



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del
método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a
Pucusana,2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Torrejón Laguna, Mario José Isaías (ORCID: 0000-0002-3135-3197)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

A mis padres, Mario Orlando Torrejón Arias y Gina Arlett Laguna Aguilar por brindarme el apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera y por formarme como persona de bien. A mi hermana y a mis abuelos por ser fuente de inspiración y motivación diaria de superación. También a mis dos ángeles que me bendicen desde el cielo en cada decisión que tomo. JLLM y BAN.

Agradecimiento

Agradecer primero a Dios por mantenerme con bien durante este tiempo difícil de pandemia, así mismo a la Universidad Cesar Vallejo, a los profesionales que me brindaron una buena enseñanza, y al Ing. Jose Benites Zúñiga por su buena asesoría durante el desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo y diseño de investigación	26
3.2 Variables y operacionalización.....	26
3.3 Población, muestra y muestreo.....	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimiento	28
3.6 Método de análisis de datos.....	29
3.7 Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Nivel de severidad del Ahuellamiento	12
Tabla 2. Nivel de severidad del Hundimiento	12
Tabla 3. Rangos de calificación del PCI	17
Tabla 4. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	19
Tabla 5. Estado vial según la rugosidad	23
Tabla 6. Resultado de fallas localizadas	32
Tabla 7. Severidad de fallas localizadas	33
Tabla 8. Estado del pavimento de las unidades de muestras evaluadas	35
Tabla 9. Rugosidad de los carriles del pavimento evaluado	35
Tabla 10. Comparación de los resultados del estado del pavimento	36
Tabla 11. Costos de ambos métodos	36
Tabla 12. Comparación de N° de fallas	38

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Lugar de estudio	1
Figura 2. Reconocimiento de falla	1
Figura 3. Falla de ahuellamiento	12
Figura 4. Falla de hundimiento	13
Figura 5. Falla Longitudinal	13
Figura 6. Falla tipo piel de cocodrilo	14
Figura 7. Rotura de bordes	14
Figura 8. Bacheo	15
Figura 9. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.....	18
Figura 10. Escala de estimación de la rugosidad de las carreteras.	22
Figura 11. Escala de Rugosidad IRI (m/km)	23
Figura 12. Rugosímetro de Merlín.....	24
Figura 13. Mapa de la región Lima	30
Figura 14. Mapa político del Perú	30
Figura 15. Mapa distrital de Pucusana	30
Figura 16. Mapa de zona de estudio	30
Figura 17. Reconocimiento de las fallas.....	31
Figura 18. Toma de datos de fallas.....	31
Figura 19. Falla piel de cocodrilo con severidad alta.....	33
Figura 20. Falla de grieta longitudinal y transversal con severidad media.....	33
Figura 21. Falla de grieta de bordes identificada en la U6.....	34
Figura 22. Evaluación con merlín del carril izquierdo	34
Gráfico 1. Fallas existentes en el pavimento	32
Gráfico 2. Niveles de severidad de fallas localizadas	34
Gráfico 3. Estado del pavimento evaluado	35
Gráfico 4. Índice de rugosidad promedio por carril estudiado	36
Gráfico 5. Precios de los ensayos y/o métodos utilizados	37
Gráfico 6. Comparación de cantidad de fallas encontradas en la evaluación del pavimento.....	38
Gráfico 7. Comparación de severidad de fallas evaluadas en ambas investigaciones.....	39

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar y determinar en qué estado se encuentra el pavimento de la vía de ingreso a Pucusana, la metodología aplicada es la siguiente: según el diseño es no experimental, con enfoque cuantitativo, en el cual cuenta con un nivel de investigación descriptiva, la población es 5.343km de longitud aproximadamente de la vía de ingreso a Pucusana, y la muestra se considerará 1 km.

De acuerdo a los resultados mediante el método PCI en el pavimento estudiado se identificó a 7 tipos de fallas de 19 posibles, la mayoría contando con un nivel de severidad alta, por lo tanto el pavimento cuenta con un valor de PCI de 14.04 estando en una condición Muy mala, y mediante el Rugosímetro de Merlín se evaluó ambos carriles de la calzada donde el carril izquierdo cuenta con un valor de 4.40 m/km y el carril derecho 3.82 m/km, por lo que el IRI promedio del pavimento es 4.11 m/km encontrándose en una condición mala.

Finalmente se concluye que ambos métodos coinciden que la vía de ingreso a Pucusana se encuentra en un mal estado.

Palabras clave: PCI, Rugosímetro de Merlín, severidad, fallas, pavimento.

Abstract

The main objective of this research was to evaluate and determine in what state the pavement of the entrance road to Pucusana is, the applied methodology is as follows: according to the design it is non-experimental, with a quantitative approach, in which it has a level From descriptive research, the population is approximately 5,343km long from the entrance road to Pucusana, and the sample will be considered 1 km.

According to the results by means of the PCI method in the studied pavement, 7 types of failures were identified out of 19 possible, the majority having a high severity level, therefore the pavement has a PCI value of 14.04 being in a Very bad condition, and using the Merlin Roughometer both lanes of the road were evaluated where the left lane has a value of 4.40 m / km and the right lane 3.82 m / km, so the average IRI of the pavement is 4.11 m / km being in a bad condition.

Finally, it is concluded that both methods coincide that the access route to Pucusana is in poor condition.

Keywords: PCI, Merlin's roughness meter, severity, faults, pavement.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional en las regiones de México se tiene entre los problemas más frecuentes a que se tienen vías en mal estado, esto imposibilita que las zonas de dicha región no pueden ser sostenibles y así afrontar convenientemente los retos económicos. Por otro lado, en las regiones sureñas del país la comunicación suele llegar a ser ineficaz en tiempos de lluvias o huracanes, ya que las vías que se encuentran en un estado defectuoso son arrastradas o deterioradas por los fenómenos que tiene la naturaleza, dejando a varias poblaciones sin comunicación por largos periodos de tiempo.

A nivel nacional en la vía de evitamiento sur de Cajamarca, tiene una carretera con muchas fallas, ya que no tiene ningún tipo de mantenimiento desde que fue construida y cuando se circula por dicho pavimento es muy fácil observar las fallas que tiene. Y como consecuencia puede generar altos costos en la rehabilitación si llega a ser fallas estructurales¹.

La vía de acceso de Pucusana tiene como problemática las fallas en el pavimento debido a que no tiene el mantenimiento adecuado y genera el fastidio de las personas que viven y las que vienen a visitar el distrito con sus respectivos vehículos. También se debe a las lluvias y al tránsito de vehículos pesados que ingresan hacia el terminal pesquero ya que Pucusana es un distrito que se dedica mayormente a la pesca.



Figura 1. Lugar de estudio



Figura 2. Reconocimiento de fallas

¹ (GONZALEZ Chavez, 2015)

Durante la investigación se planteó el siguiente problema general ¿Qué diferencia hay en la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI y el Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana? Así mismo los problemas específicos surgieron de la siguiente manera: ¿Cuáles son las fallas que encontramos en el pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana?, ¿Cuáles son los tipos de severidad que se encuentran en las fallas del pavimento flexible en la vía de ingreso a Pucusana?, ¿Cuál es la condición del pavimento flexible mediante el PCI y Rugosímetro de merlín en la vía de ingreso a Pucusana?, ¿Cuál es el costo de la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de merlín en la vía de ingreso a Pucusana?

De igual importancia se planteó la justificación tecnológica que nos indica que la evaluación del pavimento se desarrollará en la vía de ingreso del distrito de Pucusana donde se comparara los resultados del método del PCI y del rugosímetro de merlín visualizando las fallas que se hallan en el pavimento e indicarnos en qué estado se encuentra. También se tiene la justificación social donde esta información es de mucha importancia para el gobierno local ya que se evaluó el estado del pavimento y se comprobó si se podía hacer un mejoramiento para el bien del distrito y que haya una mejor transitabilidad en los vehículos, así como también la justificación metodológica proporcionará la secuencia metodológica de los cálculos de la evaluación de manera detallada para la facilitar la comprensión para personas que desarrollen este tipo de evaluaciones y la justificación ambiental se refirió a la salud de las personas del distrito de Pucusana ya que es muy importante porque si contamos con vías en buen estado no habrá tanta contaminación, pero si contamos con vías deterioradas generará la contaminación con el polvo y de esa manera dañará la salud del ser humano que reside en el distrito o aledaños.

