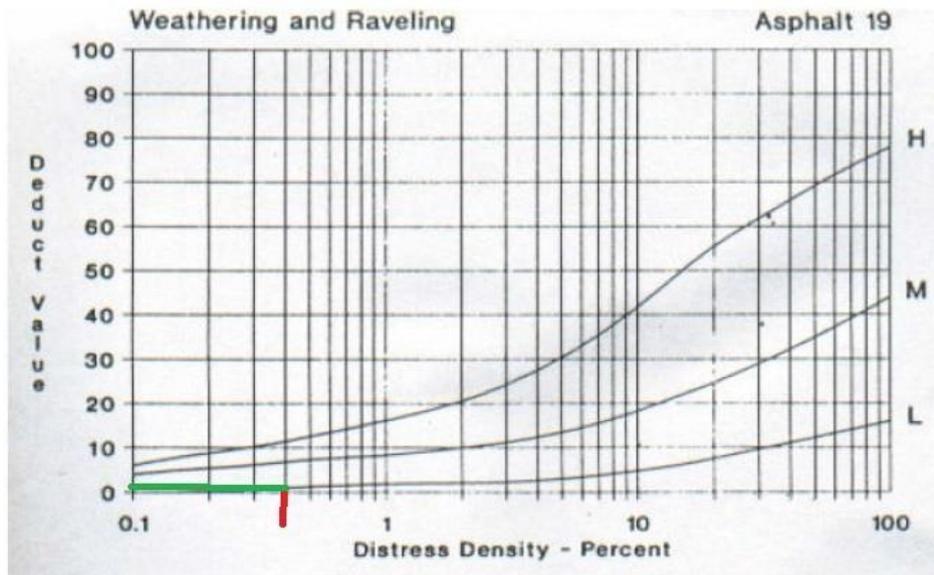
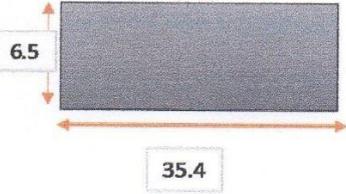


Tabla 11. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 09

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESIS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO											
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA				
Unidad de muestra: 09		Área: 230.1									
Progresiva Inicial: 03+283.2		Progresiva final: 03+318.6									
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugacion 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales							11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados				
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR		
7	M	2					2	0.8	3		
							TOTAL VR				
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$											
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC		
							Máx. VDC				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		97		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								EXCELENTE			

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 11. Se identificaron 1 fallas con severidad medio. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **97** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**Excelente**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 17. V.D de la Falla Grieta de Borde

7. Grieta de Borde

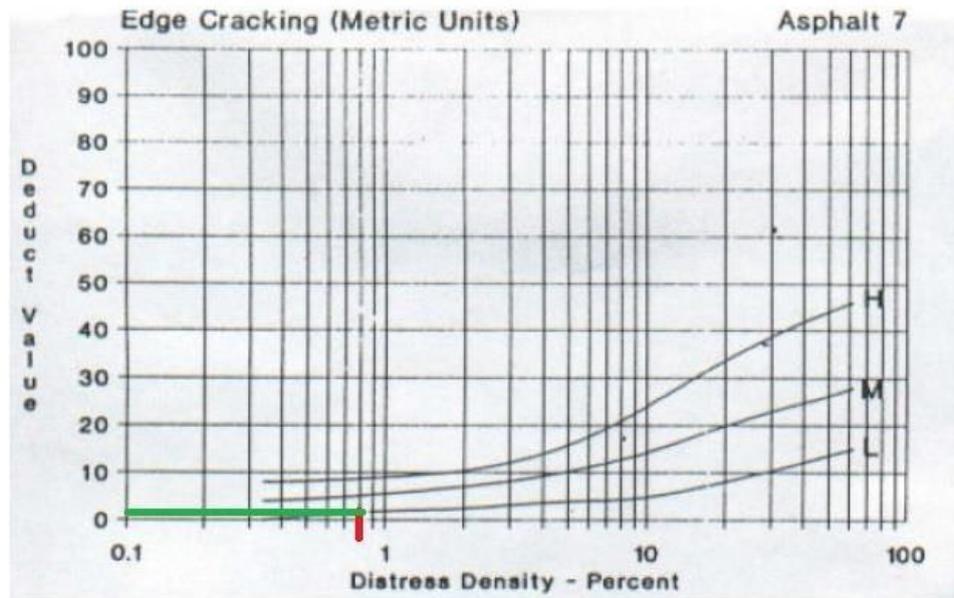
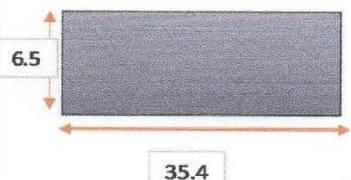


Tabla 12. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 10

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 10		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+318.6		Progresiva final: 03+354							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
2	L	2.5					2.5	1.1	0.1
							TOTAL VR		
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		99
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							EXCELENTE		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 12. Se identificaron 1 fallas con severidad medio. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **99** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como **"Excelente"**. En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 18. V.D de la Falla Exudación

2. Exudación

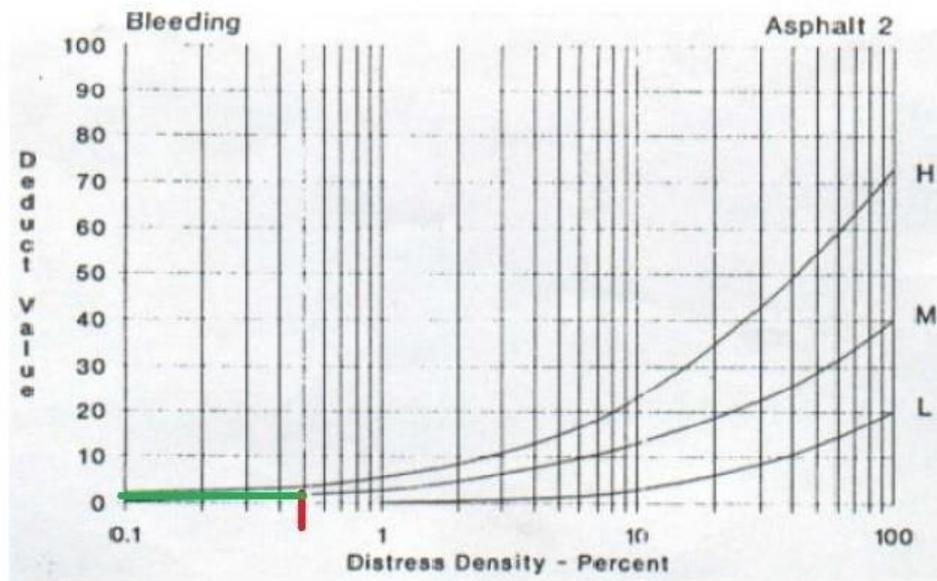
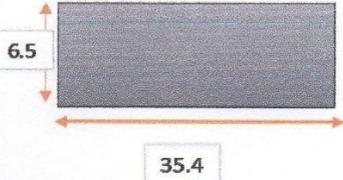


Tabla 14. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 12

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 12		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+389.4		Progresiva final: 03+424.8							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
13	M	2.8					2.8	1.2	32
							TOTAL VR		32
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		72
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY BUENO		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 14. Se identificaron 1 falla con severidad medio. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **72** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**muy buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 19. V.D de la Falla Huecos

13.Huecos

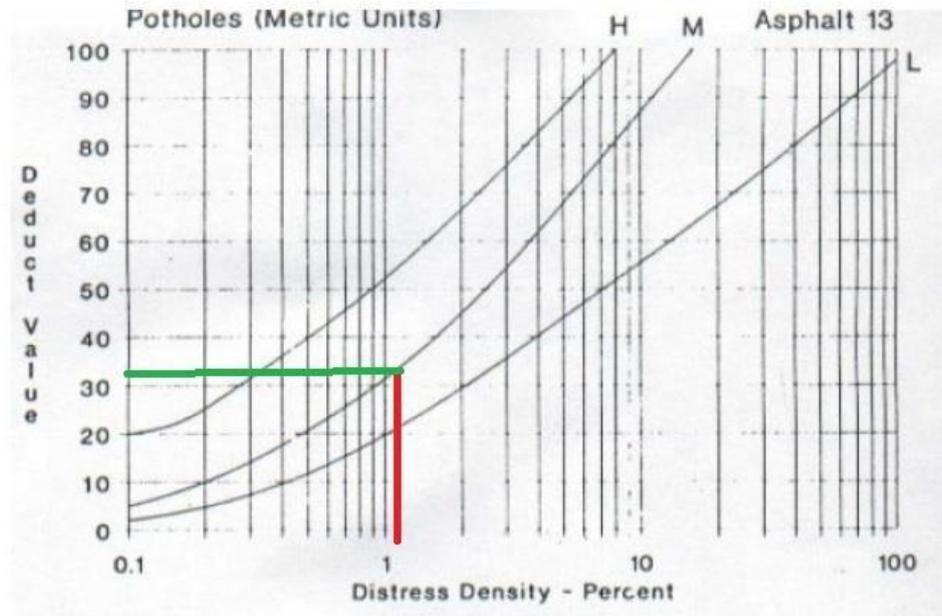


Tabla 15. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 13

TIPO		SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
3		L	2.8					2.8	1.2	0.1
								TOTAL VR		
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$										
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)							TOTAL	q	VDC
Máx. VDC										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								PCI= 100 - Máx VDC	99	
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								EXCELENTE		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 15. Se identificaron 1 falla con severidad baja. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **99** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**Excelente**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 20. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque

3. Agrietamiento en Bloque

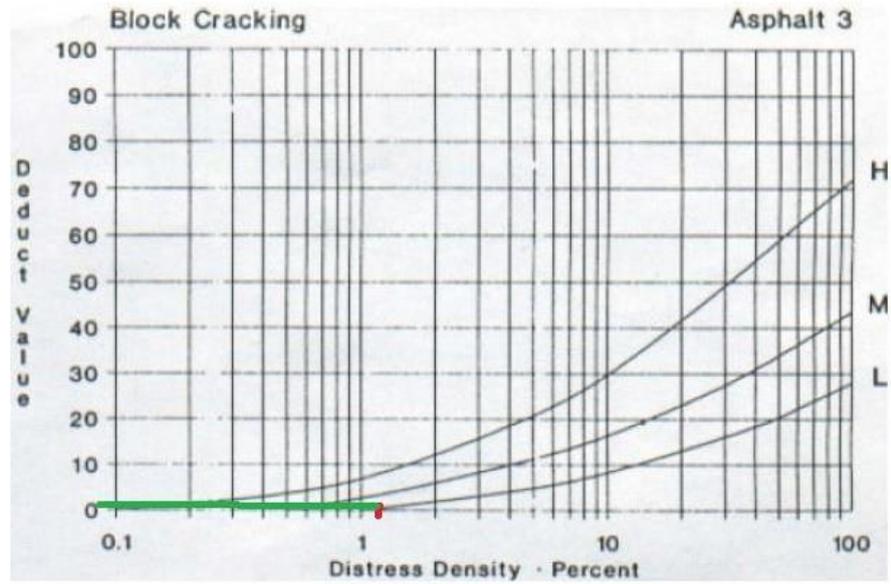


Tabla 16. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 14

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 14		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+460.2		Progresiva final: 03+495.6							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
Máx. VDC									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Fuente: elaboración propia

Interpretación de la tabla 16. no se encontraron fallas en este tramo de la carretera.

Tabla 17. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 15

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
Unidad de muestra: 15		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+495.6		Progresiva final: 03+631							
Daños:									
1. Exudación		11. Parcheo							
2. Piel de cocodrilo		12. Pulimento de agregados							
3. Agrietamiento en bloque		13. Huecos							
4. Abultamiento y hundimiento		14. Cruce de vía férrea							
5. Corrugación		15. Ahuellamiento							
6. Depresión		16. Desplazamiento							
7. Grieta de borde		17. Grieta parabólica							
8. Grieta de reflexión de junta		18. Hinchamiento							
9. Desnivel carril/berma		19. Desprendimiento de agregados							
10. Grietas longitudinales y transversales									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
13	M	3.3					3.3	1.4	36
4	L	1					1	0.4	1
							TOTAL VR		
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		36
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		64
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							BUENO		

Fuente: elaboración propia

MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 17. Se identificaron 2 fallas con diferentes niveles de severidad: medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de 64 y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 21. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos

4. Abultamientos y Hundimientos

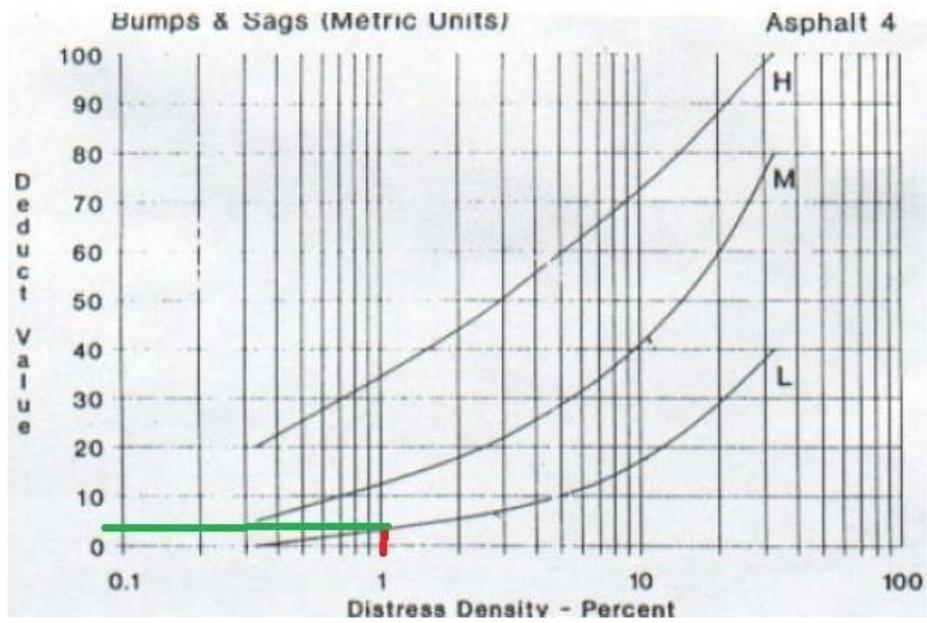


Figura 22. V.D de la Falla Huecos

13. Huecos

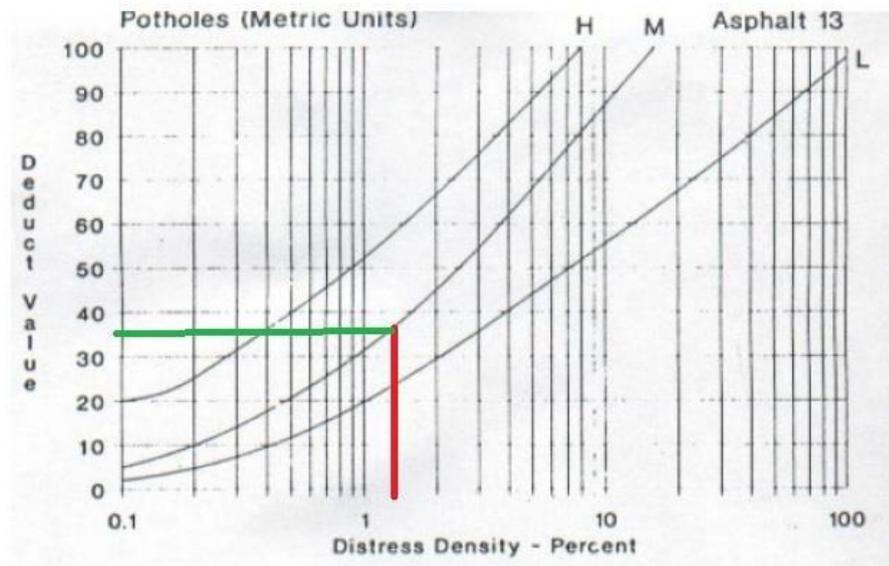


Tabla 18. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 16

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 16		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+531		Progresiva final: 03+566.4							
Daños:									
1. Exudación		11. Parcheo							
2. Piel de cocodrilo		12. Pulimento de agregados							
3. Agrietamiento en bloque		13. Huecos							
4. Abultamiento y hundimiento		14. Cruce de vía férrea							
5. Comugacion		15. Ahuellamiento							
6. Depresión		16. Desplazamiento							
7. Grieta de borde		17. Grieta parabólica							
8. Grieta de reflexión de junta		18. Hinchamiento							
9. Desnivel carril/berma		19. Desprendimiento de agregados							
10. Grietas longitudinales y transversales									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
							TOTAL VR		
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							Máx. VDC		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		

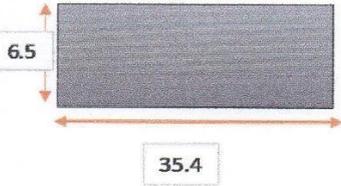
Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 18. no se encontraron fallas en este tramo de la carretera.