Durante la investigación se determinó que el objetivo general es evaluar y determinar en qué estado se encuentra el pavimento de la vía de ingreso a Pucusana. Así como los objetivos específicos se plantearon del siguiente modo: Determinar las fallas mediante el PCI y Rugosímetro de Merlín que se encuentran en el pavimento flexible en la vía de ingreso a Pucusana. Determinar la severidad de las fallas mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín que se encuentran

en el pavimento flexible en la vía de ingreso a Pucusana. Determinar la condición del pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana, y finalmente determinar los costos de la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana.

De igual manera como hipótesis general se tuvo que al evaluar la vía de ingreso a Pucusana y comparar con los métodos Índice de condición del Pavimento y el Rugosímetro de Merlín se determinará en qué estado se encuentra el actual pavimento. Así mismo, las hipótesis específicas se plantearon que mediante la evaluación determinaremos las fallas que se encuentran en el pavimento flexible con el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana. Mediante la evaluación determinaremos la severidad de las fallas que se encuentran en el pavimento flexible con el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana. Las fallas superficiales en el pavimento perjudicaran su estado funcional. Mediante la evaluación determinaremos en que condición se encuentra el pavimento flexible con el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana. La evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI es más económico que el Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso de Pucusana.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a Becerra y Sánchez (2018), teniendo como objetivo general evaluar el estado del pavimento que se encuentra en el sector de El Valle bajo los métodos que se definieron en la investigación y además plantear soluciones de intervención, teniendo como población a los pavimentos estudiados del sector de El valle, teniendo como conclusión la evaluación de las vías consideradas del sector teniendo como resultados de la metodología aplicada en campo para los pavimentos flexibles, se determina que Windshield es el método más conveniente ya que es el más económico y tiene un tiempo rápido de toma de datos, teniendo resultados confiables y coherentes del estado en que se encuentra el pavimento, pero al ser una evaluación de parabrisas, no admite conseguir con precisión la cantidad de fallas que existen en las vías, por lo contrario la metodología PCI muestra resultados similares al método Windshield, teniendo como diferencia de que este método presenta el estado real de las fallas en los pavimentos, pero el tiempo de evaluación es mucho más amplio y el costo de intervención del pavimento es más elevado. De acuerdo a las evaluaciones en las vías del Sector El valle se recomienda realizar mantenimientos en la mayoría de las vías ya que son importantes para el lugar en cuanto al turismo.

Romero (2017), tuvo como objetivo general caracterizar las patologías que se encuentran en la parte estructural de la calzada apoyada sobre suelos arcillosos desecados en el corredor vial que une el sector de Siberia con el municipio de Tenjo en Cundinamarca, la metodología es de tipo retrospectivo, ya que se trabajó con investigaciones realizadas por autores diferentes, concluyendo que al hacer una reconocimiento visual se obtuvieron datos de las fallas encontradas en el pavimento, ya sean por factores de desecación como las que se deben a la vegetación y al clima, dentro de las fallas que originan un peligro extremo la funcionalidad de la carretera son los hundimientos y abultamientos, ya que cuentan con una profundidad de 15cm aproximadamente. Durante la inspección que se hizo en la zona se comprobó que las fallas son ocasionadas por el desplazamiento de vehículos pesados con una carga mayor a la que fue diseñada y también al poco mantenimiento que se hace en el pavimento.

Amaya y Rojas (2017), tuvo como objetivo general comparar la metodología VIZIR y PCI para comprobar cuál de las dos se ajusta mejor para el estado real que se encuentra el pavimento ubicado en la Ciudad de Bogotá, desarrollándose mediante un inventario manual y reconocimiento visual, teniendo como población a los 22.5 km de longitud de la Av. Boyacá, concluyendo que mediante la evaluación con las dos metodologías VIZIR y PCI se obtuvieron resultados similares obteniendo una clasificación general del territorio estudiado. Donde aplicando la metodología PCI se obtuvo una clasificación dentro del rango excelente mientras que aplicando la metodología VIZIR se consiguió una clasificación buena. Ambas metodologías determinan que el pavimento se encuentra en buen estado, pero hay ciertos tramos donde se necesita mantenimiento y otros donde se necesita rehabilitación total del asfalto. Al comparar ambas metodologías, los daños que se obtienen aplicando VIZIR no son tomados en cuenta para el cálculo del índice superficial caso contrario lo que desarrolla la metodología PCI que evalúa todos los daños y fallas calificando con dureza ciertos sectores del pavimento que ha sido estudiado. Se estudió 5 carriles del tramo vial donde los carriles 1 y 2 presentan mayor daño en la estructura de los carriles 3,4 y 5, debido a que por esos carriles transitan vehículos más pesados que generan un mayor daño estructural.

Como antecedentes nacionales tenemos a Huaccha(2019), teniendo como objetivo general establecer la condición en que se encuentra el pavimento flexible de la av. asignada mediante los métodos del PCI y el Rugosímetro de Merlín, la metodología de investigación es no experimental de tipo descriptivo, su población son las calles de Cajamarca, la muestra que se considera es la Av. Mario Urteaga y tienen como conclusión y/o resultados, que en el Ovalo del Inca – Plazuela Victor Raúl considerado como el TRAMO A contiene una cantidad de 106 fallas resaltando la grieta de borde y parcheo, teniendo un IRI promedio en el carril 1 de 4.15 m/km y en el carril 2 de 3.35 m/km indicando que esta vía se encuentra con una superficie defectuosa pero encontrándose dentro de los límites permisibles y teniendo como velocidad para esa vía de 100 a 120 km/h mientras que por el método del PCI se obtuvo un 71.63 correspondiendo a que se encuentra en un estado MUY BUENO, en el TRAMO B contiene una cantidad de 104 fallas, presentando un índice de rugosidad promedio en el carril 3 de 7.07 m/km y en el carril 4 de 6.64 m/km indicando que este tramo presenta un pavimento con una superficie con habituales

depresiones y parches encontrándose fuera de los límites permisibles teniendo como velocidad para esa vía de 70 a 90 km/h por el método del PCI se determinó que la vía se encuentra en mal estado con presencia de baches, parches con un valor de PCI de 28.48 correspondiendo a un pavimento en estado POBRE.

Muñoz (2018), tuvo como objetivo general determinar el estado del pavimento flexible de la carretera interoceánica Norte – Perú, mediante el método PCI, concluyendo que se identificaron 10 tipos de fallas siendo las grietas longitudinales y transversales las más frecuentes con el 28.7%, siendo las fallas con severidad baja las más frecuentes en el pavimento con el 60.1%, seguido por la severidad media con el 28.5% y la severidad alta con el 11.4%, así mismo de acuerdo a sus resultados obtenidos en la evaluación mediante el método PCI concluye que el pavimento cuenta con un PCI 64 con una desviación estándar ± 13 , y se encuentra en un estado de condición entre bueno y regular.

Ccasani y Ferro (2017), tuvo como objetivo general determinar la mejora del análisis estructural de la pista en la ciudad de Abancay, la metodología es de investigación cuantitativa de nivel descriptivo-explicativo con un diseño de investigación no experimental, teniendo como población a la ciudad de Abancay y como muestra a las importantes avenidas de la ciudad de Abancay, concluyendo y teniendo como resultado que al realizar la evaluación mediante la observación en los pavimentos flexibles se determinó que el pavimento presenta fallas en la parte estructural como las fisuras transversales y longitudinales que fueron aumentando rápida y continuamente. Mientras que en los pavimentos rígidos se encontraron en la superficie de rodadura carencia de los materiales de sellos en las juntas provocando infiltración de agua dañando a la subbase del pavimento. Por lo tanto, en todas las vías que se estudiaron se observaron varias tajaduras para conexiones domiciliarias de servicios primordiales que hicieron que el pavimento se encuentre dañado y sin reposición. Debido al incorrecto mantenimiento se tiene como consecuencia que los pavimentos de las avenidas Seoane y Prado Alto solicitan una reconstrucción y las otras avenidas de la ciudad de Abancay requieren reparaciones de mayor y menor magnitud.