Tabla 19. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 17

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACIÓN DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 17		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+566.4		Progresiva final: 03+601.8							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahueamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
13	M	2.8					2.8	1.2	33
13	M	2					2	0.8	30
13	H	2.3	2.3				4.6	2	68
							TOTAL VR		131
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
1	68	33	30	2			133	3	81
2	68	33	2				102	2	72
3	68	2	2				72	1	72
							Máx. VDC		81
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		19
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY MALO		

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 19. Se identificaron 1 fallas con diferentes niveles de severidad: medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **19** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como **"Muy malo"**. En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar una rehabilitación – reconstrucción del pavimento flexible en estudio.

Figura 23. V.D de la Falla de Huecos

13.Huecos

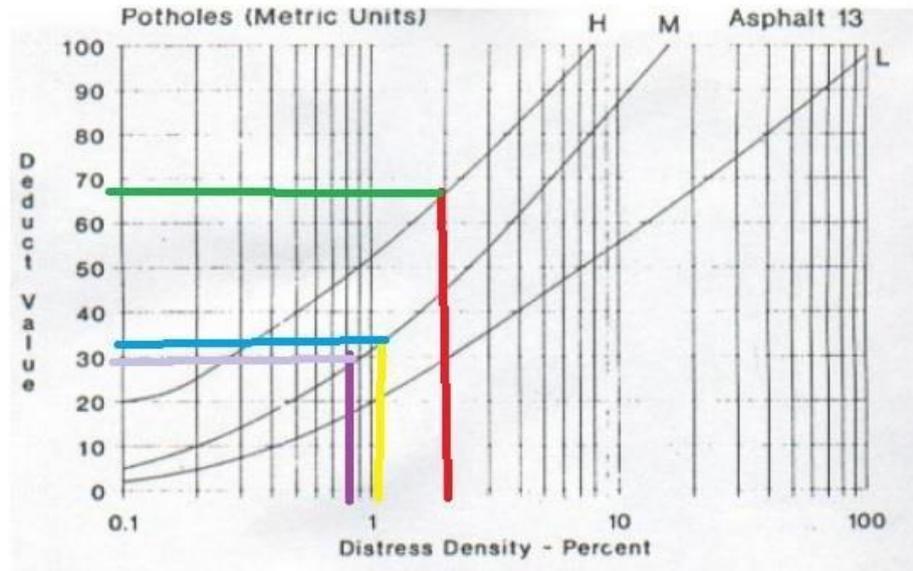
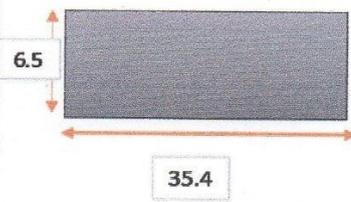


Tabla 20. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 18

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
Unidad de muestra: 18		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+601.8		Progresiva final: 03+637.2							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
13	H	2					2	0.8	48
19	M	1					1	0.4	7
							TOTAL VR		55
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)					TOTAL	q	VDC	
1	48	7	2			57	2	43	
2	48	2				50	1	50	
							Máx. VDC		50
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		50
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							REGULAR		

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 20. Se identificaron 2 fallas con diferentes niveles de severidad: alto y medio. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **50** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**regular**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento correctivo.

Figura 24. V.D de la Falla Huecos

13.Huecos

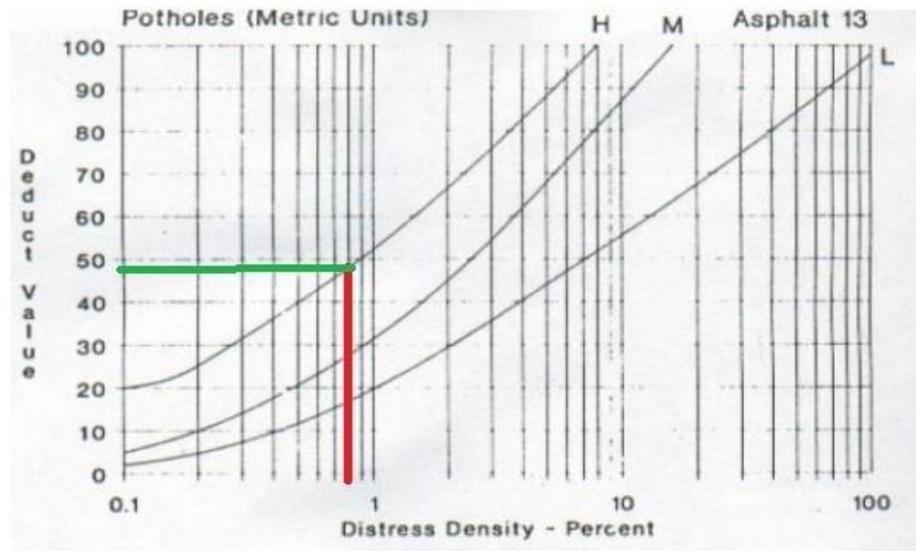


Figura 25. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

19.Meteorización / Desprendimiento de Agregados

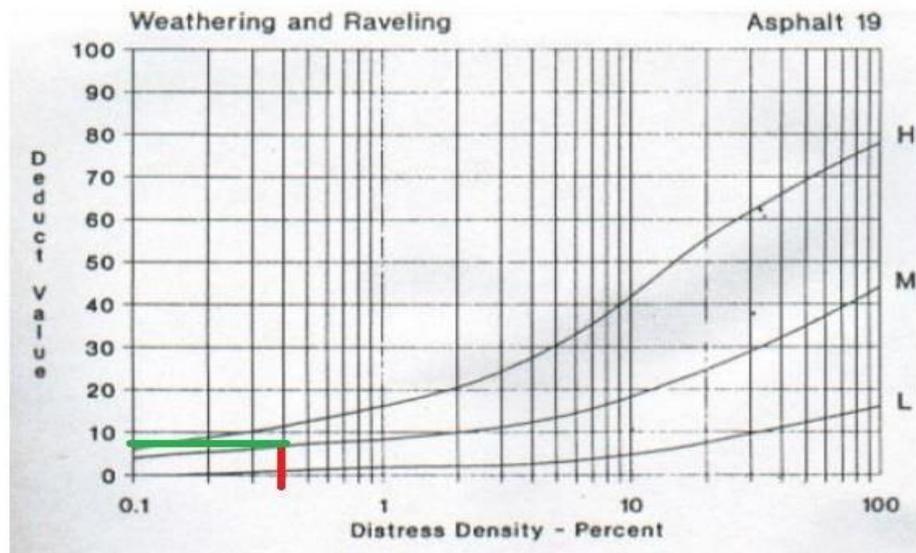


Tabla 21. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 19

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 19		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+637.2		Progresiva final: 03+672.6							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
							TOTAL VR		
		$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									

Fuente: elaboración propia



Msc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 21. no se encontraron fallas en este tramo de la carretera.

Tabla 22. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 20

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO																										
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO																										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA																			
Unidad de muestra: 20			Área: 230.1																							
Progresiva Inicial: 03+672.6			Progresiva final: 03+708																							
Daños:																										
<table border="0"> <tr> <td>1. Exudación</td> <td>11. Parcheo</td> </tr> <tr> <td>2. Piel de cocodrilo</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>13. Huecos</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>7. Grieta de borde</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td colspan="2">10. Grietas longitudinales y transversales</td> </tr> </table>										1. Exudación	11. Parcheo	2. Piel de cocodrilo	12. Pulimento de agregados	3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos	4. Abultamiento y hundimiento	14. Cruce de vía férrea	5. Corrugación	15. Ahuellamiento	6. Depresión	16. Desplazamiento	7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica	8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento	9. Desnivel carril/berma
1. Exudación	11. Parcheo																									
2. Piel de cocodrilo	12. Pulimento de agregados																									
3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos																									
4. Abultamiento y hundimiento	14. Cruce de vía férrea																									
5. Corrugación	15. Ahuellamiento																									
6. Depresión	16. Desplazamiento																									
7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica																									
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento																									
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados																									
10. Grietas longitudinales y transversales																										
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR																	
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR																			
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC																	
Máx. VDC																										
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC																			
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)																										

Fuente: elaboración propia



Msc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 22. no se encontraron fallas en este tramo de la carretera.

Tabla 23. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 21

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO																													
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO																													
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA																						
Unidad de muestra: 21		Área: 230.1																											
Progresiva Inicial: 03+708		Progresiva final: 03+743.4																											
Daños: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Exudación</td> <td>11. Parcheo</td> </tr> <tr> <td>2. Piel de cocodrilo</td> <td>12. Pulimento de agregados</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en bloque</td> <td>13. Huecos</td> </tr> <tr> <td>4. Abultamiento y hundimiento</td> <td>14. Cruce de vía férrea</td> </tr> <tr> <td>5. Comugación</td> <td>15. Ahuellamiento</td> </tr> <tr> <td>6. Depresión</td> <td>16. Desplazamiento</td> </tr> <tr> <td>7. Grieta de borde</td> <td>17. Grieta parabólica</td> </tr> <tr> <td>8. Grieta de reflexión de junta</td> <td>18. Hinchamiento</td> </tr> <tr> <td>9. Desnivel carril/berma</td> <td>19. Desprendimiento de agregados</td> </tr> <tr> <td colspan="2">10. Grietas longitudinales y transversales</td> </tr> </table>										1. Exudación	11. Parcheo	2. Piel de cocodrilo	12. Pulimento de agregados	3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos	4. Abultamiento y hundimiento	14. Cruce de vía férrea	5. Comugación	15. Ahuellamiento	6. Depresión	16. Desplazamiento	7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica	8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento	9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados	10. Grietas longitudinales y transversales	
1. Exudación	11. Parcheo																												
2. Piel de cocodrilo	12. Pulimento de agregados																												
3. Agrietamiento en bloque	13. Huecos																												
4. Abultamiento y hundimiento	14. Cruce de vía férrea																												
5. Comugación	15. Ahuellamiento																												
6. Depresión	16. Desplazamiento																												
7. Grieta de borde	17. Grieta parabólica																												
8. Grieta de reflexión de junta	18. Hinchamiento																												
9. Desnivel carril/berma	19. Desprendimiento de agregados																												
10. Grietas longitudinales y transversales																													
																													
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR																				
7	L	3.5					3.5	1.5	2																				
							TOTAL VR																						
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$																													
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC																				
							Máx. VDC																						
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		98																				
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							EXCELENTE																						

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 23. Se identificaron 1 falla con severidad baja. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de 98 y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**excelente**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 26. V.D de la Falla Grieta de Borde

7. Grieta de Borde

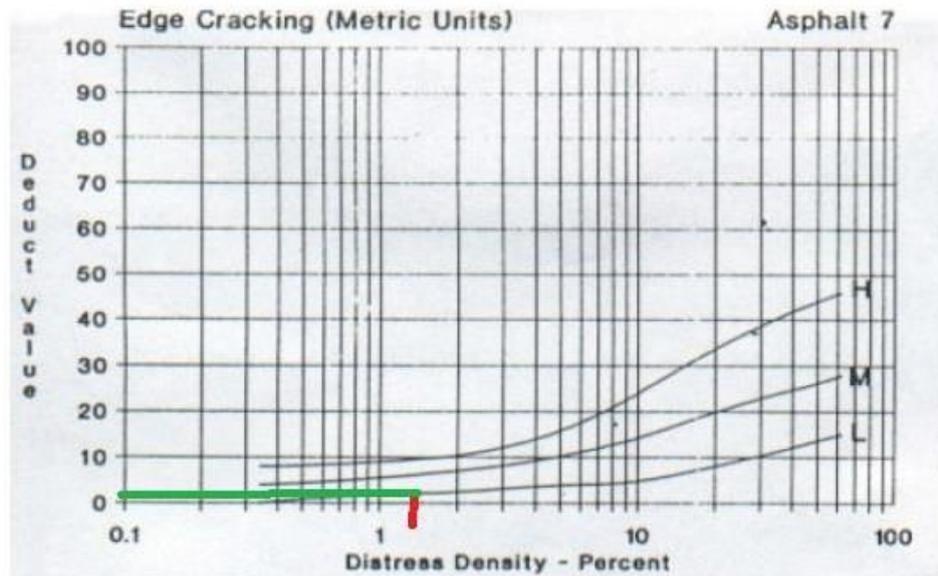


Tabla 24. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 22

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 22			Área: 230.1						
Progresiva Inicial: 03+743.4			Progresiva final: 03+778.8						
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		
Nº	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
Máx. VDC									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									

Fuente: elaboración propia



Msc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 24. no se encontraron fallas en este tramo de la carretera.

Tabla 25. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 23

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESIS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 23		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+778.8		Progresiva final: 03+814.2							
Daños:									
1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Comugacion 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
4	L	2					2	0.8	4
2	L	1.2					1.2	0.5	1
							TOTAL VR		5
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		96
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							EXCELENTE		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 25. Se identificaron 2 fallas con diferentes niveles de severidad: bajas. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **96** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**excelente**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 27. V.D de la Falla Exudación

2. Exudación

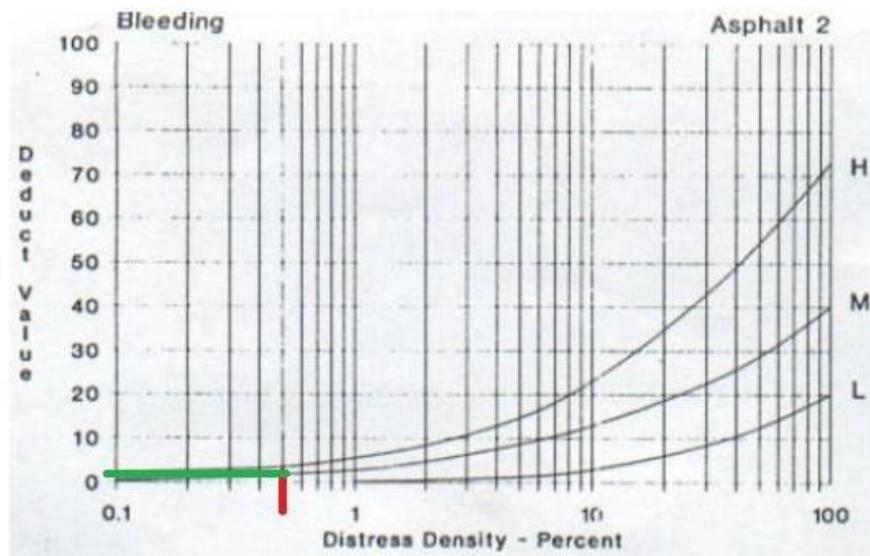


Figura 28. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos

4. Abultamientos y Hundimientos

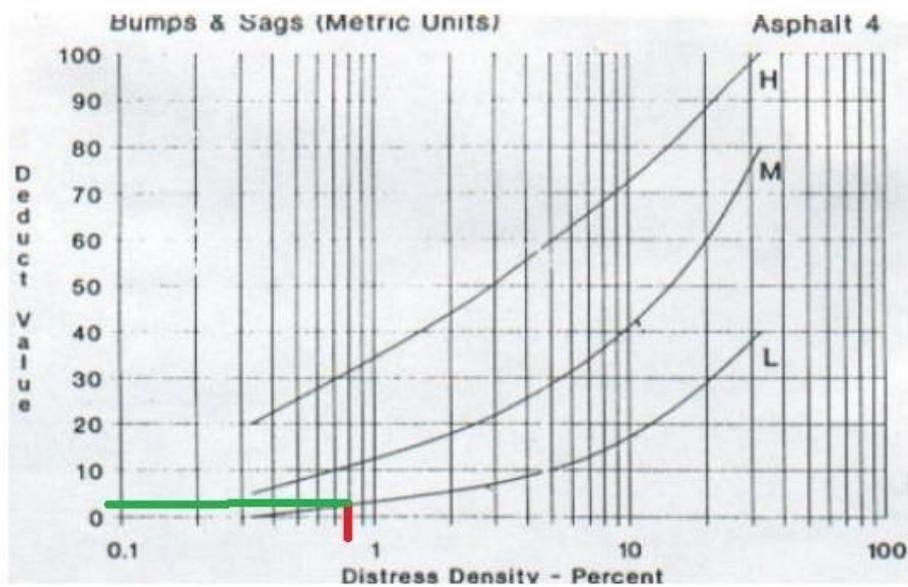


Tabla 26. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 24

TIPO		SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
4		M	1.4					1.4	0.6	9
								TOTAL VR		
								$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$		
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)							TOTAL	q	VDC
								Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								PCI= 100 - Máx VDC		81
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								MUY BUENO		

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESIS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO	
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO Unidad de muestra: 24 Área: 230.1 Progresiva Inicial: 03+814.2 Progresiva final: 03+849.6	ESQUEMA 
Daños: 1. Exudación 11. Parcheo 2. Piel de cocodrilo 12. Pulimento de agregados 3. Agrietamiento en bloque 13. Huecos 4. Abultamiento y hundimiento 14. Cruce de vía férrea 5. Corrugación 15. Ahuellamiento 6. Depresión 16. Desplazamiento 7. Grieta de borde 17. Grieta parabólica 8. Grieta de reflexión de junta 18. Hinchamiento 9. Desnivel carril/berma 19. Desprendimiento de agregados 10. Grietas longitudinales y transversales	

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 26. Se identificaron 1 falla con severidad: medio. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **81** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como **"muy buena"**. En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 29. V.D de la Falla Abultamientos y Hundimientos

4. Abultamientos y Hundimientos

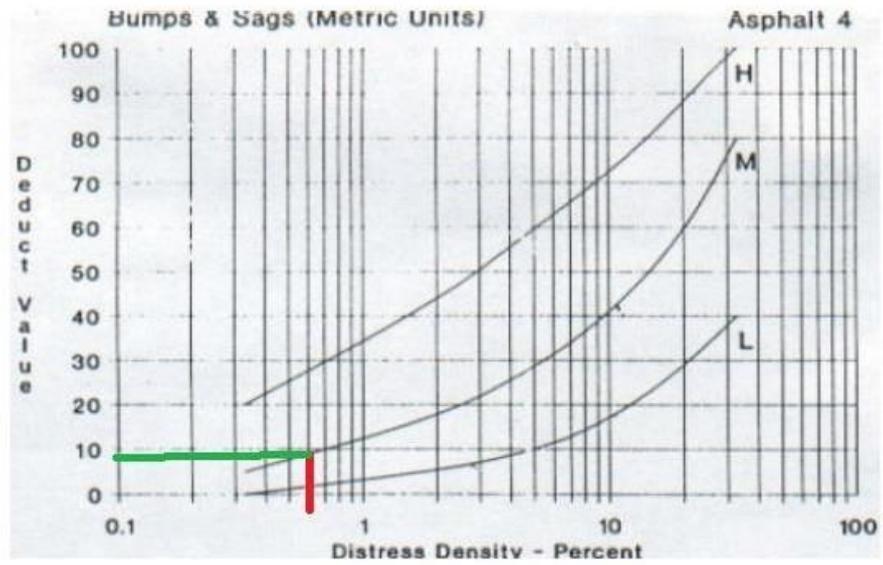
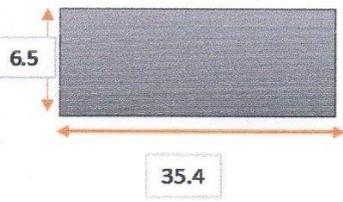


Tabla 27. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 25

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESIS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 25		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+849.6		Progresiva final: 03+885							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugacion 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
3	L	2					2	0.8	3
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
Máx. VDC									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		97
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							EXCELENTE		

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 27. Se identificaron 1 falla con severidad baja. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de **97** y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**excelente**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo.

Figura 30. V.D de la Falla Agrietamiento en Bloque

3. Agrietamiento en Bloque

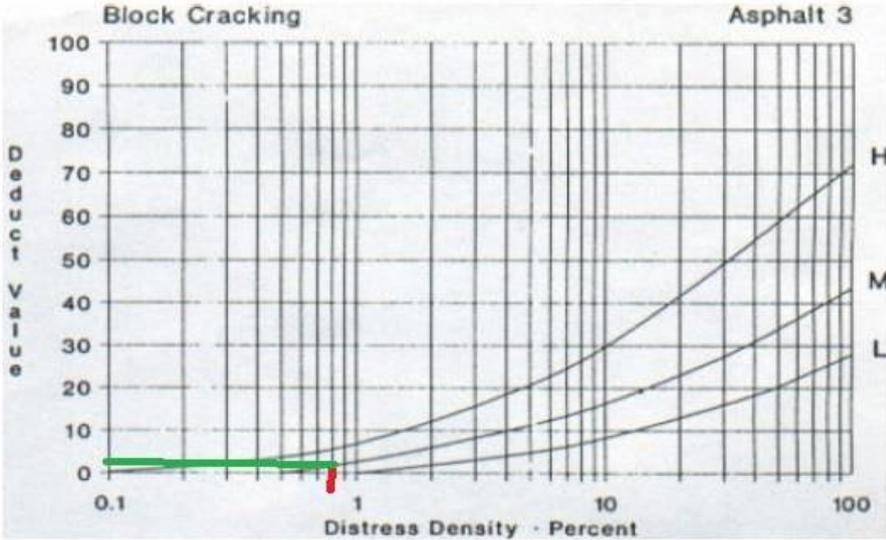


Tabla 28. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 26

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 26 Área: 230.1									
Progresiva Inicial: 03+885 Progresiva final: 03+920.4									
Daños:									
1. Exudación 11. Parcheo 2. Piel de cocodrilo 12. Pulimento de agregados 3. Agrietamiento en bloque 13. Huecos 4. Abultamiento y hundimiento 14. Cruce de vía férrea 5. Corrugación 15. Ahuellamiento 6. Depresión 16. Desplazamiento 7. Grieta de borde 17. Grieta parabólica 8. Grieta de reflexión de junta 18. Hinchamiento 9. Desnivel carril/berma 19. Desprendimiento de agregados 10. Grietas longitudinales y transversales									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
1	L	2.5	1				3.5	0.15	5
13	L	3	2.8				5.8	2.52	34
19	M	4					4	1.7	8
							TOTAL VR		47
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$									
Nº	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
1	34	8	5	2			49	3	31
2	34	8	2				44	2	33
3	34	2					36	1	36
							Máx. VDC		36
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		64
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							BUENO		

Fuente: elaboración propia




Interpretación de la tabla 28. Se identificaron 3 fallas con diferentes niveles de severidad: medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de 64 y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 31. V.D de la Falla Piel de Cocodrilo

1. Piel de Cocodrilo

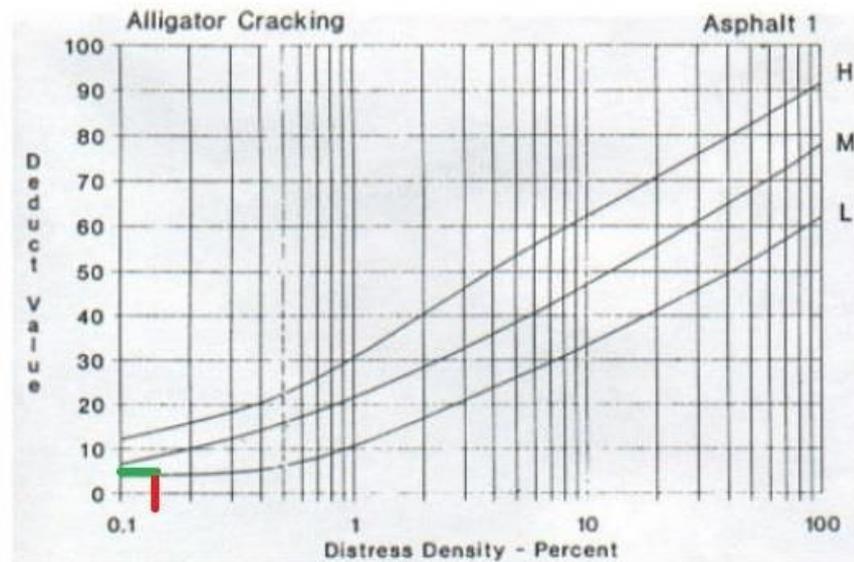


Figura 32. V.D de la Falla Huecos

13. Huecos

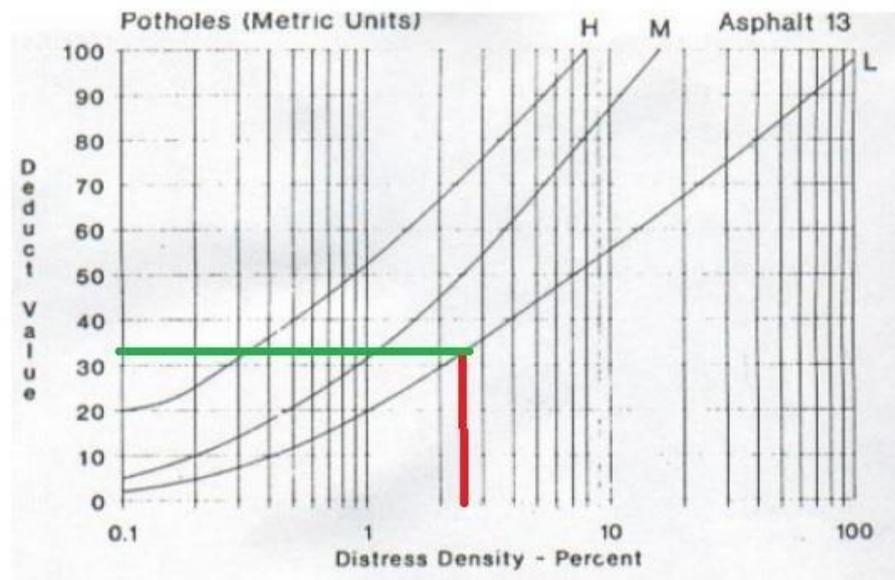


Figura 33. V.D de la Falla Meteorización / Desprendimiento de Agregados

19. Meteorización / Desprendimiento de Agregados

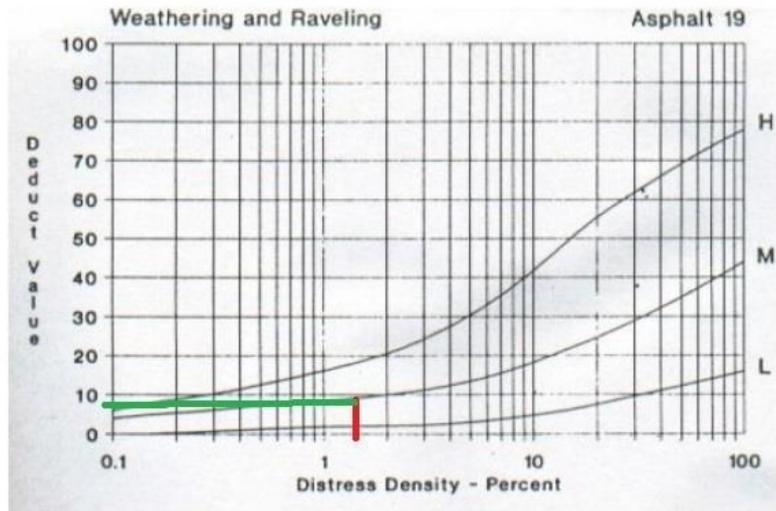
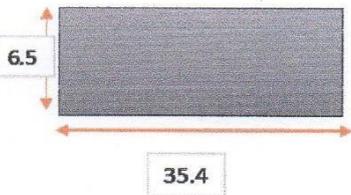


Tabla 29. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 27

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
Unidad de muestra: 27		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+920.4		Progresiva final: 03+955.8							
Daños: 1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
							Máx. VDC		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									

Fuente: elaboración propia



MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 84532
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 29. no se encontraron fallas en este tramo de la carretera.

Tabla 30. Registro de los datos en Campo, Unidad de Muestreo 28

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO												
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO												
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA					
Unidad de muestra: 28		Área: 230.1										
Progresiva Inicial: 03+955.8			Progresiva final: 03+991.2									
Daños:												
1. Exudación 2. Piel de cocodrilo 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales					11. Parcheo 12. Pulimento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabólica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados							
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR			
10	H	3.8					3.8	1.6	9			
13	L	3.8					3.8	1.6	20			
7	M	6					6	2.6	7			
							TOTAL VR		36			
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$												
Nº	VALORES DEDUCIDOS (VD)					TOTAL	q	VDC				
1	20	9	7	2		38	3	23				
2	20	9	2			31	2	23				
3	20	2	2			24	1	24				
							Máx. VDC		24			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		76			
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							MUY BUENO					

Fuente: elaboración propia



 MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Interpretación de la tabla 30. Se identificaron 3 fallas con diferentes niveles de severidad: alto, medio y bajo. Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), revelando que la condición del pavimento es de 76 y que la categorización del pavimento flexible es considerada como "**muy buena**". En función de estos hallazgos, se recomiendan realizar mantenimiento preventivo de manera rutinaria y/o periódica.