Leguía y Pacheco,(2016), tuvo como objetivo general ejecutar el estudio del pavimento de las vías antes indicadas utilizando la metodología del PCI, teniendo como propósito evaluar el estado en el que se encuentra el pavimento flexible

existente, la metodología es de tipo cualitativo y cuantitativo, tiene un nivel de investigación descriptiva con un diseño de investigación tanto no experimental como prospectivo, su población son las vías de Huaura, su muestra son las vías arteriales Cincuentenario, Colon y Miguel Grau, concluyendo que durante la evaluación visual en las dos avenidas investigadas se consiguió identificar 14 tipos de fallas presentándose 3 tipos de severidad ya sea baja, media y alta. Teniendo como resultado mediante la aplicación de la metodología se tuvo que la Av. Cincuentenario posee un valor de PCI de 51.84 encontrándose en un estado “Regular” y la Av. Colon y Miguel Grau posee un valor de PCI de 59.29 presentándose en una condición “Buena”. Se determinó que las fallas más sobresalientes son los parches y huecos debido a la falta de drenaje en las vías estudiadas y también a las instalaciones de desagüe que se realizan constantemente en el distrito.

As background in another language, we have Xu (2017), had the general objective of having the ability to reduce the thickness of pavement layers, the case mainly of asphalt layers, to save construction materials without having to complicate performance, either in the short or long term, all the way. Preferably a new specific design of a pavement structure is proposed, concluding that additional analysis traffic data in Amsterdam - The Utrecht section of the a2 motorway provided by ndw show that unevenly distributed traffic is all over the road. Taking both the traffic log and the uphill axis. The classes for each lane are calculated and estimated. A significant reduction in the thickness of the asphalt is observed in lighter traffic lanes, these thickness designs are thought to be the basis of a new structural design for an asphalt pavement and thus to avoid the concentration of efforts and difficulty of construction, slope design is proposed. Finally, through the evaluation of the designed pavement as well as the roughness, prediction of deterioration and also as construction, it is observed that the results positively protect the new design that is applied.

Michels (2017), had the general objective of grouping data to find the pavement condition index for each preventive maintenance site in Kentucky, having as a conclusion that, depending on the condition of the pavement of the applied micro-pavement, it can be suspected that the micro-pavement begins with lower PCI. The grooves found at these locations are immediately reflected throughout the process,

indicating that the micro-surface treatment did not provide the structure needed to fill the grooves. The crocodile skin fault found in Allen County was not immediately reflected. However, it should be noted that preventive maintenance should not be used to correct structural road damage, such as crocodile skin flaws. Therefore, the evaluation of the pre-processing sites shows that Kentucky is abusing preventive maintenance and applying it to sites that require a more extensive repair or even a rebuild due to their current conditions. It was also shown in the statistical data that there are a number of issues that are most important in predicting PCI at Kentucky PM sites. These include edge cracks, longitudinal / transverse cracks, grooves, crocodile skin flaws, and erosion. Grooves, crocodile skin defects, and longitudinal cracks are particularly noticeable when the PCI value is very low. This supports the conclusion that these treatments are significantly affected by distress indicating structural damage.

Satya (2017), aimed to analyze and evaluate the various causes of pavement defects and the provision of remedies to improve the various surface faults, the study area being 10 kms, from LPU to Rama Mandi, using the adopted methodology as a flow diagram, having the experimental design as the methodological design. Likewise, it concludes that by means of the pavement condition index (PCI) method, the state of the pavement was known according to the level of severity, finding the pavement in the Very Bad range with a PCI value of 27 being the crocodile skin fault the which had a high level of severity and recommending attention to faults that have a high level, as well as evaluating the future performance of the road studied.

Como artículos científicos tenemos a Shamil (2017), teniendo como objetivo general la evaluación visual y la inspección de la condición en la que se encuentra el pavimento flexible, y también establecer las causas de la carretera que se tomó de estudio por el cual sucedieron los fallos en el pavimento existente para luego poder determinar la clase de mantenimiento que se pueda desarrollar, teniendo como muestra a la carretera seleccionada llamada Kanakin-Kalar que cuenta con 2 carriles y 2 vías, y por ultimo teniendo como conclusión que encontraron varios tipos de fallas y deterioro a lo largo de la carretera estudiada variando la gravedad de medio a alto debido a las causas como el volumen adicional de tráfico que no eran tomados en consideración durante el diseño, obteniendo como sugerencia el mantenimiento del pavimento poniendo una nueva capa con un espesor suficiente

para la resistencia y recomponer los lugares dañados. También se tuvo como resultado que la carretera evaluada existen partes que se encuentran repavimentadas con asfalto flexible y otras partes que tienen una nueva construcción, donde sobre salen las fallas como el bache, pulidos, parcheo, etc.

Valdez y Alonso (2017), en su catálogo tuvo como objetivo general plantear un informe sobre la identificación de los deterioros que pueden ocurrir en los aeropuertos de Cuba, ya que en la actualidad no hay una herramienta que pueda inspeccionar los aeródromos teniendo como referencia la aplicación del método del PCI teniendo en cuenta las características que cuenta el país de Cuba, permitiendo proponer una mejor evaluación para los pavimentos y como conclusión facilitara la evaluación de los pavimentos mediante la inspección visual ya que se debe de hacer cuidadosamente ya sea caminando o mediante un vehículo de una manera lenta, permitiendo a los especialistas poder contar con alguna herramienta para poder evaluar los pavimentos existentes y así garantizar una mejor seguridad operacional. También garantizará la seguridad en las personas ya que si el pavimento se encuentra deteriorado traerá complicaciones al momento de los movimientos de las aeronaves atentando con la seguridad de las personas y del aeropuerto. Finalmente, el catálogo servirá como una herramienta para evaluar de manera correcta el pavimento garantizando la seguridad operacional.

Picado (2016), en su artículo científico tuvo como objetivo general ejecutar una evaluación de los caminos en las provincias de San José, Alajuela, Cartago y Heredia, para poder observar el estado en la que se pueden encontrar, así como adquirir las curvas de deterioro a partir de la información que se recolectara in situ, teniendo como metodología en la fase de desarrollo se utilizó como base a la norma ASTM D-6433 (ASTM 2014) y tuvo como conclusión la observación de una cierta cantidad importante de caminos con una estructura dañada generando un deterioro de una manera acelerada, ya que también las soluciones que brindan a los pavimentos no son las adecuadas de manera que su estado vuelve a dañarse. Si se visualiza este tipo de caminos a largo plazo, su costo de mantenimiento es mayor en comparación a si se hubiera realizado un mejoramiento oportuno en la vía. También se observó que existe una gran cantidad de carreteras que cuentan con una estructura dañada, generando un deterioro acelerado dañando

considerablemente su calidad ocasionando pérdidas al poco tiempo de haber sido puesta en operación.

Siguiendo con las teorías de nuestro tema de investigación se tienen los siguientes conceptos:

Pavimento. - Es una estructura que se encuentra conformada por diferentes capas que están construidas sobre el terreno existente, y cumplirá con la función de sostener de forma directa las cargas del tránsito, así como también facilitara el tránsito rápido de los vehículos que transitan en ella.²

El pavimento es una estructura conformada por varias capas que se encargara de resistir esfuerzos que son originados por los vehículos³.

El pavimento se encuentra conformado por las siguientes capas:

Capa de Rodadura: “Esta capa se logra ubicar en la parte de arriba del pavimento, que tiende a ser de tipo flexible o de tipo rígido⁴”.

La capa tiene como función recibir las cargas que circulen por encima del pavimento, por lo cual debe estar bien diseñada para que pueda existir una buena circulación.

Base: Es la capa que se logra ubicar en la parte de debajo de la capa de rodadura, que se encargará de recibir y sostener las cargas que son causadas por los vehículos sin deformarse⁵”.

Esta capa está ubicada debajo de la capa de rodadura soportando y distribuyendo las cargas hacia la subbase.