Figura 34. V.D de la Falla Grieta de Borde

7. Grieta de Borde

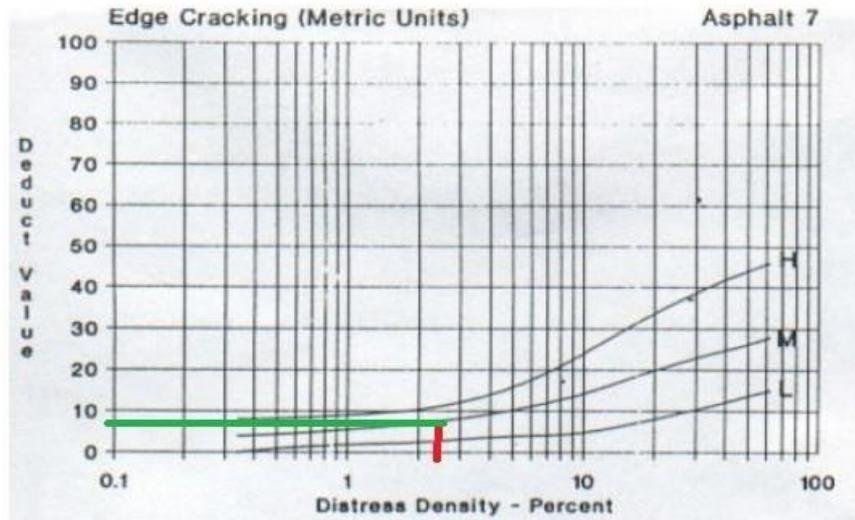


Figura 35. V.D de la Falla Grietas Longitudinales y Transversales

10. Grietas Longitudinales y Transversales

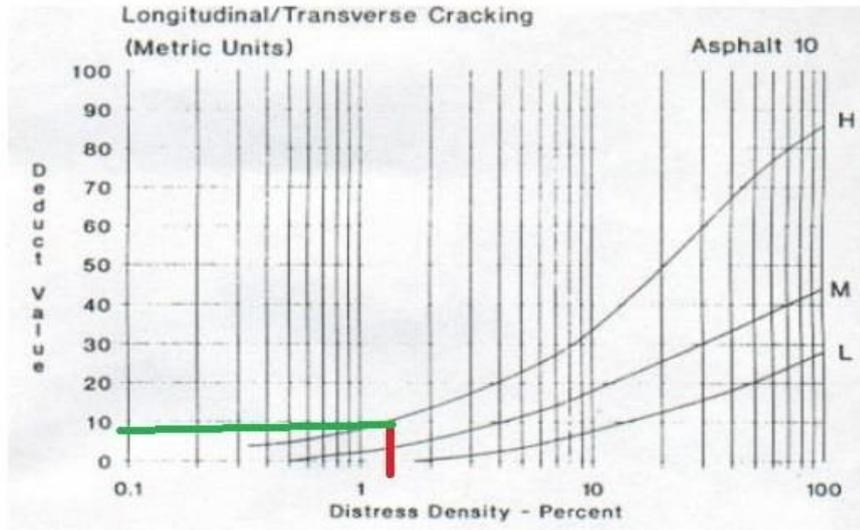


Figura 36. V.D de la Falla Huecos

13.Huecos

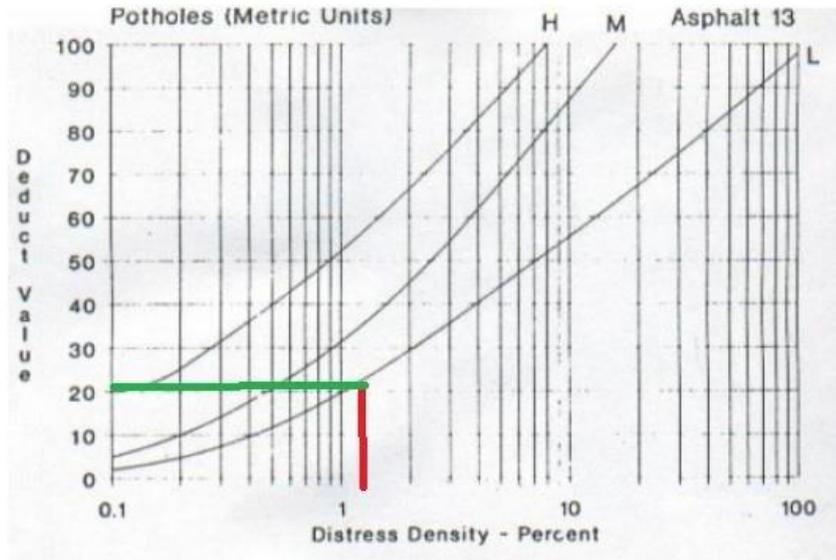
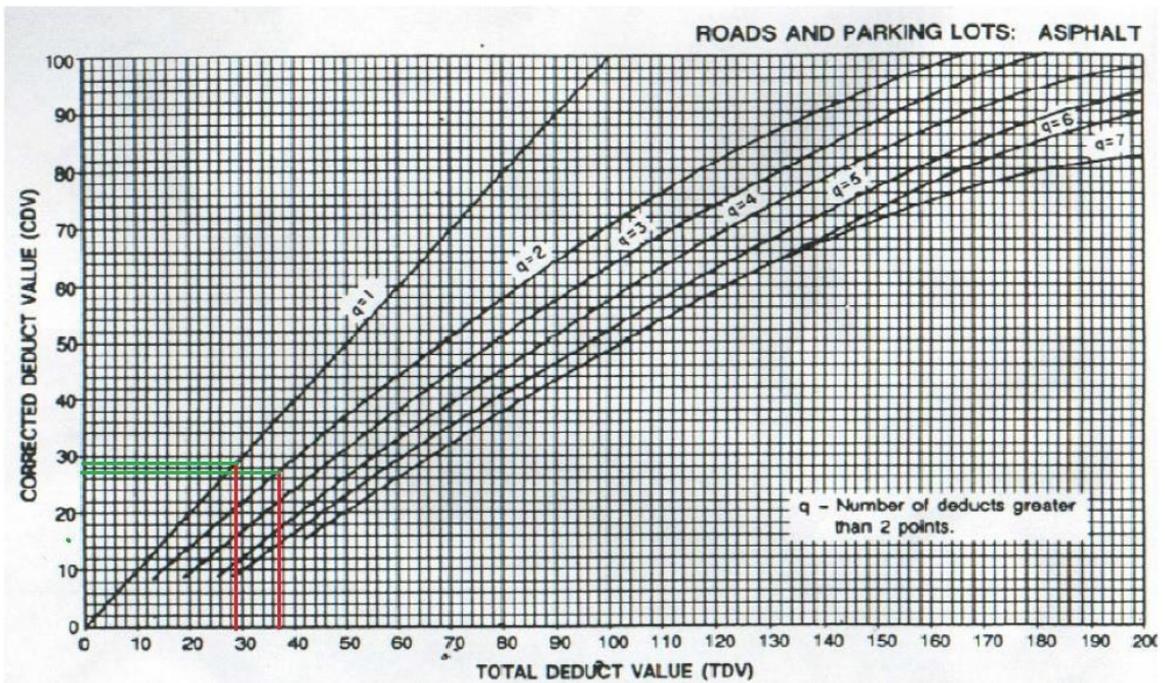
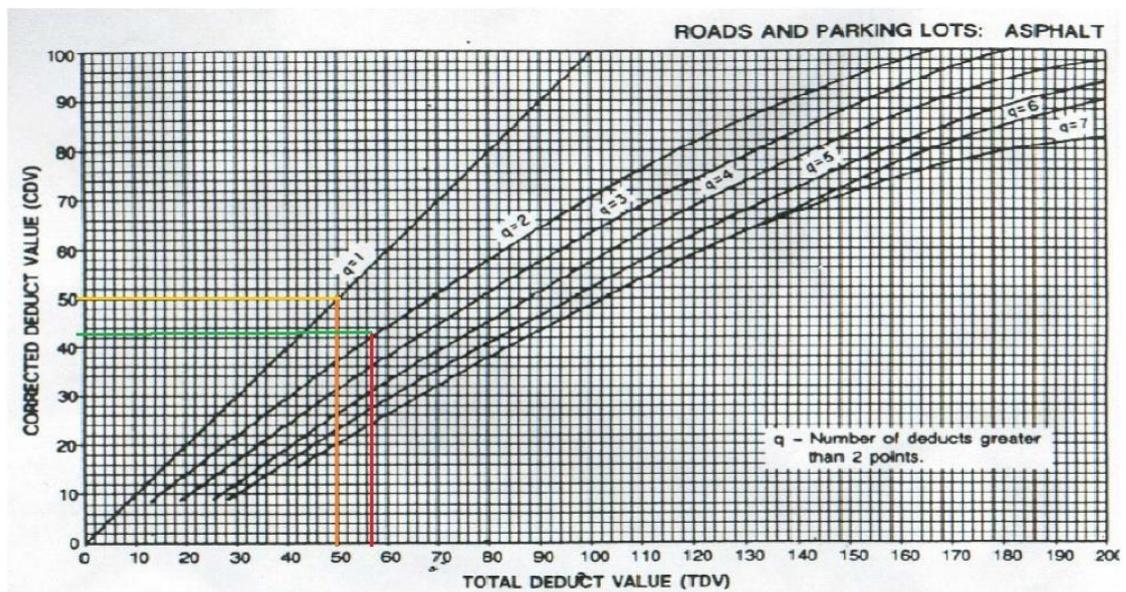
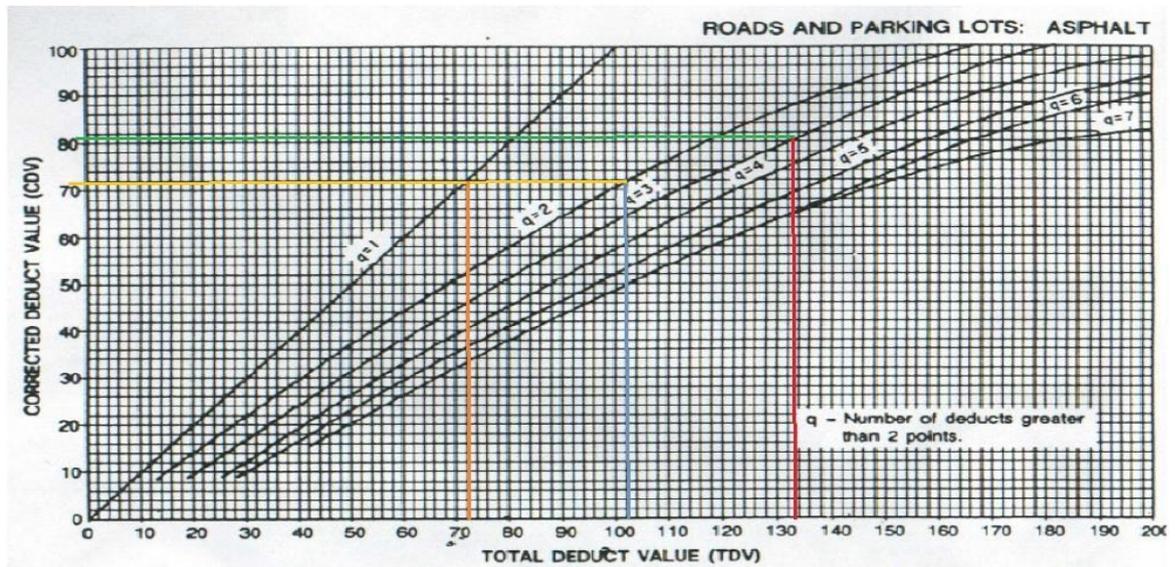
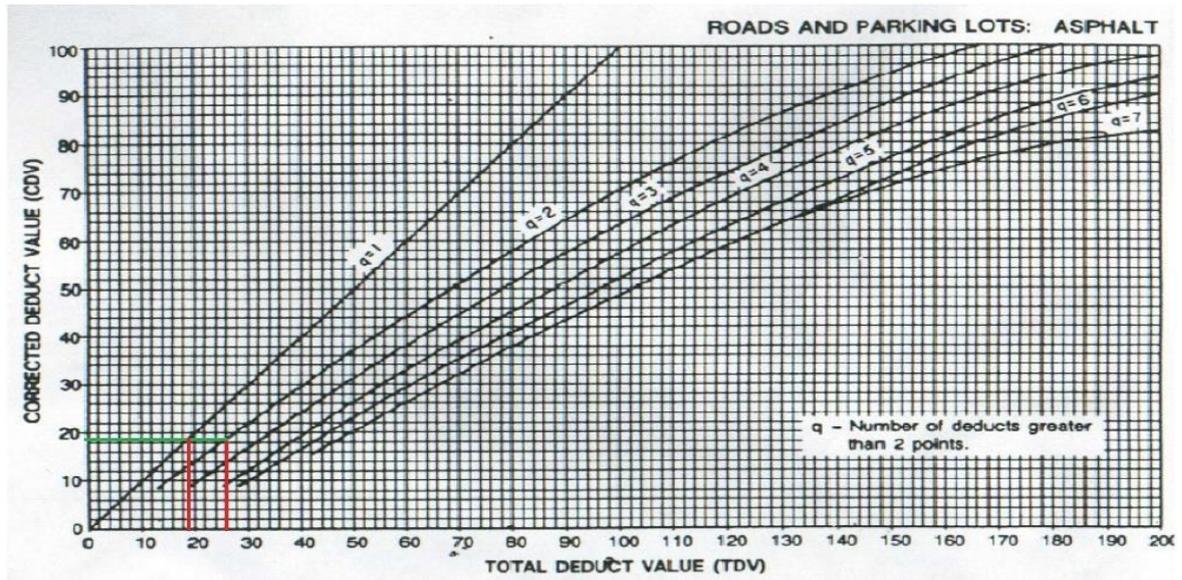


Figura 37. Valores Máximos de Reducción





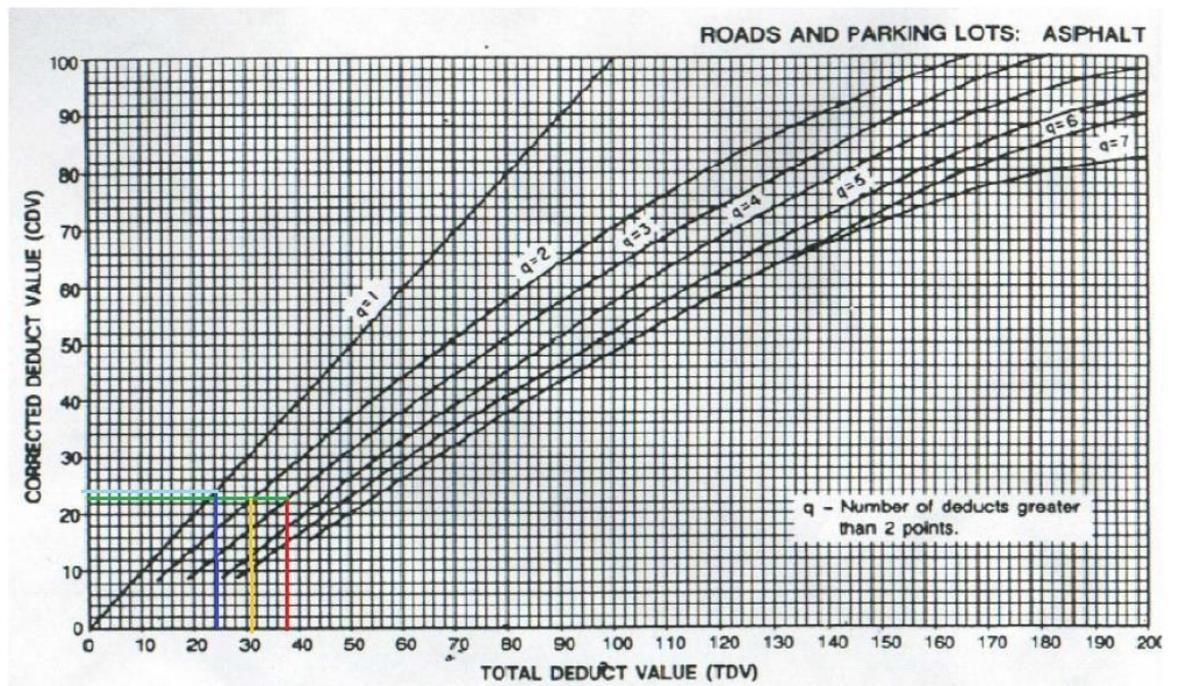
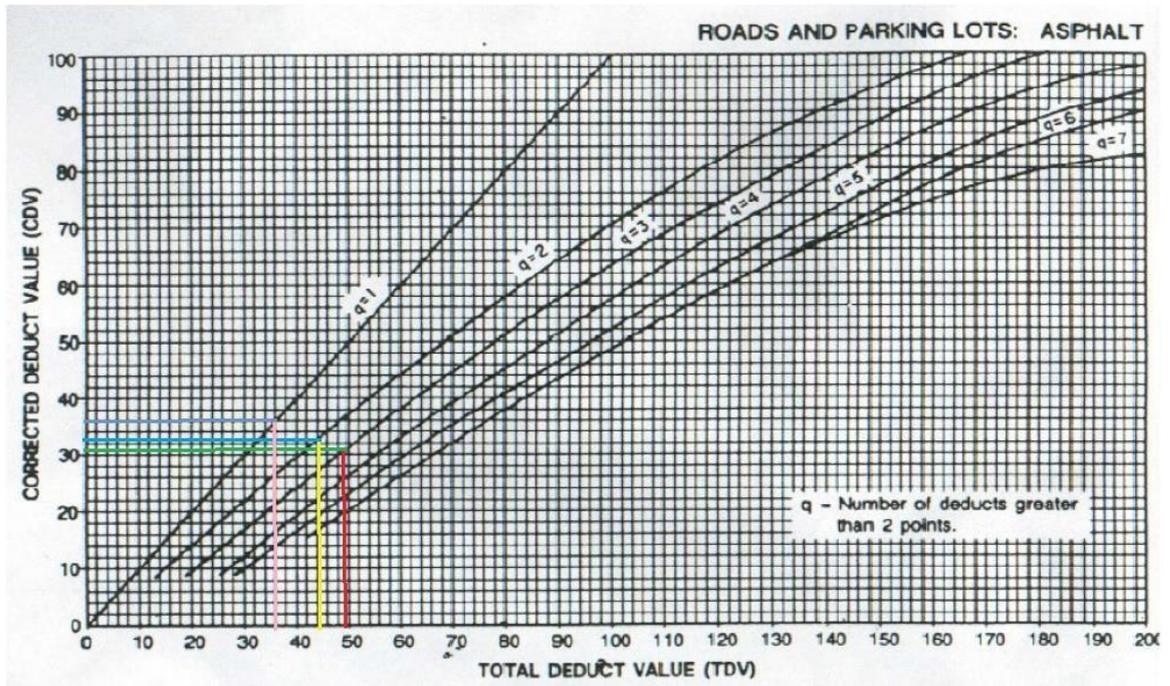
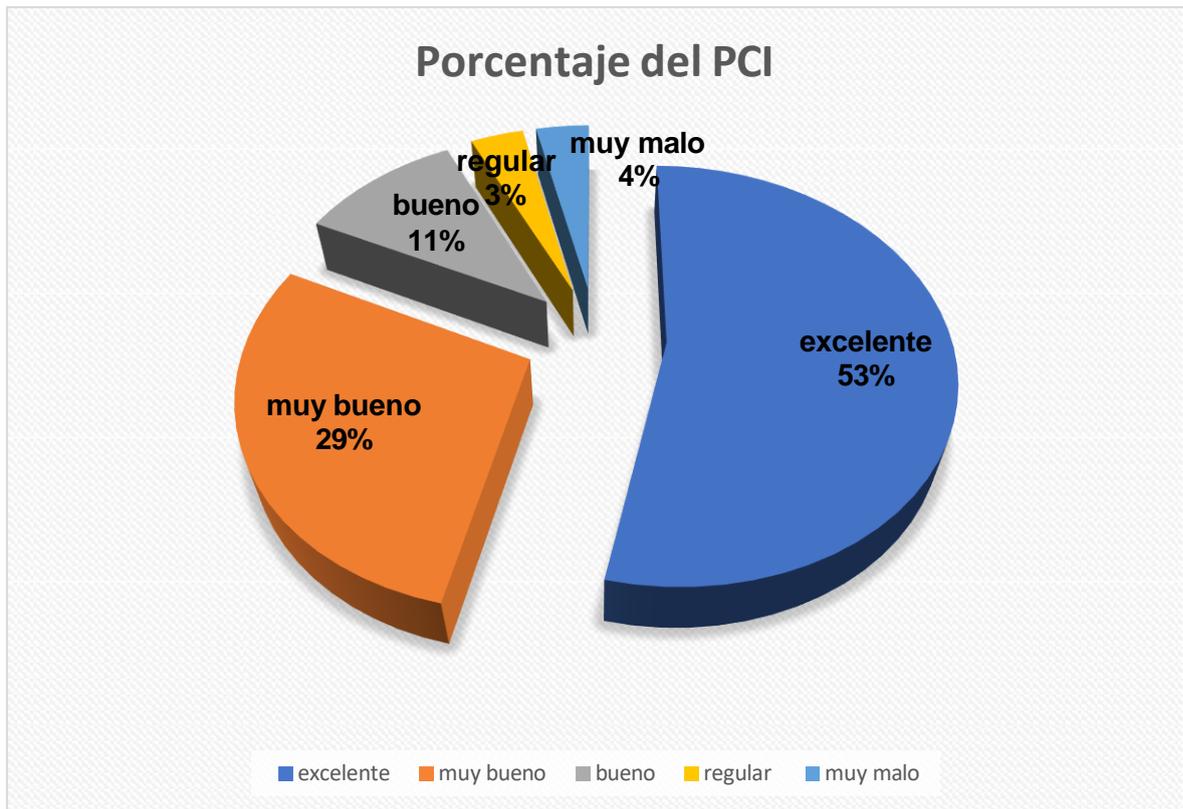


Tabla 31. Resumen de la Condición del Pavimento PCI según la unidad muestral.