Subbase: “Es una capa de material desarrollado y con un espesor de diseño, que tiene como función lograr absorber deformaciones que perjudiquen a la subrasante⁶”.

El material que se usa en la subbase por lo habitual debe ser granular.

El pavimento flexible. - “El pavimento flexible se encuentra desarrollada por capas granulares que está constituida por una capa con materiales bituminosos ya sean aglomerantes, agregados o aditivos⁷”.

² (MINISTERIO de Economía y Finanzas, 2015 pág. 13)

³ (MINISTERIO de Transporte y Carreteras, 2013 pág. 23)

⁴ (MINISTERIO De Transporte y Comunicaciones (Perú), 2013 pág. 23)

⁵ (MINISTERIO De Transporte y Comunicaciones (Perú), 2013 pág. 24)

⁶ (MINISTERIO De Transporte y Comunicaciones (Perú), 2013 pág. 24)

⁷ (MINISTERIO De Transporte y Comunicaciones (Perú), 2013 pág. 24)

“El pavimento flexible es aquel que tiene una capa asfáltica sobre una capa granular. Conteniendo algunas veces imperfecciones verticales de compresión que operan en las capas del pavimento causando hundimientos cuando el tráfico suele ser canalizado⁸”:

“Los pavimentos flexibles están desarrollados por una carpeta bituminosa que se encuentra sobre la capa base y subbase⁹”.

Fallas en el pavimento flexible. - “Las fallas que se encuentran en la parte superficial de la capa asfáltica se debe a la rehabilitación de la regularidad del pavimento lo cual se alcanza con la distribución de capas asfálticas con un espesor bajo que no favorecen desde la parte estructural del pavimento¹⁰”.

“Las fallas que encontramos tanto en la parte superficial como en la estructural se clasificaran en: fisuras, deformaciones, perdidas de capas estructurales y daños superficiales¹¹”.

“Las fallas en los pavimentos flexibles se observan tanto como fisuras longitudinales que con el tiempo no se trata se puedes convertir en fallas muchos más graves causando deformaciones en el pavimento¹²”.

Nivel de Severidad en las fallas. - “Para determinar la severidad de daño que tienen las fallas se deberá realizar una evaluación de la calidad del tránsito, teniendo como grado: L= Bajo, M= Medio, y H= Alto¹³”.

“Dependiendo el rango de severidad de las fallas en los pavimentos flexibles se comprobará si se desarrolla una rehabilitación de costo alto o un mantenimiento periódico teniendo en cuenta el tipo de categoría de la falla¹⁴”.

Al identificar las fallas, se establece “el nivel de severidad con el objetivo de cuantificar su progreso con el tiempo y poder así determinar el momento oportuno de ejecutar las obras de conservación¹⁵”.

Tipos de fallas:

⁸ (UMSS, 2014 pág. 11)

⁹ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 2)

¹⁰ (CORRO, y otros, 2009 pág. 31)

¹¹ (MANUAL para la inspeccion visual de pavimentos fle, 2006 pág. 1)

¹² (CHANG, 2014)

¹³ (VAZQUEZ Varela, 2002 pág. 9)

¹⁴ (MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones, 2018 pág. 86)

¹⁵ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 511)

Ahuellamiento. - “Cuando el radio de influencia de la zona que se encuentra ahuellada es pequeña, en las capas superiores es donde ocurrirá las deformaciones y cuando el radio de influencia se encuentra amplia, las deformaciones ocurrirán en las capas inferiores¹⁶”.

La severidad del ahuellamiento se divide en 3 niveles:

Tabla 1. Nivel de severidad del Ahuellamiento.

Nivel	Profundidad
Bueno	6mm a 13mm
Malo	13mm a 25mm
Alto	> a 25mm

Fuente: Elaboración Propia



Figura 3. Falla de ahuellamiento

Hundimiento.- “es el deslizamiento hacia abajo de la parte superior del pavimento en un área delimitada. Pueden suceder hundimientos en los filos o interiormente de la carretera. En variedad de casos los hoyos se detectan el momento de una lluvia o cuando ésta ya haya pasado, por la acumulación de agua¹⁷”.

Tabla 2. Nivel de severidad del Hundimiento

Nivel	Profundidad
Bueno	13mm a 25mm
Malo	25mm a 50mm
Alto	> a 50mm

Fuente: Elaboración Propia

¹⁶ (MINISTERIO de Obras Publicas y Comunicaciones, 2016)

¹⁷ (MINISTERIO de Obras Publicas y Comunicaciones, 2016)



Figura 4. Falla de hundimiento

Fisura longitudinal.- Es el fisuramiento que se encuentran paralelamente al eje del pavimento.

Los niveles de severidad de la fisura longitudinal se dividen en 3 niveles:

Fisura simple

Fisura sin sellar

Fisura múltiple



Figura 5. Fisura Longitudinal

Fisura tipo piel de cocodrilo.- Son grietas que están conformadas por pequeños bloques en el pavimento y tiene una similitud a la piel de cocodrilo. La deflexión es causada por las cargas excesivas en el pavimento que afecten a la base, subbase o subrasante siendo inestables, debido a que su espesor no es suficientemente buena para poder soportar las cargas.

La severidad en la fisura tipo piel de cocodrilo se divide en 3 niveles las cuales son:

Fisuras muy finas

Fisuras muy finas a moderadas

Fisuras moderadas a altas.



Figura 6. Fisura tipo piel de cocodrilo

Rotura de bordes.- Son las fallas que aparecen a partir de 30 cm a más del borde exterior del pavimento. Si no se hace mantenimiento necesario se puede dar origen para que aparezcan otros tipos de fallas donde pueda afectar el pavimento en general. La irregularidad que existe en los bordes de las calzadas tendrá como consecuencia la reducción del ancho del carril y el alineamiento horizontal.



Figura 7. Rotura de bordes

Bacheos.- “Es el área de un pavimento donde ha sido nuevamente construido con un nuevo material para la reparación del pavimento dañado”¹⁸.

También el bacheo se usa cuando se termina el desarrollo de una instalación o mantenimiento de un servicio público subterráneo.

Tiene tres niveles de severidad las cuales son:

Será de severidad buena cuando el área reparada tenga muy poco o ningún deterioro.

Será de severidad mala cuando el área reparada se encuentre algo deteriorada.

Será de severidad alta cuando el área reparada se encuentre rigurosamente dañada.



Figura 8. Bacheos

Evaluación superficial del pavimento.- “Las fallas superficiales perciben los defectos que hay en la parte superficial de rodadura debido a fallas que se encuentran en la capa superficial debidamente dicha no guardando concordancia con la parte estructural del pavimento¹⁹”.

“Las fallas superficiales perciben las fallas superficiales del pavimento debido a los daños que se encuentran en la capa asfáltica y no guardan correspondencia con la parte estructural de la carretera ²⁰”.

¹⁸ (MINISTERIO de Obras Publicas y Comunicaciones, 2016)

¹⁹ (MINISTERIO De Transporte y Comunicaciones (Perú), 2013 pág. 195)

²⁰ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 506)

“La inspección visual se puede llevar a cabo mediante el paso de personas con suficiente experiencia para que puedan ir recorriendo y anotando las deficiencias que se encuentran en el pavimento²¹”.

“La superficie de rodadura en los pavimentos tiene como objetivo facilitar a las personas características de seguridad, durabilidad y comodidad²²”.

El método del PCI es un método completo que tiene una ejecución factible y no necesita de herramientas especializadas para poder lograr una evaluación justa en los pavimentos.

El PCI se utiliza para determinar la gravedad de fallas que se pueda encontrar en el pavimento la cual nos permitirá determinar si se necesita realizar un mantenimiento o una reparación.

Índice de Condición del Pavimento.- El “PCI es una metodología que se encarga de evaluar y clasificar objetivamente el estado en el que se encuentra el pavimento ya sea que se encuentre en un mal o en un perfecto estado²³”.

“La metodología del PCI tiene como objetivo establecer la condición en que se encuentran los pavimentos de los aeropuertos a través de observaciones visuales en la parte superficial que se encuentran pavimentadas²⁴”.