MUESTRA	INICIAL	FINAL	PCI	CONDICIÓN
UM-01	km 03 + 00	km 03 + 35.4	71	MUY BUENO
UM-02	km 03 + 35.4	km 03 + 70.8	81	MUY BUENO
UM-03	km 03 + 70.8	km 03 + 106.2	82	MUY BUENO
UM-04	km 03 + 106.2	km 03 + 141.6	85	MUY BUENO
UM-05	km 03 + 141.6	km 03 + 177	68	BUENO
UM-06	km 03 + 177	km 03 + 212.4	92	EXCELENTE
UM-07	km 03 + 212.4	km 03 + 247.8	99	EXCELENTE
UM-08	km 03 + 247.8	Km 03 + 283.2	70	MUY BUENO
UM-09	km03 + 283.2	Km 03 + 318.6	97	EXCELENTE
UM-10	km 03 + 318.6	km 03 + 354	99	EXCELENTE
UM-11	km 03 + 354	Km 03 + 389.4	100	EXCELENTE
UM-12	km 03 + 389.4	km 03 + 424.8	72	MUY BUENO
UM-13	km 03 + 424.8	km 03 + 460.2	99	EXCELENTE
UM-14	km 03 + 460.2	km 03 + 495.6	100	EXCELENTE
UM-15	km 03 + 495.6	km 03 + 531	64	BUENO
UM-16	km 03 + 531	km 03 + 566.4	100	EXCELENTE
UM-17	km 03 + 566.4	km 03 + 601.8	19	MUY MALO
UM-18	km 03 + 601.8	km 03 + 637.2	50	REGULAR
UM-19	km 03 + 637.2	km 03 + 672.6	100	EXCELENTE
UM-20	km 03 + 672.6	km 03 + 708	100	EXCELENTE
UM-21	km 03 + 708	km 03 + 743.4	98	EXCELENTE
UM-22	km 03 + 743.4	km 03 + 778.8	100	EXCELENTE
UM-23	km 03 + 778.8	km 03 + 814.2	96	EXCELENTE
UM-24	km 03 + 814.2	km 03 + 849.6	81	MUY BUENO
UM-25	km 03 + 849.6	km 03 + 885	97	EXCELENTE
UM-26	km 03 + 885	km 03 + 920.4	64	BUENO
UM-27	km 03 + 920.4	km 03 + 955.8	100	EXCELENTE
UM-28	km 03 + 955.8	km 03 + 991.2	76	MUY BUENO

Nota. Elaboración propia.

Figura: 38. Porcentaje del PCI



Fuente: elaboración propia

Interpretación Figura 38. En este gráfico se evidencian diversos porcentajes, siendo que a mayores valores el estado de la unidad de muestreo se considera excelente, mientras que a valores menores se interpreta como una condición muy mala de la unidad de muestreo.

4.4. Objetivo específico 04. **Establecer un plan para mejorar el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla.**

Tabla 32. Alternativas de mejora para el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla

RESULTADO DEL CALCULO DE PCI EN CARRETERA HUARAZ - TOCLLA		
CONDICION DEL PAVIMENTO		CATEGORIA DE ACCION
MUESTRA	CONDICION	
UM-01	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-02	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-03	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-04	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-05	BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-06	EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
UM-07	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-08	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-09	EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
UM-10	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-11	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-12	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-13	EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
UM-14	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-15	BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-16	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-17	MUY MALO	Rehabilitacion - Reconstruccion
UM-18	REGULAR	Mantenimiento Correctivo
UM-19	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-20	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-21	EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
UM-22	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-23	EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
UM-24	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-25	EXCELENTE	Mantenimiento Preventivo
UM-26	BUENO	mantenimiento Preventivo y/o Periodico
UM-27	EXCELENTE	Mantenimiento preventivo
UM-28	MUY BUENO	Mantenimiento Preventivo y/o Periodico

4.5. De acuerdo al objetivo general: Proponer una alternativa de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en carretera Huaraz – Toclla, región Ancash, año 2023.

Para proponer una alternativa correcta de intervención para la mejora de la condición operacional del pavimento flexible se debe de empezar analizando el PCI de toda la sección. Es por ello que se detalla a continuación:

Tabla 33. PCI de la sección analizada.

MUESTRA	AREA	PCI	PCI PROMEDIO	CONDICION
UM-01	230.1	71	84.28	MUY BUENA
UM-02	230.1	81		
UM-03	230.1	82		
UM-04	230.1	85		
UM-05	230.1	68		
UM-06	230.1	92		
UM-07	230.1	99		
UM-08	230.1	70		
UM-09	230.1	97		
UM-10	230.1	99		
UM-11	230.1	100		
UM-12	230.1	72		
UM-13	230.1	99		
UM-14	230.1	100		
UM-15	230.1	64		
UM-16	230.1	100		
UM-17	230.1	19		
UM-18	230.1	50		
UM-19	230.1	100		
UM-20	230.1	100		
UM-21	230.1	98		
UM-22	230.1	100		
UM-23	230.1	96		
UM-24	230.1	81		
UM-25	230.1	97		
UM-26	230.1	64		
UM-27	230.1	100		
UM-28	230.1	76		

Fuente: elaboración propia

Entonces según lo presentado en la tabla 33, nos muestra que todo el tramo analizado presenta un nivel “muy bueno” en cuanto al análisis seccional, es por ello que como alternativa de intervención para este tramo se presentan acciones, ya que se encuentra en un rango definida como la zona óptima para rehabilitar, por la razón que en este punto es donde se inicia un aumento rápido del detrimento del pavimento flexible. Es por ello que, con la aplicación del PCI a todo el tramo de 1000 metros de longitud, en la carretera Huaraz - Toclla, sirvió para obtener los valores cuantitativos para su calificación, es por ello que nos permite saber su condición operacional.

Como acciones a tomar se debe de realizar mantenimientos de menos a más en cuanto a la complejidad del mantenimiento, desde los tramos pequeños a las secciones más largas y extensas.

Es por ello que tomando en consideración todas las fallas identificadas en la vía analizada se debe de empezar dándole más importancia a las fallas que tienen mayor longitud en el tramo con incidencias en cuanto al desplazamiento y ahuellamiento; además se deben de realizar trabajos en las áreas localizadas de menor tramo, realizando mantenimientos como sellados de grietas, sellados de superficie, bacheos superficiales y profundos.

V. DISCUSIÓN

En relación al **objetivo general: Proponer una alternativa de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible, carretera Huaraz - Toclla, Región Ancash, año 2023.** Los resultados que se señala la tabla 33, nos muestra que todo el tramo analizado presenta un nivel “muy bueno” en cuanto al análisis seccional, es por ello que como alternativa de intervención para este tramo se presentan acciones, ya que se encuentra en un rango definido como la zona óptima de rehabilitación, debido a que en este punto es donde se inicia un incremento acelerado del deterioro del pavimento flexible. Es por ello que, con la aplicación del PCI a todo el tramo de 1012 metros de longitud, en la carretera Huaraz - Toclla, sirvió para obtener los valores cuantitativos para su calificación, es por ello que nos permite saber su condición operacional. Como acciones a tomar se debe de realizar mantenimientos de menos a más en cuanto a la complejidad del mantenimiento, desde los tramos pequeños a las secciones más largas y extensas. Es por ello que tomando en consideración todas las fallas identificadas en la vía analizada se debe de empezar dándole más importancia a las fallas que tienen mayor longitud en el tramo con incidencias en cuanto al desplazamiento y ahuellamiento; además se deben de realizar trabajos en las áreas localizadas de menor tramo, realizando mantenimiento como sellado de grietas, sellado de superficie, bacheo profundo y también de bacheo superficial. Estos resultados encuentran coincidencias con la investigación de Baque y Byron (2020) quienes tuvieron el propósito de realizar el diagnóstico de las condiciones del pavimento flexible del tramo II de la vía Puerto-Aeropuerto en Manta, Ecuador. Su enfoque de estudio fue cuantitativo, descriptivo de diseño no experimental. El universo poblacional se ubica en la rotonda del Parque de los Mariscos y la rotonda en el Aeropuerto. La técnica de recolección de datos empleada fue la metodología PCI (Observacional) y como instrumento la ficha de observación. Tuvo como resultado que mediante el método PCI se presentaron grados de incidencia las cuales son: Desprendimientos de Agregado 78.3 %, Piel de Lagarto 4.5 %, Agregado Pulido 4.13%, Grieta en Bloques 4 %, Grietas Longitudinales y Transversales 3.3%, Parches 2.3 %, Grietas de Bordes 1.37 %, elevaciones y Hundimientos 0.85%, Baches 0.67 %, Depresiones 0.50%, Corrugados 0.37 %, Hinchamientos 0.04 %. Concluyeron que a través de aplicar la metodología del PCI se pudo establecer que

el tramo II de la vía Puerto-Aeropuerto, se estableció un PCI de 48 lo cual indica que la mencionada carretera se encuentra en Estado regular; también mediante esta metodología quedo establecida la existencia de 13 tipologías de fallas en las 27 áreas muestrales analizadas. Asimismo, existen coincidencias con el estudio de González y otros (2019) quienes tuvieron como objetivo plantear una sistemática para aplicar la metodología de valoración PCI, para validar el nivel de efectividad en el tramo Seminario Bautista - Loma La Cruz. Investigación de paradigma cuantitativo, descriptiva, sin manipulación intencional de la variable y de diseño transeccional. El universo poblacional se conformó por el mismo tramo señalado. La observación contenida en la metodología PCI fue usada para recopilar los datos y la ficha de observación sirvió de instrumento. Tuvo como resultado: que los daños más representativos son las fisuras, que se presentad de diversas maneras a manera de bloques y de corte longitudinal y transversal. En un enorme porcentaje de fallas, es el resultado de la fatiga de las capas de rodaduras asfálticas, por la reproducción del esfuerzo de tracción por flexiones de estas capas, por el efecto y consecuencia de toda carga repetida de tránsito, unido a los factores climáticos. Concluyeron que se puede calificar solamente de regular en la evaluación técnica del mencionado tramo pavimentado. Los resultados hallados se sustentan en lo que teoriza Montejo (2018) para quién los pavimentos deben ser diseñados para soportar el tráfico actual y considerando que el tránsito se va a incrementar con el pasar de los años en que se encuentre operativo. No obstante, resulta indispensable mencionar las dificultades para realizar el cálculo exacto de la futura carga, por las obvias razones que en el tráfico posterior se debe considerar la intervención de elementos de alta complejidad, considerando las dificultades de pronosticar el cambio en los aspectos económicos a nivel local y departamental, en las poblaciones en toda la vía y la manera intensa de su uso en el periodo diseñado. En el caso de tramo estudiado el tráfico es fluido, ya que es la puerta de entrada a la ciudad de Huaraz, con tráfico intenso en carga pesada y de transporte de pasajeros, a nivel interprovincial, departamental y local, por lo que la mencionada vía debe estar en buen estado, pero no es así, como se ha demostrado en el estudio, el mencionado tramo no se encuentra en buenas condiciones. El mismo Montejo (2018) señala que se tiene que el estado y las fallas en el pavimento informa respecto a sus condiciones y las probables causas de las mismas.

Inventariar las fallas de los pavimentos representan datos fundamentales en los procesos de valoración de las condiciones de los pavimentos. Así los indicadores de esta dimensión definida también por Montejo (2018) que responde a Condiciones de los pavimentos, manifiesta que se puede pronosticar, partiendo de las deflexiones características (D_c), el tiempo que puede pasar primeramente para que se torne indefectible colocar refuerzos en los pavimentos analizados.

En lo que respecta al **objetivo específico primero: Evaluar el pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023**. Los resultados hallados y que se presentan en la tabla 2 y figura 2, podemos determinar que el PCI incluye la clasificación de las fallas según su tipo y el nivel de severidad que se presentan en la carretera seleccionada; entonces vemos que según las fallas existen 3 niveles: baja (L), media (M) y alta (H), variando según el tipo de falla presentada en el campo. Por lo tanto en lo que respecta al exudación se observa el nivel medio con frecuencia 8 y el nivel bajo con una frecuencia de 7; en cuanto al desprendimiento de agregados vemos una frecuencia de 4 en el nivel medio, 2 en el nivel bajo y de 1 en el nivel alto; en cuanto a las grietas longitudinales vemos una frecuencia de 3 en el nivel bajo y 2 en el nivel medio; en cuanto al agrietamiento en bloque una frecuencia de 1 para el nivel medio y bajo; en cuando a los huecos, se observa una frecuencia de 4 en los niveles bajo y medio y una frecuencia de 1 en el nivel alto; en cuanto a la huecos se observa una frecuencia de 7 en el nivel medio; en cuanto a la abultamiento y hundimiento se ve una frecuencia de 1 en el nivel medio y finalmente con relación a la grieta piel de cocodrilo se ve una frecuencia de 14 de nivel bajo y de 2 en el nivel medio; los resultados hallados encuentran similitud con la investigación de Cruz y otros (2018) quienes tuvieron como objetivo conocer el estado de los pavimentos flexibles en el casco urbano del municipio de La Calera. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo, de diseño no experimental de corte transversal. La técnica de recolección de datos fue la observación el PCI y como instrumento fichas de observación. Los resultados mostraron que el 56% restante del área en investigación se distribuyó de la siguiente manera: con un 11.1% en estado fallado, un 16.6% en estado regular, un 11.1% en estado bueno, un 11.1% en estado muy bueno y un 5.6% en estado excelente. Esto indica que el 72.1% del pavimento flexible examinado en el Municipio de La Calera presenta fallos o se encuentra en condiciones muy malas,

malas o regulares. Por otro lado, el 27.8% restante del pavimento se encuentra en un estado bueno, muy bueno o excelente. Llegaron a la conclusión de que el mayor porcentaje de los pavimentos flexibles en la zona urbana del Municipio de La Calera se encuentra en condiciones malas y muy malas, ambos con un porcentaje idéntico del 22.2%. Esto implica que conjuntamente representan el 44.4% del área total analizada. por lo que se debe de realizar un mantenimiento correctivo, del mismo modo se encuentran similitud con la investigación de Tacza y Rodríguez (2018) quienes se plantearon realizar una propuesta de opciones de intervenciones que posibiliten la mejora de las condiciones operacionales del pavimento en el tramo del carril separado de la Javier Prado. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo, sin manipulación intencional de las variables y de diseño transeccional. Para recopilar la data se usó el método observacional del PCI, como instrumento fichas de observación, fotografías y se utilizó un documento para registrar las fallas en la zona estudiada. Tuvo como resultado que a través de aplicar la metodología PCI se logró establecer la existencia de 9 modalidades de fallas en el tramo estudiado, las que son listadas en relación a la gravedad y sus incidencias: Grieta Piel de lagarto (21%), Grieta: Longitudinal/Transversal (17%), Hoyos (18%), Ahuellamientos (15%), Desplazamientos (13%), Desprendimientos de Agregado (10%), Depresiones (6%) y Agrietamientos en Bloques (1%). Concluyendo que a través de aplicar el PCI se logró estado las condiciones actuales del pavimento en el tramo separado de la vía en estudio; partiendo de este informe, es posible presentar opciones pertinentes para intervenir de manera óptima con la finalidad de mejora del estado del tramo especificado. También se hallaron coincidencias con la investigación de Jara (2020) quien tuvo como objetivo establecer las condiciones en que se encuentra el pavimento, mediante la metodología PCI y el uso del Software EvalPav, de las vías vecinales de Santa Rosa mediante el empleo de PCI, Investigación de paradigma cuantitativa, con alcance descriptiva, diseño sin manipulación intencional de las variables no experimental y de diseño transeccional. La población muestral se delimitó por las redes viales vecinales de la localidad mencionada. En la recopilación de la data se usó el método observacional contemplada en la metodología PCI. Luego de evaluar los tramos investigados mediante el método PCI y empleando el software EvalPav para obtener el estado del tramo vial. Concluye que los resultados de la evolución de las

Redes Viales Vecinales de los pavimentos flexibles arrojaron un 42 PCI que indica una condición de solamente regular de acuerdo a la escala de la metodología PCI. Estos resultados hallados se sustentan en lo que señala Vásquez (2019) es el PCI, se considera uno de los métodos más completos para la valoración y evaluación imparcial de un pavimento, flexible y rígido, en modelos de Gestión Vial que se dispone actualmente. Se presenta todas las fallas incluidas en la enunciación original de PCI, pero fortuitamente se hará la observación pertinente respecto a cada patología que no debe ser considerada por su origen o esencia ajena a la condición local.