“El PCI es la metodología más completa que sirve para poder evaluar y clasificar de manera justa los pavimentos ya sean de tipo flexible o de tipo rígido siendo parte de los modelos de Gestión Vial disponibles²⁵”.

“El PCI es un método numérico que tiene un rango de 0 hasta 100 en donde mediante la inspección visual se lograra identificar y establecer las clases de fallas, las severidades y cantidades²⁶”.

El índice de condición del pavimento es un índice número que se encarga de adquirir el valor de la irregularidad de la superficie y la condición del pavimento a estudiar.

En la siguiente tabla se muestra los rangos con la clasificación del estado en el que se encuentra la carretera:

²¹ (MONTEJO Fonseca, 2002 pág. 508)

²² (OROZCO, 2004 pág. 13)

²³ (VAZQUEZ Varela, 2002 pág. 2)

²⁴ (NORMA ASTM, 2005 pág. 2)

²⁵ (CORRO, y otros, 2009 pág. 41)

²⁶ (MINISTERIO de Obras Publicas, 1999 pág. 7)

Tabla 3. Rangos de la clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-71	Muy Bueno
70-56	Bueno
55-41	Regular
40-26	Malo
25-11	Muy Malo
11-0	Fallado

Fuente: (Pavement Condition Index)

En función al valor de PCI que se obtiene en la evaluación de campo podríamos establecer el nivel de intervención que necesitara el pavimento.

De tal manera se presentará así:

Cuando el pavimento se clasifique en un estado BUENO se intervendrá con mantenimiento

Cuando el pavimento se clasifique en un estado REGULAR se intervendrá con una rehabilitación.

Cuando el pavimento se clasifique en un estado MALO se intervendrá con una nueva construcción.

Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

Paso N° 1: “En la primera etapa se desarrollará un trabajo in situ donde se identificará las fallas considerando la severidad, la clase y la magnitud de los daños²⁷”.

²⁷ (VAZQUEZ Varela, 2002 pág. 3)

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

Figura 9. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

PASO N° 2: Se dividirá el pavimento estudiado en unidades de muestreo cuyas longitudes van a variar de acuerdo al ancho de la calzada.

Unidades de Muestreo.- “En vías con capa de rodadura construida con asfalto y las que tengan un ancho que sea menor a 7.30 m: El área de la unidad de muestreo que se considerara deberá estar en el rango entre $230 \pm 93 \text{ m}^{28}$ ”.

“Para poder adquirir el número mínimo de muestras se aplicara una ecuación, la cual originara un dato del $\text{PCI} \pm 5$ medio verdadero teniendo una confiabilidad del 95 %²⁹”.

“La unidad de muestra en un pavimento se refiere a una subdivisión de la sección que tiene el pavimento con un rango estandarizado de tamaño³⁰”.

²⁸ (VAZQUEZ Varela, 2002 pág. 3)

²⁹ (PROPUESTA de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condicion del pavimento (PCI), 2019 pág. 63)

³⁰ (NORMA ASTM, 2005 pág. 3)

Tabla 4. Longitudes de las unidades de muestreo asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: (Vázquez Varela, 2002)

PASO N° 3: Se determinará las Unidades de Muestreo para Evaluación. - “Cuando se evalúa una investigación se observará las unidades de muestreo, pero de no lograrse se calculará el número mínimo de muestreo de la siguiente manera mediante una ecuación la cual debe tener un estimado del PCI que es un ± 5 del promedio verdadero³¹”

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

Donde:

n: significa el número mínimo de unidades de muestreo.

N: significa el número total de unidades de muestreo.

e: significa el error admisible.

σ : es la desviación estándar del PCI.

PASO N° 4: Se selecciona las Unidades de muestreo para inspección teniendo un intervalo de muestreo de la siguiente manera:

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

Donde:

N: Número máximo de unidades de muestro

n: Mínimo número de unidades para evaluar

i: Intervalo de muestreo, redondeando al número entero siendo inferior.

³¹ (VAZQUEZ Varela, 2002 pág. 4)

PASO N° 5: Se desarrollará el cálculo para pavimentos con Capa de Rodadura Asfáltica dividiéndolo en 4 etapas las cuales son:

Primera etapa: Se calculará los valores deducidos de la siguiente manera.

Primero se totalizará cada falla que se encuentre en el pavimento teniendo en cuenta la severidad del daño que esta tenga.

Luego se pasará a calcular la densidad en porcentaje dividiendo la cantidad de clase de daño entre el área total de las unidades de muestreo.

Se determinará el valor deducido mediante las curvas de daño para cada tipo que se adjuntan al final del proyecto de investigación.

Segunda etapa: Se calculará el número máximo admisible de valores deducidos (m)

Si el valor deducido es mayor a 2 se usará el Valor deducido total en lugar que el valor deducido corregido, de lo contrario se desarrollará esta ecuación:

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

Donde:

m_i : Número máximo de “valores deducidos”.

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

Tercera etapa: Se calculará el Máximo Valor deducido Corregido.

Primero se determinará el número de los valores deducidos “q” que tienen que ser superiores a 2.

Se determinará el valor deducido total realizando la suma de todos los valores deducidos.

Se determinará el CDV “q” y el valor deducido total en la curva de corrección.

Se reducirá a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y se tendrá que repetir los 3 primeros pasos de esta etapa hasta que “q” tenga el valor de 1.

El máximo CDV es el mayor de los CDV que se han conseguido durante estos cálculos.

Cuarta etapa: Se calculará el PCI de la unidad restando 100 el máximo CDV que se adquirió en los cálculos de la Etapa 3.

PASO N° 6: Se calculará el PCI de una sección de pavimento. - “Una sección de pavimento consta de diversas unidades de muestreo. En el caso que todas las unidades de muestreo son clasificadas, el PCI de la sección consistirá en el

promedio de los PCI que se calcularon anteriormente en las unidades de muestreo³².

Si en el cálculo se usan unidades de muestreo de manera adicional se hallará un promedio que se calcular de la siguiente manera:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Donde:

PCIs: PCI que se obtiene en la sección del pavimento.

PCIr: PCI promedio de las unidades de muestreo representativos.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo que han sido adicionadas.

N: Cantidad total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo registradas.

Índice Internacional de Rugosidad IRI.- “El IRI es un indicador de la irregularidad de la superficie de la carretera; que representa la diferencia entre el perfil longitudinal teórico y el perfil longitudinal real que existe en el momento de la medición³³”.

Según Caro (2012), “El IRI, se define como al índice de comodidad de rodadura, que de tal manera establece el parámetro de la vía que perciben las personas”³⁴

“El IRI es el índice de rugosidad estándar de gestión de pavimentos empleados para recolectar datos cuantitativos de fallas longitudinales en la superficie del pavimento³⁵”.

“Al momento de decretar la rugosidad en una carretera se basara en emplear la distribución de las desviaciones que se encuentran en la superficie con relación a una cuerda promedio”³⁶

³² (VAZQUEZ Varela, 2002 pág. 8)

³³ (ANALISIS de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados, 2006 pág. 19)

³⁴ (ANALISIS y Criterio para Indice de Rugosidad Internacional (IRI), 2012 pág. 60)

³⁵ (THE Profiling of International Roughness Index (IRI) Based on Lagrangian Method, 2018 pág. 886)

³⁶ (DEL Aguila Rodriguez pág. 5)