Respecto al **segundo objetivo específico: Identificar y cuantificar fallas en el pavimento en carretera Huaraz- Toclla**. Los resultados hallados según los gráficos presentados se evidencian en que tramos de las unidades muestrales se presentan las patologías estudiadas, es así que se presenta la existencia o ausencia por cada tipo de falla para cada unidad de muestra que comprende todo el tramo estudiado. Se han encontrado grietas tipo piel de cocodrilo en pocos sectores, abultamientos y hundimientos casi no existen, agrietamiento en bloque en varios tramos del pavimento; desprendimiento de agregados en mayor cantidad, y unas varias grietas longitudinales y transversales; lo que es más frecuente son los huecos. Los resultados hallados tienen coincidencias con la investigación de González y otros (2019) quienes tuvieron como objetivo plantear una sistemática para aplicar la metodología de valoración PCI, para validar el nivel de efectividad en el tramo Seminario Bautista - Loma La Cruz. Investigación de paradigma cuantitativo, descriptiva, sin manipulación intencional de la variable y de diseño transeccional. El universo poblacional se conformó por el mismo tramo señalado. La observación contenida en la metodología PCI fue usada para recopilar los datos y la ficha de observación sirvió de instrumento. Tuvo como resultado: que los daños más representativos son las fisuras, que se presentad de diversas maneras a manera de bloques y de corte longitudinal y transversal. En un enorme porcentaje de fallas, es el resultado de la fatiga de las capas de rodaduras asfálticas, por la reproducción del esfuerzo de tracción por flexiones de estas capas, por el efecto y consecuencia de toda carga repetida de tránsito, unido a los factores climáticos. Concluyeron que se recomienda usar el método de valoración del Índice de Condición del Pavimento (PCI), aplicado a los tramos objetos de investigación, que

se puede calificar solamente de regular en la evaluación técnica del mencionado tramo pavimentado. Asimismo, se hallaron coincidencias con el estudio de Cruz y otros (2018) quienes tuvieron como objetivo establecer la condición del pavimento flexible en la zona urbana de la municipalidad La Calera. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo, sin manipulación intencional de las variables y de diseño transeccional. Para recopilar la data se empleó la observación el PCI y como instrumento fichas de observación. Tuvo como resultados que el 57% de las áreas estudiadas se dividieron como se detalla a continuación: con fallas 11 %, regulares 17 %, buena 11%, muy buena 11 % y en excelente estado 6%. Lo cual se evidencia que más del 72% de los pavimentos flexibles analizados de la municipalidad indicada se encuentran fallados, en condiciones malas, muy malas condiciones y regulares; el 28% de los pavimentos restantes se califica en buenas condiciones, muy buenas condiciones y excelentes condiciones. Concluyeron que los mayores porcentajes del pavimento flexible de la localidad en estudio en el área urbana lo cual representa el 44 % de la zona en estudio, por lo que se debe de realizar un mantenimiento correctivo. Finalmente, también se encontraron coincidencias con el estudio de Lozano (2019) quien tuvo como se planteó la evaluación del pavimento flexible de la vía terrestre PE-13 km 0+000 al km 4+000, Casma, Ancash. Investigación de paradigma cuantitativa, alcance investigativo: descriptiva, sin manipulación intencional de variables y de diseño transeccional. La muestra fue el mismo tramo vial de la mencionada carretera. La data fue recopilada mediante el instrumento observacional de la metodología PCI. La población de estudio estuvo determina por la carretera PE-14. Tuvo como resultados que, en la superficie, predominaros las tipologías de fallas en el pavimento las siguientes: desprendimiento de agregado, los ahuellamientos y la extravasación con tasas del 26 %,17% y 17% en lo que respecta a cada falla. Concluye que en lo que respecta a las estructuras no se ha cumplido con lo que establece el $CBR \geq 82\%$ norma emitida por el MTYC, por lo que ha planteado entregar una propuesta para mejorar el pavimento en el tramo vial mencionado de la carretera a Casma. Lo mencionado encuentra respaldo teórico en lo que señala Vásquez (2019), el Índice de Condición del Pavimento (PCI) se destaca como una de las metodologías más exhaustivas para evaluar de manera objetiva tanto pavimentos flexibles como rígidos. Este método se integra en los modelos de Gestión Vial actuales y se caracteriza por

prescindir de la necesidad de instrumentos especializados. El PCI se presenta como un indicador numérico que oscila desde cero, indicando pavimentos en mal estado, hasta cien, denotando pavimentos en perfecta conservación. Así mismo, Montejo (2018) menciona que se considera la condición de los pavimentos flexibles en el que el estado y las fallas en el pavimento informa respecto a sus condiciones y las probables causas de las mismas. Inventariar las fallas de los pavimentos representan datos fundamentales en los procesos de valoración de las condiciones de los pavimentos. Al determinar las tipologías de fallas es posible establecer las probables causas y establecer, asimismo, las alternativas de solución para mejorar las condiciones de deterioros. Considerando la condición funcional de la carretera como referencia, cuando surgen complicaciones en las vías, es fundamental emplear las herramientas adecuadas que posibiliten evaluar el estado del pavimento a través de técnicas de auscultación superficial o visual. Esta metodología, de aplicación sencilla, lleva a cabo un análisis de los daños con el propósito de nivelar la superficie o la capa de desgaste, y determina los requisitos necesarios para restablecer las condiciones originales de servicio. (Coy, 2018).

Respecto al **tercer objetivo específico: determinar la condición del pavimento flexible utilizando la metodología PCI**. De lo observado en la tabla 31, podemos determinar interpretar que en el total de tramos se identificaron diversas fallas y que después de realizar el análisis del PCI se obtuvo un porcentaje de 53% en el nivel excelente, 29% muy bueno, un 11% en el nivel bueno; un 3% en el nivel regular y muy malo; y finalmente un 4% en el nivel malo. Estos resultados son coincidentes con la investigación de Cruz y otros (2018) quienes tuvieron como objetivo establecer la condición del pavimento flexible en la zona urbana de la municipalidad La Calera. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo, sin manipulación intencional de las variables y de diseño transeccional. Para recopilar la data se empleó la observación el PCI y como instrumento fichas de observación. Tuvo como resultados que el 57% de las áreas estudiadas se dividieron como se detalla a continuación: con fallas 11 %, regulares 17 %, buena 11%, muy buena 11 % y en excelente estado 6%. Lo cual se evidencia que más del 72% de los pavimentos flexibles analizados de la municipalidad indicada se encuentran fallados, en condiciones malas, muy malas condiciones y regulares; el 28% de los pavimentos restantes se califica en buenas condiciones, muy buenas condiciones y excelentes

condiciones. Concluyeron que los mayores porcentajes del pavimento flexible de la localidad en estudio en el área urbana lo cual representa el 44 % de la zona en estudio, por lo que se debe de realizar un mantenimiento correctivo. Del mismo modo se encuentran coincidencias con la investigación de Lozano (2019) quien tuvo como se planteó la evaluación del pavimento flexible de la vía terrestre PE-13 km 0+000 al km 4+000, Casma, Ancash. Investigación de paradigma cuantitativa, alcance investigativo: descriptiva, sin manipulación intencional de variables y de diseño transeccional. La muestra fue el mismo tramo vial de la mencionada carretera. La data fue recopilada mediante el instrumento observacional de la metodología PCI. La población de estudio estuvo determina por la carretera PE-14. Tuvo como resultados que, en la superficie, predominaros las tipologías de fallas en el pavimento las siguientes: desprendimiento de agregado, los ahuellamientos y la extravasación con tasas del 26 %,17% y 17% en lo que respecta a cada falla. Concluye que en lo que respecta a las estructuras no se ha cumplido con lo que establece el $CBR \geq 82\%$ norma emitida por el MTYC, por lo que ha planteado entregar una propuesta para mejorar el pavimento en el tramo vial mencionado de la carretera a Casma: y también se encontraron coincidencias con el estudio de Príncipe y Silva (2019) quienes tuvieron el propósito de valorar el pavimento del tramo de la carretera PE-12, comprendido entre el km. 0+000 hasta el km. 4 + 500, Santa en Ancash. Su estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptiva, explicativa, sin la manipulación intencional de variables y de diseño transeccional. El universo muestral fue considerado por el tramo mencionado de la referida carretera. La data fue recopilada mediante la técnica observacional de la metodología PCI, el análisis documental, y se usaron fichas de registro. Tuvo como resultado que el pavimento evaluado está en condiciones de regular, conjuntamente las señales horizontales y verticales se hallan en condiciones de regular, concluyó que el pavimento flexible de la carretera PE-12 está en condiciones regulares obteniendo una calificación de 58, conjuntamente las fallas detectadas en la mencionada carretera son: el 0.10 % de fisura transversal, el 0.26% de peladura y desprendimiento, el 0.66% de fallas por deficiencias estructurales, el 0.87% de fisura longitudinal, el 2 % de parches, el 4.1% de huecos, el 6.7% de ahuellamiento y el 86% de piel de lagarto, asimismo no cuenta con el espesor requerido para alto tráfico vehicular en el tramo estudiado, se propone alternativas para mejorar el tramo . Lo mencionado se respalda en lo

que sostiene Vásquez (2019) quien menciona que el Índice de Condición del Pavimento (PCI) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos. En la formulación original del PCI, se exponen todos los daños, pero se realizarán observaciones pertinentes acerca de las patologías que no deben ser tomadas en cuenta debido a su origen o esencia ajena a las condiciones locales; sin embargo, hay que considerar las particularidades, Por ejemplo, el proceso de cálculo se ve notablemente influido por la repetición de las cargas generadas por el tránsito y la subsiguiente acumulación de deformaciones en el pavimento, conocida como fatiga. (Montejo, 2018).

Respecto al cuarto objetivo. Establecer un plan para mejorar el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla. En su investigación, Karim Fareed, Haleem Khaled y Abdo Ali llegaron a la conclusión de que realizar mantenimientos y rehabilitaciones de manera oportuna es esencial para prolongar la vida útil del pavimento. Su estudio, que arrojó un PCI del 79%, calificado como muy bueno, indicó que el pavimento pudo resistir el tráfico de vehículos pesados de manera efectiva durante 8 años desde su inauguración. En nuestro proyecto de investigación, al evaluar la condición del pavimento flexible en la carretera Huaraz – Toclla con un PCI promedio de 84.24%, clasificado como muy bueno, estamos tomando medidas de mantenimiento preventivo y/o periódico.

VI. CONCLUSIONES

- **En relación al objetivo general:** Proponer una alternativa de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023. Los resultados encontrados indican que mediante la aplicación del método PCI a todo el tramo de 1012 metros de longitud, en la carretera Huaraz - Toclla, sirvió para obtener los valores cuantitativos para su calificación, es por ello que nos permite saber su condición operacional. Como acciones a tomar se debe de realizar mantenimientos de menos a más en cuanto a la complejidad del mantenimiento, desde los tramos pequeños a las secciones más largas y extensas. Es por ello que tomando en consideración todas las fallas identificadas en la vía analizada se debe de empezar dándole más importancia a las fallas que tienen mayor longitud en el tramo con incidencias en cuanto al desplazamiento y ahuellamiento; además se deben de realizar trabajos en las áreas localizadas de menor tramo, realizando mantenimiento como sellado de grietas, sellado de superficie, bacheo profundo y también de bacheo superficial.
- **Respecto al primer objetivo específico:** Evaluar el pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023. tipo y el nivel de severidad que se presentan en la carretera seleccionada; vemos que según las fallas existen 3 niveles: baja (L), media (M) y alta (H), variando según el tipo de falla presentada en el campo. Por lo tanto en lo que respecta al desplazamiento se observa el nivel medio con frecuencia 8 y el nivel bajo con una frecuencia de 7; en cuanto al ahuellamiento se observa una frecuencia de 1 en el nivel alto, de 5 en el nivel medio y de 8 en el nivel bajo; en cuanto al desprendimiento de agregados vemos una frecuencia de 4 en el nivel medio, 2 en el nivel bajo y de 1 en el nivel alto; en cuanto a las grietas longitudinales vemos una frecuencia de 3 en el nivel bajo y 2 en el nivel medio; en cuanto al agrietamiento en bloque una frecuencia de 1 para el nivel medio y bajo; en cuando a los huecos, se observa una frecuencia de 4 en los niveles bajo y medio y una frecuencia de 1 en el nivel alto; en cuanto a la depresión se observa una frecuencia de 7 en el nivel medio; en cuanto a la corrugación se ve una frecuencia de 1 en el nivel medio y finalmente con

relación a la grieta piel de cocodrilo se ve una frecuencia de 14 de nivel bajo y de 2 en el nivel medio.

- **Respecto al segundo objetivo específico:** Se ha establecido que según los gráficos presentados se evidencia en que tramos de las unidades muestrales se presentan las patologías estudiadas, es así que se presenta la existencia o ausencia por cada tipo de falla para cada unidad de muestra que comprende todo el tramo estudiado, en lo que prevalece huecos, grietas longitudinales t transversales, desprendimiento de agregados.
- **Respecto al tercer objetivo específico:** Determinar el índice de condición de pavimento rígido (PCI) se concluye que en el total de tramos se identificaron diversas fallas y que después de realizar el análisis del PCI se obtuvo un porcentaje de 53% en el nivel excelente, un 29% en el nivel muy bueno, un 11% en el nivel bueno; un 3% en el nivel regular; y finalmente un 4% en el nivel malo.
- **Respecto al cuarto objetivo específico:** Establecer un plan para mejorar el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla. se concluye que, según las severidades identificadas en las fallas, ya sea baja, media o alta, podremos determinar las acciones necesarias para abordar específicamente cada tipo de falla, tomando en cuenta su nivel de severidad. En el caso de la falla conocida como "Piel de Cocodrilo" con una gravedad baja, se implementará o mejorará mediante un sellado superficial. De manera similar, si la severidad es media, se realizará un parcheo parcial. Este enfoque se repetirá para cada tipo de falla, adaptando las acciones de mejora según su nivel de severidad correspondiente.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar el mantenimiento periódico y rutinario de la vía, tramo km 03-04 a fin de mantener operativa la vía, construir cunetas laterales a la vía para evacuar aguas provenientes de las precipitaciones pluviales que no afecten a la vía.
- ✓ Para obtener resultados más precisos, se recomienda evaluar cada una de las muestras del PCI.
- ✓ Se recomienda llevar a cabo un monitoreo constante del PCI, ya que este puede ser útil para evaluar la velocidad de deterioro del pavimento. Esto permite identificar con antelación la necesidad de realizar reparaciones y mantenimiento en la carretera.
- ✓ Se recomienda utilizar un sistema de información geográfica (SIG) para registrar y analizar datos.
- ✓ Un buen trabajo de construcción en la reparación de carreteras también requiere el uso de equipos de seguridad como chalecos reflectantes, cascos, máscaras, cintas de seguridad, etc. para evitar daños longitudinales y transversales.

REFERENCIAS

ADLY, Emil. Rehabilitation Planning for Flexible Pavement using Rebound Deflection Method and PCI Method on Triwidadi Road of Yogyakarta. *International Journal of Integrated Engineering*, 2019, n.o 9. [En línea]. ISSN: 2229-838X. Disponible en: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie/article/view/5451> [Fecha de consulta: 05 junio de 2022].

AGUERRE, Juan Agustín. Infraestructura: puente y vía para desarrollo. *El País*, 22 de mayo de 2018. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2018/05/18/planeta_futuro/1526649693_551565.html

ANDRADE, D.; HERNÁNDEZ, K. D.; SALOMÓN, M. L. Revisión de las metodologías de evaluación y tipos de rehabilitación de las patologías presentes en pavimentos flexibles. Universidad Cooperativa de Colombia, 2020. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28526/2/2020_revison_metodologia_s_evaluacion.pdf?fbclid=IwAR32Mg_1FCrmWOp-iEp-Cc5_X7sawD9mfYSHX-NFYRusZm9JZ8X91Q_Owx4

ARIAS, G. (2016). *El proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas: Episteme. Disponible en: <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACIÓN-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

BAQUE SOLIS, B. S. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 6(2), 203-228. doi:10.23857/dc.v6i2.1163

CARRASCO, S. (2009). *Metodología de la investigación científica*. Lima.

COMEXPERÚ. (2020, febrero 28). Infraestructura vial: gobiernos subnacionales estancados. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>

COY PINEDA, O. M. (2017). Evaluación Superficial de un Pavimento Flexible de la calle 134 entre carreras 52 A 53 53 c comparando los métodos VIZIR y PCI. Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16508/CoyPinedaOscarMauricio2017.pdf.pdf?sequence=1>

CRUZ DUARTE, J. P., & RESTREPO GARCIA, G. L. (2017). Evaluación del estado de pavimentos flexibles en la zona urbana de. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6988/RestrepoGarc%C3%ADaGiovanny2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ekos. (2019, 13 de agosto). Países con mejores vías de la región. Recuperado de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/paises-con-mejores-vias-de-la-region>

GONZALES FERNANDEZ, H., RUIZ CABALLERO, P., & GUERRERO, V. D. (2019). Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, 1(4), 58-71. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358738015/html/>

HERNANDEZ SAMPIERI, R., BAPTISTA LUCIO, P., & FERNANDEZ COLLADO, C. (2014). Metodología de la Investigación. México.