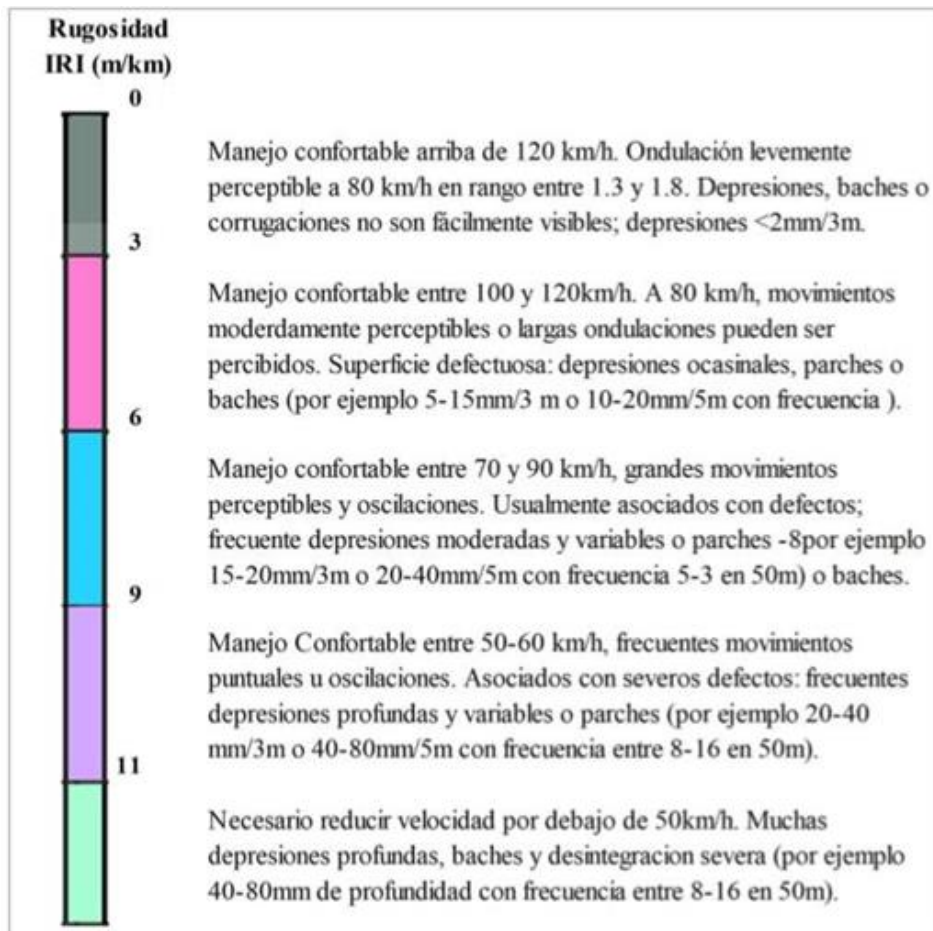


Figura 10. Escala de estimación de la rugosidad de las carreteras

A continuación, se presentará un gráfico donde se muestre la escala de Rugosidad:

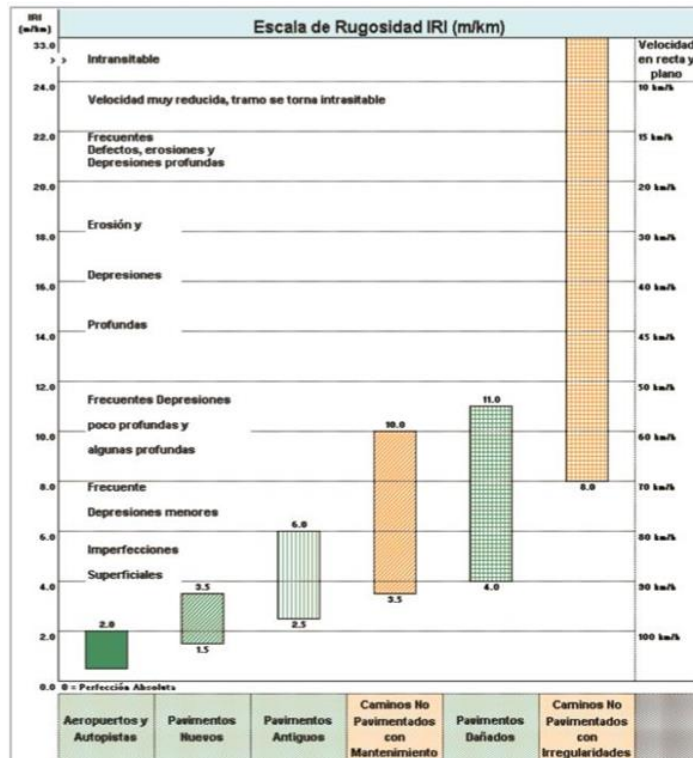


Figura 11. Escala de Rugosidad IRI (m/km)

Los datos del estado de carretera serán clasificados en 4 niveles para la visualización:

Tabla 5. Estado vial según la rugosidad

ESTADO	PAVIMENTADAS	NO PAVIMENTADAS
BUENO	$0 < IRI \leq 2.8$	$IRI \leq 6$
REGULAR	$2.8 < IRI \leq 4.0$	$6 < IRI \leq 8$
MALO	$4.0 < IRI \leq 5.0$	$8 < IRI \leq 10$
MUY MALO	$5.0 < IRI$	$10 < IRI$

Fuente: MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones)

Rugosímetro de Merlín.- “Se define como una herramienta versátil, sencilla, considerada principalmente para el uso de países en vías que se estén en constante desarrollo³⁷”.

El método que usa Merlín para la medición se calificara como un método de clase 1 ya que cuando fue creado como una variación de un perfilómetro estático lograba obtener los resultados con gran exactitud.

³⁷ (DEL Aguila Rodriguez pág. 6)

El equipo de Merlín es una unidad de diseño simple que consta de un marco compuesto por dos elementos verticales y un elemento horizontal. Para facilitar el movimiento y el funcionamiento, el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el elemento trasero cuenta con dos apoyos laterales, uno hacia el lado derecho para la fijación del dispositivo al suelo durante la prueba, y el otro en el lado izquierdo para colocar el equipo³⁸.



Figura 12. Rugosímetro de Merlín

La similitud de los resultados que se obtienen con el MERLIN, mediante escala del IRI, tendrá un coeficiente de determinación igual a la unidad ($R^2=0.98$).

Para la ejecución de ensayo del Rugosímetro de Merlín se comprobará que el equipo este calibrado para poder ser usado correctamente en campo. Así mismo se necesitará de 2 personas que se encargaran de conducir el equipo, realizar la lectura y anotaciones, seleccionando una longitud de 400m sobre un carril.

Luego se efectuarán 200 observaciones la cual ayudara para determinar la rugosidad de las irregularidades que presenta el pavimento que serán detectadas por el patín de Merlín. Las observaciones se realizan estacionando el equipo con una distancia de cada 2m teniendo como referencia la circunferencia de la rueda del equipo.

El equipo debe estar estacionado en 3 puntos fijos, donde el puntero desarrollara la lectura donde se anotarán cada observación, teniendo como formato un cuadro dividida por 20 filas y 10 columnas que se llenaran de arriba hacia abajo.

³⁸ (DEL Aguila Rodriguez)

Teniendo como proceso de ejecución con una velocidad de 2km/h, estacionando al equipo al inicio del pavimento que se estudiara esperando que el puntero este estabilizado para así poder tomar las lecturas que serán anotadas por el auxiliar. Luego el encargado de manipular el equipo tomara al instrumento por las manijas desplazando la distancia vista anteriormente que equivale a una vuelta de la rueda y así sucesivamente hasta completar las 200 observaciones teniendo como recomendación situar la rueda en la misma posición para que el trabajo sea más factible.

Método para el cálculo de rugosidad

Comenzamos por desarrollar el cálculo del Rango “D”: donde se analiza la distribución de los datos obtenidos con MERLIN calculando la distribución de frecuencia de las lecturas asumidas por el puntero. Luego se establece el Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D), para así descartar el 10% de datos que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas.

Sucesivamente se hallará el factor de corrección para el ajuste de “D” mediante la siguiente fórmula:

$$F. C = \frac{(EP \times 10)}{[(LI - LF) \times 5]}$$

Donde:

EP: Espesor de la pastilla.

LI: Primera posición del puntero.

LF: Ultima posición del puntero.

Luego se hará la variación de relación de brazos donde se emitirá dos posiciones para el patín de brazo.

Se desarrollará el cálculo del Rango “D” corregido modificando el primer cálculo del rango “D” según el factor de correlación y la relación de brazos que se decidió emplear.

Finalmente se determina la rugosidad en la escala del IRI tomando en cuenta estas dos ecuaciones:

Cuando $2.4 < IRI < 15.9$, entonces $IRI = 0.593 + 0.0471 * D * F$

Cuando $IRI < 2.4$, entonces $IRI = 0.0485 D$

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

La “investigación descriptiva tiene como objetivo especificar las características y rasgos transcendentales de cualquier fenómeno que se tenga que analizar³⁹”.