HIGUERA SANDOVAL, C. H., & PACHECO MECHÁN, O. F. (2010). Patología de Pavimentos Articulados. Revista Ingenierías, Universidad de Medellín, 9(17), 75-94. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v9n17/v9n17a07.pdf>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., & MENDOZA TORRES, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

JARA BERAUN, A. L. (2020). Evaluación del pavimento flexible de la red vial vecinal del distrito de Santa Rosa utilizando el método de índice de condición de pavimentos (PCI) con el software Evalpav, en la ciudad de Lima - 2020. Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26439/Jara%20Beraun%2c%20Arnaldo%20Lenin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LOGÍSTICA. (2018, 03 de octubre). Ranking de calidad de vías terrestres en América Latina. Recuperado de Logistica360.pe: <https://www.logistica360.pe/ranking-de-calidad-de-vias-terrestres-en-america-latina/>

LOZANO CABRERA, R. A. (2019). Evaluación del pavimento flexible de la carretera PE-14 km 0+000 al km 3+000, Casma, Ancash - 2019, propuesta de mejora. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37397/Lozano_CRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MASSELLI, G. S., & DE PAIVA, C. E. (2019). Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27(4), 613-624. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v27n4/0718-3305-ingeniare-27-04-613.pdf>

MENÉNDEZ ACURIO, J. R. (2009). Ingeniería de Pavimentos. Instituto de la Construcción y Gerencia. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/378106092/4-Ingenieria-de-Pavimentos-Materiales-Diseno-Y-Conservacion-Jose-Rafael-Menendez-Acurio-1ra-Edicion>

MIRANDA, R. (2019). Deterioros en pavimento flexibles y rígidos. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcm672d/doc/bmfcm672d.pdf>

MONTEJO, A. (2018). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá: Angora Editores. Recuperado de

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Ingenieria de pavimentos Alfonso Montejo.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Ingenieria%20de%20pavimentos%20Alfonso%20Montejo.pdf)

MUÑOZ SALAZAR, L. A. (2018). Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera interoceánica norte Perú – Brasil aplicando el método PCI. Universidad Privada del Norte. Recuperado de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14407/MU%c3%91OZ%20SALAZAR%20LUIS%20ANGEL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J., & ROMERO, J. (2019). Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá.

OSORIO, Alelí. Calibration and validation of condition indicator for managing urban pavement networks. Transportation Research Record, 2018, vol. 2455, no 1, p. 28-36.

PANDURO, Cristhian. Evaluación superficial del pavimento en la Av. Sebastián Lorente, Cercado de Lima, Lima, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI). Tesis (Titulación en ingeniería). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2020.

PAUCAR, Elvis. Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno. Tesis (Titulación). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019.

PRINCIPE ZEGARRA, G. A., & SILVA CRUZ, C. G. (2019). Evaluación del pavimento flexible de la carretera PE-12, tramo comprendido entre km. 0+000 hasta el km. 4+500, Santa-Ancash - 2019. Propuesta de mejora. Universidad César Vallejo. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38004/Principe_ZGA-Silva_CCG.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RÍOS COTAZO, N. X., BACCA CORTÉS, B., CAICEDO BRAVO, E., & OROBIO QUIÑONEZ, A. (2020). Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 30(2), 109-127. doi: <https://doi.org/10.18359/rcin.4385>

SALTOS, Richard. (2021). Estudio a nivel de prefactibilidad, exploratoria y diagnóstica para la rehabilitación y mantenimiento de pavimentos flexibles, analizando el deterioro debido a los impactos ambientales colocando Slurry. Guayaquil: ULVR, 2021.

TACZA HERRERA, E. B., & RODRIGUEZ PAEZ, 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. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624556/Rodriguez%20PB%20%26%20Tacza_%20HE.pdf?sequence=4&isAllowed=y

TOIRAC, J. (2004). Patología de la Construcción. Grietas y Fisuras en Obras de Hormigón. Origen y Prevención. Ciencia y Sociedad, 29(1), 2-44. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>

VALERO, Yony. (2018). Aplicación del Sistema de Gestión de Pavimentos. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018.

VÁSQUEZ VARELA, L. R. (2002). Manual Pavimento Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. INGEPAV - Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

VIDAURRE, Brenda. (2018). Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de Los Olivos - Lima 2018. Lima: s.n., 2018.

WANG, Hao, et al. (2020). Multi-wheel gear loading effect on load-induced failure potential of airfield flexible pavement. International Journal of Pavement Engineering [En línea]. s.l.: 2020, n.o 6 [Fecha de consulta: 5 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/10298436.2018.1511783?scroll=top&needAccess=true>. ISSN: 1029-8436.

ZAMARRIPA MEDINA, M. (2010). Apuntes Topografía. Facultad de Estudios Superiores Acatlán. Recuperado de <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHa003.dir/doc.pdf>

ZEVALLOS, Rafael. (2018). Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017. Tesis. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

VARGAS, Z. (2019). La investigación aplicada: Una forma de conocer la realidad con evidencia científica. Revista Educación, 33(1), 155-165.

URAZÁN, C., ESCOBAR, D., & MONCADA, C. (2017). Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. Caso América Latina y el Caribe. Revista Espacios, 38(61), 9.

HERNÁNDEZ, L. P. G., & LÓPEZ, A. O. (2017). Evaluación comparativa de los impactos ambientales de dos tipos de pavimentos. Gaceta Instituto de Ingeniería, UNAM, 1(104), 18-20.

SALAZAR TELLO, Anghelo Alexis. Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca - Tumán. Chiclayo - Perú : Repositorio UCV, 2019. 602.

MUÑOZ SALAZAR, Luis Angel. Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera interoceánica Norte Perú - Brasil aplicando el método PCI. Lima - Perú : Trabajos de suficiencia profesional, 2018. 117.

ANEXOS

ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO II: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

ANEXO III: FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS Y MANUAL
DEL PCI

ANEXO IV: PLANOS DE LA CARRETERA

ANEXO V: PERMISO DE LA MUNICIPALIDAD

ANEXO VI: PANEL FOTOGRÁFICO

Anexo I. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	POBLACIÓN MUESTRA	METODOLOGÍA
<p>General: ¿Qué alternativa de intervención es necesaria para mejorar la condición operacional del pavimento flexible, carretera Huaraz - Toclla, Región Ancash, año 2023?</p>	<p>General: Proponer una alternativa de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023</p> <p>Específicos: Evaluar el pavimento flexible en carretera Huaraz- Toclla, Región Ancash, año 2023. Identificar y cuantificar fallas en el pavimento en carretera Huaraz- Toclla determinar la condición del pavimento flexible utilizando la metodología PCI. Establecer un plan para mejorar el pavimento flexible en carretera Huaraz - Toclla</p>	<p>POBLACION: El tramo pavimentado de 5.7km de la carretera Huaraz - Toclla, Región Ancash, año 2023</p> <p>MUESTRA: El tramo pavimentado de 1km de la carretera Huaraz - Toclla km 03 – 04, año 2023</p>	<p>Enfoque: Cuantitativa</p> <p>Nivel o Alcance: Aplicativo</p> <p>Diseño: No experimental</p>

Anexo II. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable: alternativa de intervención en la condición operacional del pavimento flexible	Es la determinación de las condiciones del pavimento a lo largo de su periodo de servicio, permitiendo una mejora en los procesos de toma de decisiones para la conservación de un pavimento rígido (Miranda 2019).	La evaluación del pavimento flexible se realizará mediante el método PCI a través de las fallas identificadas, determinando la condición del pavimento.	severidad	Alto	Razón
				Medio	
				Bajo	
			Tipo de fallas	Exudación	
				Piel de cocodrilo	
				Agrietamiento en bloque	
				Abultamiento y hundimiento	
				Grieta de borde	
				Huecos	
				Desprendimiento de agregados	
Grietas longitudinales y transversales					

Anexo III FICHA DE RECOLECCION DE MUESTRAS Y MANUAL DEL PCI

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
TESIS: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ – TOCLLA, REGIÓN ANCASH, 2023 TESISISTAS: JAVIER ALVA LUIS ARMANDO RAMOS CAQUI GIANMARCO									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA			
Unidad de muestra: 11		Área: 230.1							
Progresiva Inicial: 03+354		Progresiva final: 03+389.4							
Daños:									
1. Exudación		11. Parcheo							
2. Piel de cocodrilo		12. Pulimento de agregados							
3. Agrietamiento en bloque		13. Huecos							
4. Abultamiento y hundimiento		14. Cruce de vía férrea							
5. Corrugación		15. Ahuellamiento							
6. Depresión		16. Desplazamiento							
7. Grieta de borde		17. Grieta parabólica							
8. Grieta de reflexión de junta		18. Hinchamiento							
9. Desnivel carril/berma		19. Desprendimiento de agregados							
10. Grietas longitudinales y transversales									
TIPO	SEVERIDAD	1	2	3	4	5	Total	Densidad	VR
$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$							TOTAL VR		
N°	VALORES DEDUCIDOS (VD)						TOTAL	q	VDC
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							Máx. VDC		
CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							PCI= 100 - Máx VDC		

Fuente: elaboración propia




Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Propuesta de Intervención en la Condición Operacional del Pavimento flexible en carretera Huaraz – Toclla, Región Ancash, 2023". La evaluación del Instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA	
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica ()	Social ()
	Educativa (X)	Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	OBRAS VIALES	
Institución donde labora:	UNPSAM	
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)		



2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Propuesta de Intervención en la Condición Operacional del Pavimento flexible en carretera Huaraz - toclla, Región Ancash, 2023
Autora:	Javier Alva Luis Armando Ramos Cagui Granmorco Leonel
Procedencia:	
Administración:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de aplicación:	2 días
Ámbito de aplicación:	Carretera Huaraz - toclla tramo 3-4
Significación:	Identificar y Cuantificar las fallas en el pavimento en Carretera Huaraz - toclla km 3-4.

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Razón	Tipo de fallas	fallas puntuales en un pavimento por diversos motivos

5. **Presentación de instrucciones para el juez:**

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel <input checked="" type="checkbox"/>	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel) <input checked="" type="checkbox"/>	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel <input checked="" type="checkbox"/>	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.



Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento: *Instrumento (ficha de Recolección de Datos)*

- Primera dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el instrumento).

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
<i>Tipo de fallas</i>		<i>Alto nivel</i>	<i>Alto nivel</i>	<i>Alto nivel</i>	

- Segunda dimensión:
- Objetivos de la Dimensión:

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones



LA
WSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
CIP: 84582
Maestría en Ingeniería de Transportes
DNI: 31635025

MANUAL PCI

1. INTRODUCCIÓN

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

2. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index)

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los "valores deducidos", como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro 1.
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las Figuras 1 y 2 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

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

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

3.1. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o "unidades de muestreo", cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$. En el Cuadro 2 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Cuadro 2
LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

- b. Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $20 \pm 8 \text{ losas}$.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	NÚMERO DE LOSAS
INSPECCIONADA POR		FECHA

No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losas dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		

Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					o o o o o
					o o o o o
					1 2 3 4

Figura 2. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.

3.2. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la "Evaluación De Una Red" vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la "Evaluación de un Proyecto" se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Donde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
 N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
 e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)
 σ: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), **todas las unidades deberán evaluarse.**

3.3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- a. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Donde:

- N: Número total de unidades de muestreo disponible.
 n: Número mínimo de unidades para evaluar.
 i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

- b. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

Así, si i = 3, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

3.4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, "cruce de línea férrea") queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una "unidad adicional" en lugar de una "unidad representativa" o aleatoria. Cuando

se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

3.5. Evaluación de la Condición:

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- a. Equipo.
 - Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
 - Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
 - Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- b. Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u "hoja de información de exploración de la condición" para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.
- c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

4. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los "Valores Deducidos" de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

4.1. Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:

Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.
1. b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
1. c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas "Valor Deducido del Daño" que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

2. a. Si ninguno ó tan sólo uno de los "Valores Deducidos" es mayor que 2, se usa el "Valor Deducido Total" en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido", CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

Manual PCI - 6



2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
2. c. Determine el "Número Máximo Admisible de Valores Deducidos" (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Donde:

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

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

2. d. El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

Etapas 3. Cálculo del "Máximo Valor Deducido Corregido", CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.
3. b. Determine el "Valor Deducido Total" sumando TODOS los valores deducidos individuales.
3. c. Determine el CDV con q y el "Valor Deducido Total" en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapas 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

4.2. Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland:

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

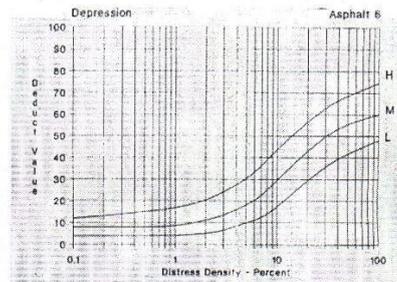
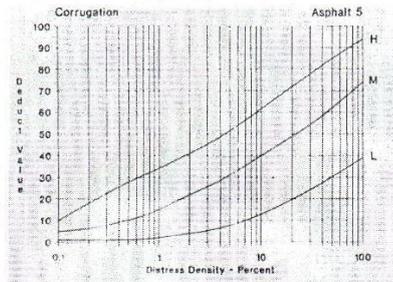
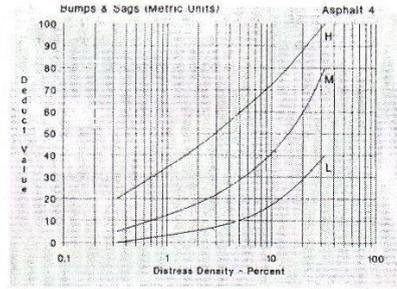
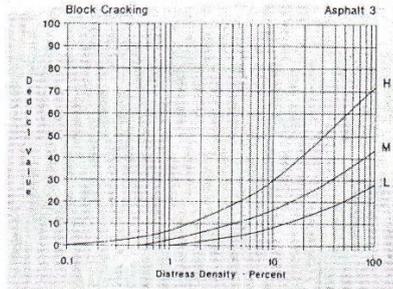
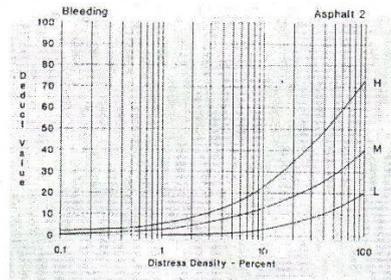
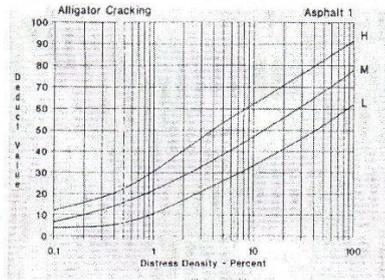
1. a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.
1. b. Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%). Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
1. c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de "Valor Deducido de Daño" apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Etapas 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

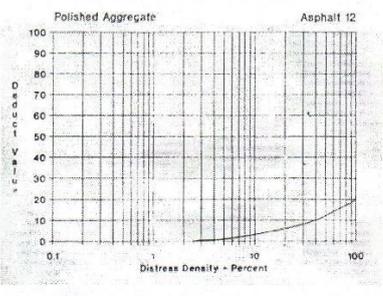
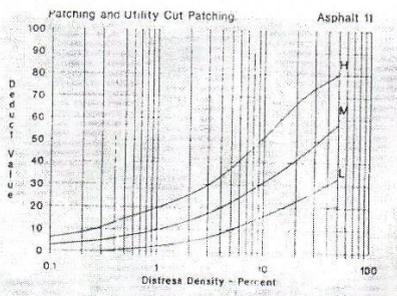
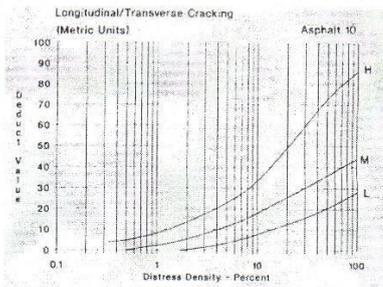
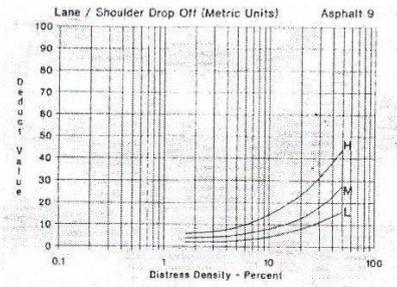
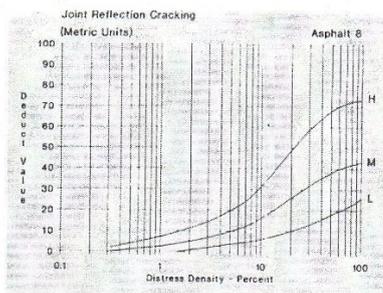
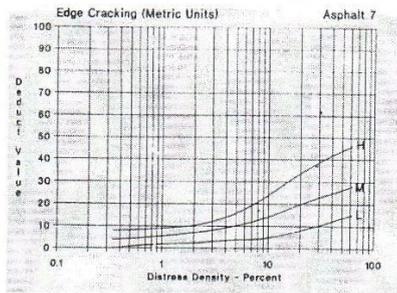
Manual PCI - 7

CURVAS PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS



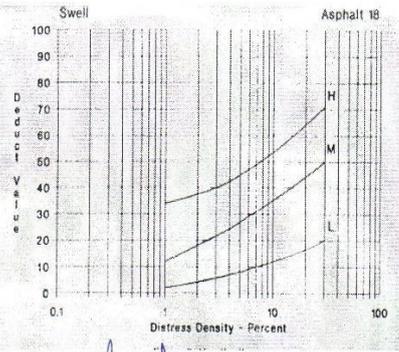
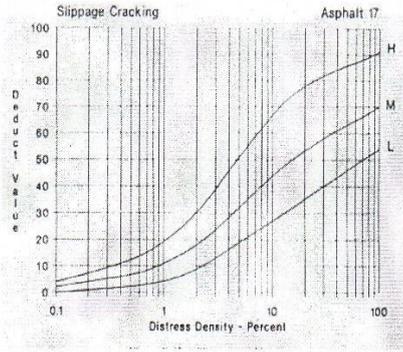
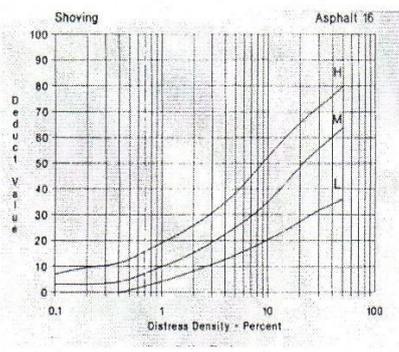
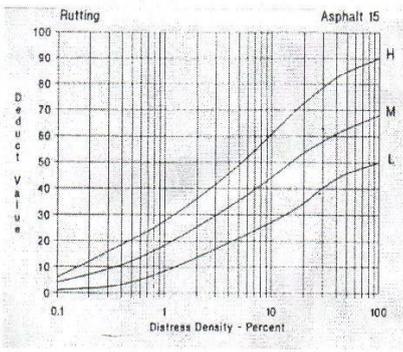
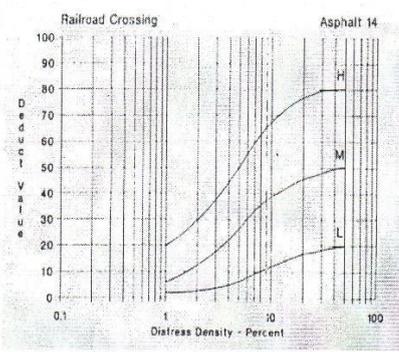
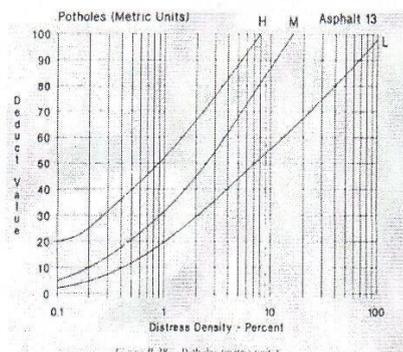


ING. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes



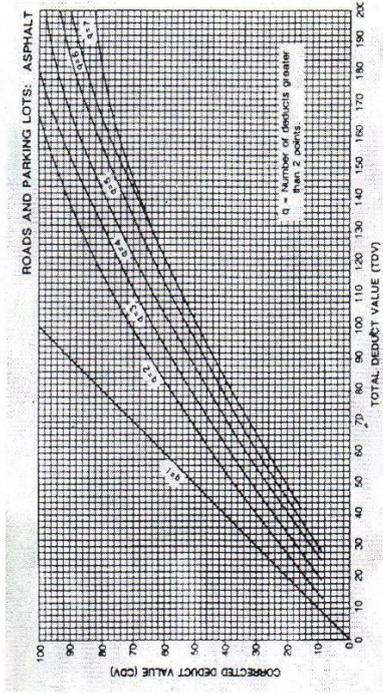
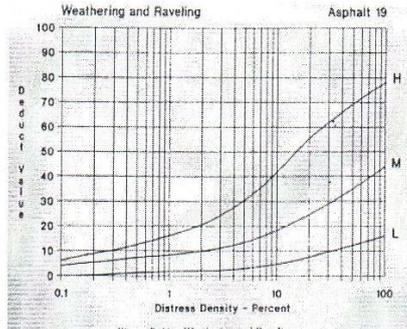


Msc. LUIS TEDOSIO JAVIER CABANA
INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes



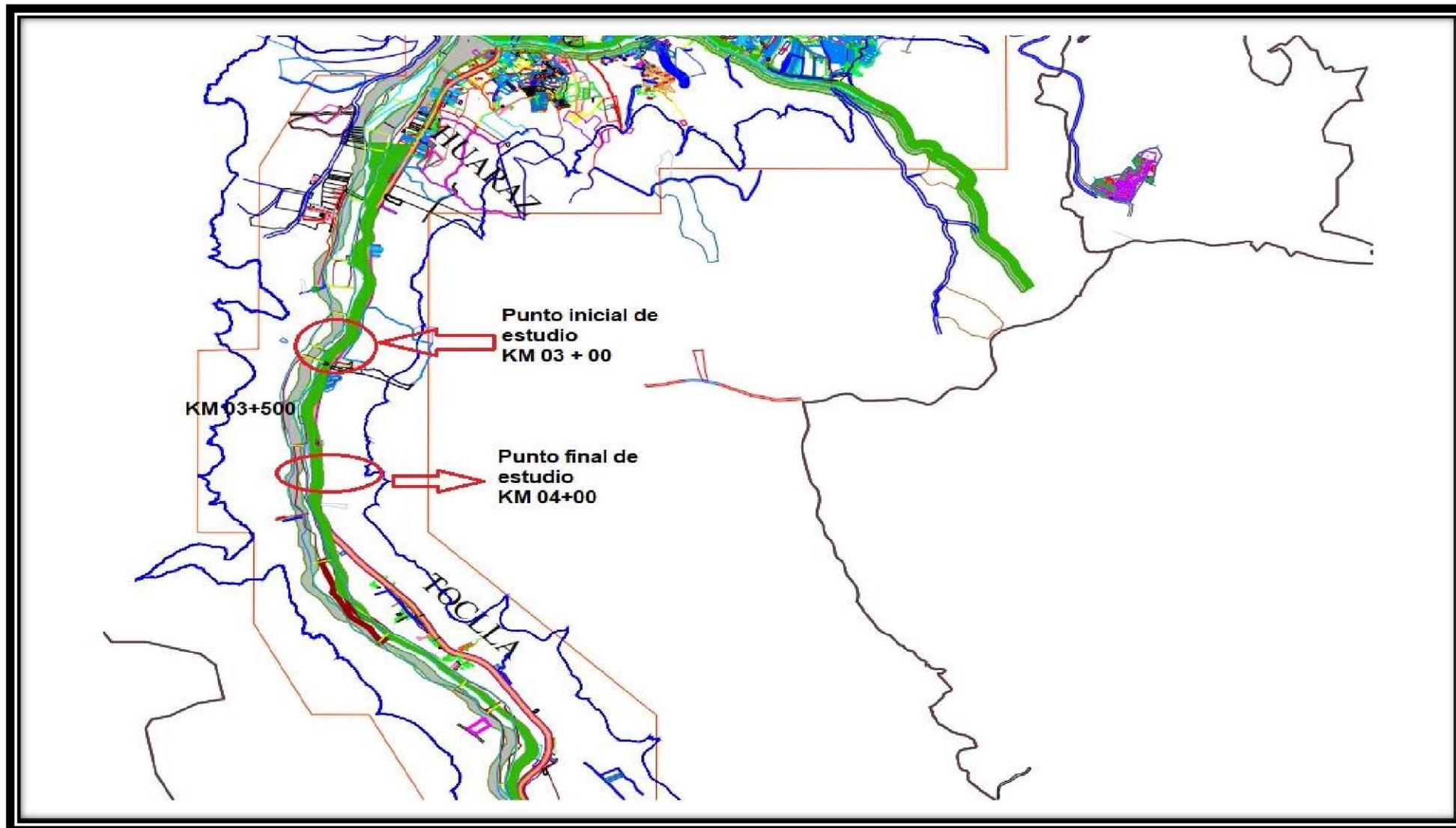
Handwritten signature

MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

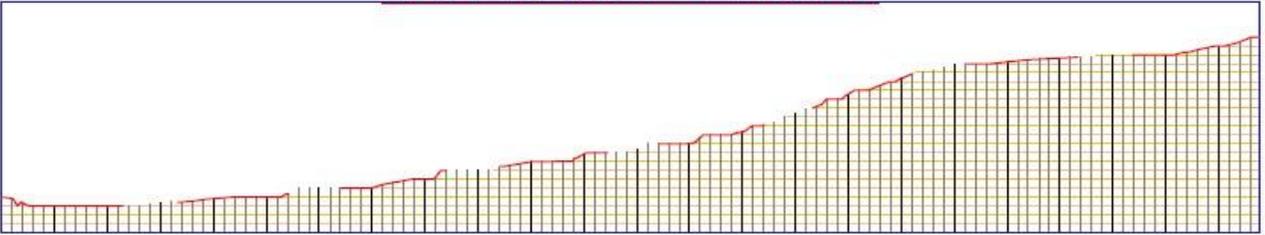
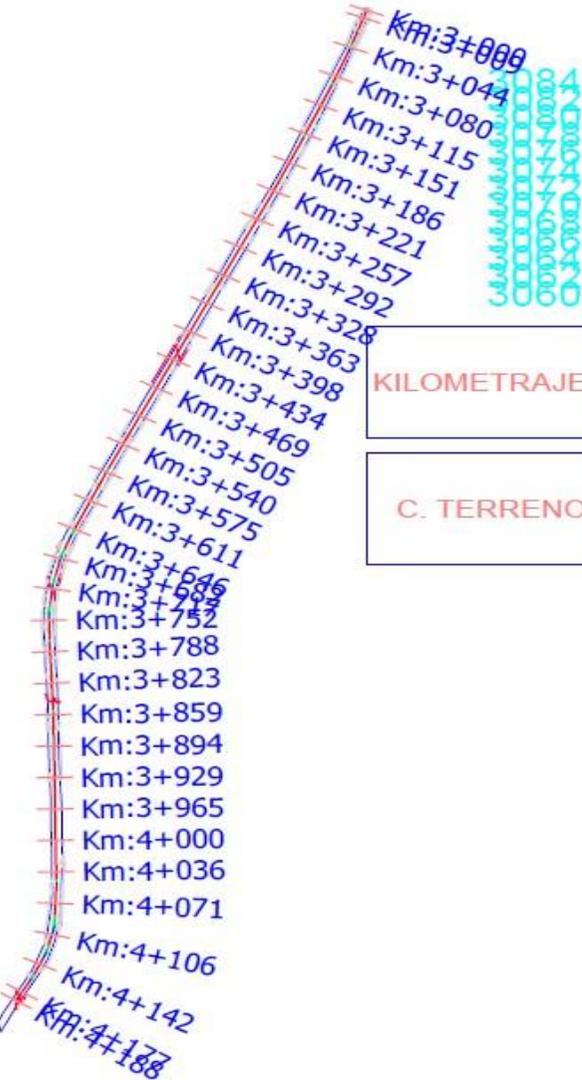



 MSc. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 64592
 Maestría en Ingeniería de Transportes

Anexo IV. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



PERFIL LONGITUDINAL KM: 3+000.00 - 4+188.49



KILOMETRAJE

C. TERRENO

3+000	3+044.40	3061.84
3+044.40	3+079.80	3061.00
3+079.80	3+115.20	3061.00
3+115.20	3+150.60	3061.27
3+150.60	3+186	3061.63
3+186	3+221.40	3062.00
3+221.40	3+256.80	3062.00
3+256.80	3+292.20	3062.96
3+292.20	3+327.60	3062.99
3+327.60	3+363	3063.47
3+363	3+398.40	3064.00
3+398.40	3+433.80	3065.00
3+433.80	3+469.20	3065.29
3+469.20	3+504.60	3065.98
3+504.60	3+540	3066.15
3+540	3+575.40	3067.00
3+575.40	3+610.80	3068.00
3+610.80	3+646.20	3068.00
3+646.20	3+681.60	3069.00
3+681.60	3+717	3070.00
3+717	3+752.40	3071.41
3+752.40	3+787.80	3073.00
3+787.80	3+823.20	3074.24
3+823.20	3+858.60	3075.77
3+858.60	3+894	3076.70
3+894	3+929.40	3077.00
3+929.40	3+964.80	3077.39
3+964.80	4+000.20	3077.64
4+000.20	4+035.60	3078.00
4+035.60	4+071	3078.00
4+071	4+106.40	3078.00
4+106.40	4+141.80	3078.87
4+141.80	4+177.20	3079.81
4+177.20	4+188.49	3079.81

Anexo V. PERMISO DE LA MUNICIPALIDAD



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Solicito: Permiso para realizar trabajo de investigación.

SEÑOR DAVID ROSALES TINOCO
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARAZ

Yo, **Luis Armando JAVIER ALVA**, con **DNI 76321470**, con domicilio en Jr. Corongo N° 102, del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Región Ancash, ante ud. con el debido respeto se presenta y expone:

Que, habiendo concluido mis estudios en la carrera profesional de INGENIERIA CIVIL, en la universidad Cesar Vallejo, solicito a ud permiso para realizar trabajo de investigación al pavimento flexible de la carretera Huaraz – Toocla, mediante el método del PCI.

Por lo expuesto:
Ruego a usted acceder a mi solicitud.

Huaraz, 03 de Noviembre del 2023


Luis Armando JAVIER ALVA
DNI 76321470
Cel: 923 970 062

Anexo VI. Panel Fotográfico



➤ IMAGEN 1: FALLA DE GRIETA DE BORDE



➤ IMAGEN 2: MEDICION DEL ANCHO DE CALZADA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



➤ IMAGEN 3: FALLA GRIETAS DE BORDE, CUANDO EL TRAFICO ARRANCA PEQUEÑOS PEDAZOS DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO.



➤ IMAGEN 4: FALLA GRIETAS DE BORDE Y HUECOS QUE SE ENCONTRO MAYORMENTE



➤ IMAGEN 5: FALLA DE GRIETA DE BORDE



➤ IMAGEN 6: FALLA DE HUECOS POR TRAFICO PESADO



➤ IMAGEN 7: FALLA DE HUECOS - DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



➤ IMAGEN 8: FALLA DE ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO



➤ IMAGEN 9: FALLA DE HUECOS



➤ IMAGEN 10: FALLA DE AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



➤ IMAGEN 11: FALLA DE DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



➤ IMAGEN 12: FALLA DE DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



➤ IMAGEN 13: FALLA DE PIEL DE COCODRILO



➤ IMAGEN 14: FALLA DE HUECOS



➤ IMAGEN 15: FALLA DE HUECOS



➤ IMAGEN 16: FALLA DE AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



➤ IMAGEN 17: FALLA DE HUECOS, PIEL DE COCODRILLO Y AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



➤ IMAGEN 18: FALLA DE HUECOS



➤ IMAGEN 19: FALLA DE AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



➤ IMAGEN 20: FALLA DE DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS - HUECOS



➤ IMAGEN 21: FALLA DE – HUECOS – ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO



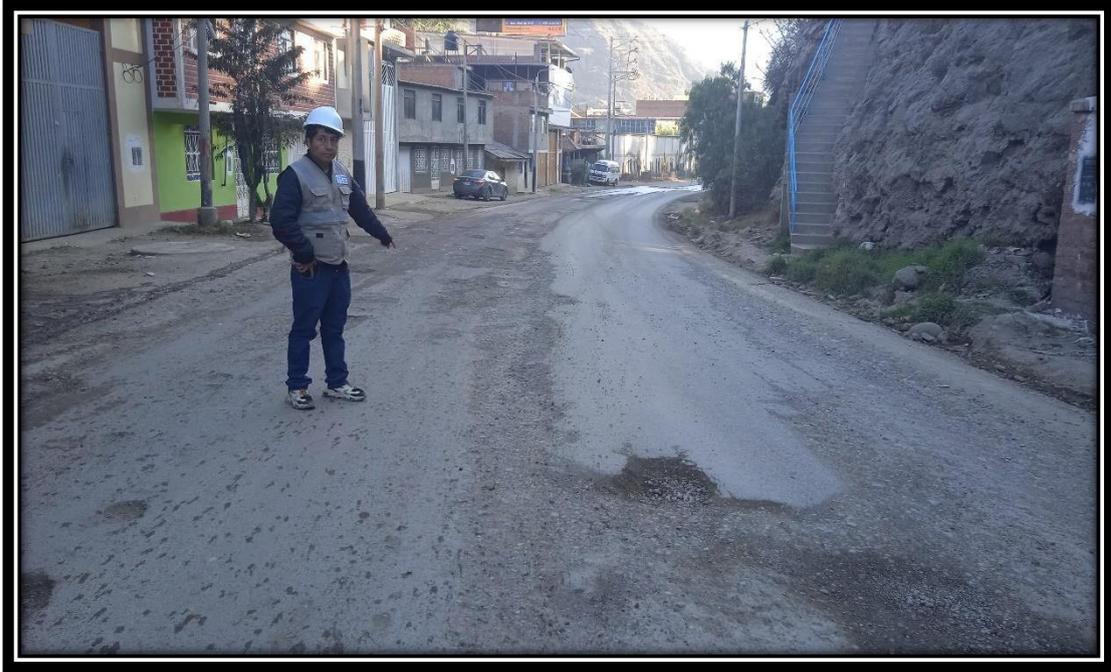
➤ IMAGEN 22: FALLA DE GRIETA DE BORDE



➤ IMAGEN 23: FALLA DE GRIETA DE BORDE



➤ IMAGEN 24: FALLA DE EXUDACION – HUECO – DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



➤ IMAGEN 25: FALLA DE ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO - HUECOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN EN LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, CARRETERA HUARAZ- TOCLLA, REGIÓN ANCASH, AÑO 2023", cuyos autores son RAMOS CAQUI GIANMARCO LEONEL, JAVIER ALVA LUIS ARMANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 16 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIN CUBAS PERCY LETHELIER DNI: 26692689 ORCID: 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 16-12- 2023 09:57:05

Código documento Trilce: TRI - 0698602