En esta investigación se desarrolla con una investigación descriptiva ya que se detallarán los hechos que han sido observados visualmente en campo.

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

La “investigación no experimental se refiere a los estudios que se ejecutan sin tener que manipular adrede las variables y en donde sólo se tendrán que observar los fenómenos en su ambiente natural para posteriormente poder ser analizados⁴⁰”.

En la siguiente investigación se considerará un no experimental debido a que no se manipulará a las variables.

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

“El enfoque cuantitativo emplea la recaudación de datos para comprobar la hipótesis, teniendo como sustento las mediciones numéricas y los análisis estadísticos, constituyendo los patrones de comportamiento y probando las teorías⁴¹”.

Esta investigación se considerará de enfoque cuantitativo ya que se hará una recaudación de datos en campo.

3.2 Variables y operacionalización

Puede definirse a una variable como un rasgo, característica o naturaleza que puede o no existir en un individuo, un grupo o una sociedad; puede presentarse de diferentes formas durante todo el proceso de investigación, y también puede ser presentado en diferentes grados o métricas⁴².

La variable independiente de la presente investigación es “El método PCI y Rugosímetro de Merlín”, así como la variable dependiente es la “Evaluación del pavimento flexible.

La operacionalización corresponde a determinar las categorías de variables e indicadores.

³⁹ (TAMAYO, 2003 pág. 46)

⁴⁰ (CARRAZCO Díaz, 2005 pág. 71)

⁴¹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2010 pág. 4)

⁴² (ROJAS Soriano, 1985 pág. 182)

Las escalas ordinales distinguen los diversos valores de las variables simplemente ordenándolos según un rango. Encuentran que hay una gradación entre un valor de la escala y otro, por lo que cada uno de ellos es mayor que el anterior y menor que el siguiente⁴³.

La escala de razón conserva todos los atributos del caso anterior, pero también agrega la existencia de un valor cero reales, lo que posibilita ciertas operaciones matemáticas como la obtención de razones y cocientes⁴⁴

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

“La población es un conjunto de todos los casos que coinciden con determinadas especificaciones”⁴⁵.

En dicha investigación, la población será la vía de ingreso a Pucusana que comprende de distancia 5.343km de longitud aproximadamente en el distrito de Pucusana, ya que es la más representativa de este Distrito.

Muestra:

“La muestra es una parte de los elementos que corresponden a ese conjunto determinado en sus características llamada población⁴⁶”.

La muestra que se considerará es 1 km desde la entrada de Pucusana hasta el paradero 1 de la Asociación residencial El Bosque del distrito de Pucusana

Muestreo:

El “muestreo es una herramienta de gran importancia en la averiguación, ya que el investigador logrará seleccionar las unidades que se usará para poder obtener los datos e información acerca de la población que se investigará⁴⁷”

El muestreo se considerará de tipo No Probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos:

La “recaudación de datos consiste en procesar un plan donde se detalle los procedimientos que nos ayude a reclutar datos con una intención específica⁴⁸”.

⁴³ (BEHAR Rivero, 2008 pág. 74)

⁴⁴ (BEHAR Rivero, 2008 pág. 75)

⁴⁵ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2010 pág. 174)

⁴⁶ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2010 pág. 175)

⁴⁷ (GOMEZ Bastar, 2012 pág. 34)

⁴⁸ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 198)

La técnica que se usara es la observación visual para poder rellenar la recaudación de datos que tendremos en la investigación.

Instrumento:

El “instrumento de medición es la técnica con el cual la persona que se encarga de investigar utilizará para poder registrar la información de las variables escogidas que se investigará⁴⁹”. Los instrumentos que se usaran son:

El formato para la recolección de datos.

Hoja de campo para la medición del IRI.

Manual del PCI

Manual del Rugosímetro de Merlín

Validez:

La “validez consiste en el grado donde un instrumento en realidad medirá la variable que desde un comienzo se tiene como objetivo medir⁵⁰”.

La validez se hallará mediante los resultados de la evaluación que se hizo en el pavimento flexible escogido.

Confiabilidad:

La “confiabilidad consiste en el grado de un instrumento donde mediante la aplicación origina resultados sólidos y coherentes⁵¹”.

La confiabilidad se encuentra establecida en la experiencia de los especialistas y la experiencia del ingeniero asesor ya que ellos serán colaboradores en esta investigación.

3.5 Procedimiento

Durante el desarrollo de la investigación se realizará el reconocimiento de las fallas y el nivel de severidad encontradas en el pavimento a estudiar para luego iniciar a evaluar con los métodos del PCI mediante unidades de muestras y del Rugosímetro de merlín mediante el índice de rugosidad, ya que son los ensayos que hemos determinado aplicar, para determinar en qué estado se encuentra parte de la vía de ingreso a Pucusana.

⁴⁹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 199)

⁵⁰ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 201)

⁵¹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 200)

3.6 Método de análisis de datos

Al ya tener los datos conseguidos mediante la evaluación realizada en campo se pasará a determinar los resultados mediante los métodos planteados para evaluar si tiene o no validez la hipótesis planteada.

3.7 Aspectos éticos

Al realizar la investigación de manera responsable y honesta, se finalizó tomando en cuenta los formatos de las citas y referencias mediante la norma ISP 690, a fin de evitar plagios. Se evaluará el pavimento flexible de la vía de ingreso a Pucusana mediante el método de PCI y el Rugosímetro de Merlín para determinar en qué condiciones se encuentra. Las conclusiones referidas al tema que se estudiara serán realizadas en función a los resultados obtenidos en campo.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana, 2021”

Ubicación política:

El distrito de Pucusana se encuentra dentro de los 43 distritos que pertenecen a la provincia de Lima – departamento de Lima.



Figura 13: Mapa de la región Lima



Figura 14: Mapa Político del Perú

Ubicación del proyecto

El estudio se desarrollará en el Distrito de Pucusana, Provincia y departamento de Lima.

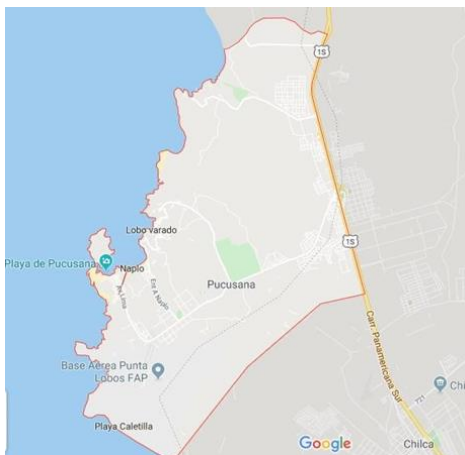


Figura 15: Mapa distrital de Pucusana

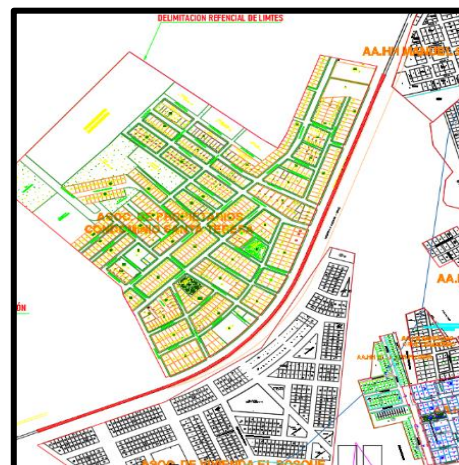


Figura 16: Mapa de zona de estudio

Límites:

Norte : Con el distrito de Santa María del Mar.
Sur : Con el Océano Pacífico.
Este : Con la provincia de Cañete
Oeste : Con el Océano Pacífico.

Ubicación geográfica:

El distrito de Pucusana cuenta con las siguientes coordenadas UTM: 12° 25' 00" S y °76 47' 00"O, teniendo como una superficie aproximada de 37,83 km², también cuenta con una altitud de 15 m.s.n.m, y contando hasta el año 2017 con una población de 14.891 habitantes.

Vía de acceso:

Para llegar al distrito de Pucusana es por la Panamericana Sur llegando hasta el puente de Pucusana la cual se encontrará con la vía de ingreso hacia la zona pueblo del distrito.

Clima:

El clima en el distrito de Pucusana es variado ya que en temporada verano bochornoso, árido y nublado, de tal manera que en la temporada de invierno es fresco, ventoso, y mayormente despejado. Durante el transcurso del año la temperatura suele variar entre 15° C a 26°C.

Resultados de ensayos:

Con respecto al primer objetivo específico que es determinar las fallas encontradas en el pavimento flexible de la vía de ingreso a Pucusana, se exhibe el cuadro de fallas obtenidos en la evaluación del pavimento utilizando la aplicación del método PCI.



Figura 17. Reconocimiento de las fallas



Figura 18. Toma de datos de fallas

Tabla 6.- Resultado de fallas localizadas

FALLA	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	N° DE FALLAS	%
1	PIEL DE COCODRILO	M2	19	32.20
2	EXUDACION	M2	00	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	17	28.81
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	ML	00	0.00
5	CORRUGACION	M2	00	0.00
6	DEPRESION	M2	03	5.08
7	GRIETA DE BORDE	ML	03	5.08
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	ML	00	0.00
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	ML	00	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	13	22.03
11	PARCHEO	M2	00	0.00
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	M2	00	0.00
13	HUECOS	M2	02	3.39
14	CRUCE DE VIA FERREA	M2	00	0.00
15	AHUELLAMIENTO	M2	02	3.39
16	DESPLAZAMIENTO	M2	00	0.00
17	GRIETA PARABOLICA	M2	00	0.00
18	HINCHAMIENTO	M2	00	0.00
19	DESPLAZAMIENTO DE AGREGADOS	M2	00	0.00
TOTAL			59	100.00

Fuente: Propia

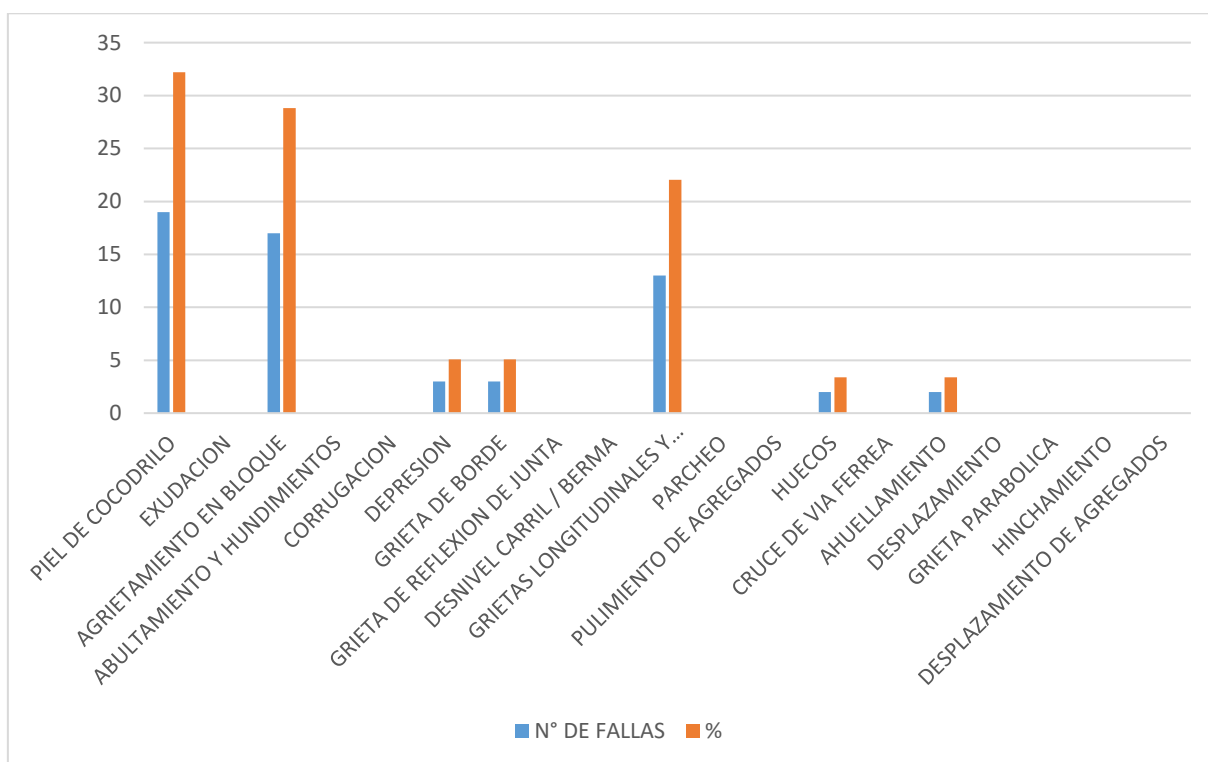


Gráfico 1. Fallas existentes en el pavimento

En la tabla y grafico que se muestra líneas arriba, nos indica que mediante el método PCI se identificó a 7 fallas de 19 consideradas, siendo la falla piel de cocodrilo la más repetitiva en el pavimento estudiado con el 32.20%, y las fallas huecos y ahuellamiento con el 5.08% respectivamente son las que menos se repiten. Y así mismo mencionamos que el Rugosímetro de merlín, es un instrumento que no mide las fallas de un pavimento flexible.

Continuando con el segundo objetivo específico que es determinar la severidad de las fallas encontradas en el pavimento flexible de la vía de ingreso a Pucusana se presenta la cantidad de fallas con su respectivo nivel de severidad que estas han tenido.



Figura 19. Falla piel de cocodrilo con severidad alta



Figura 20. Falla de grieta longitudinal y transversal con severidad media.

Tabla 7.- Severidad de fallas localizadas

Nivel de Severidad	N° de fallas	Porcentaje%
H	44	74.58 %
M	15	25.42 %
L	0	0 %
	59	100%

Fuente: Propia

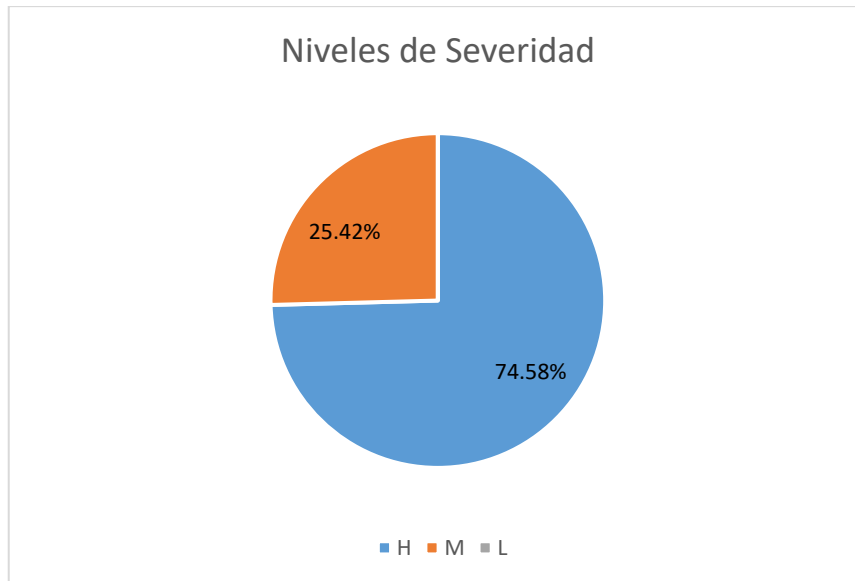


Gráfico 2. Niveles de severidad de fallas localizadas

Puede verse en la tabla y gráfico que mediante el método PCI se han identificado a 44 fallas que cuentan con el nivel de severidad alta, 15 fallas que se encuentran en severidad media, y ninguna falla en severidad baja. Y así mismo mencionamos que el Rugosímetro de merlín, es un instrumento que mediante la aplicación de la rugosidad no se reconoce el nivel de severidad de las fallas.

Así mismo, continuando con el tercer objetivo específico que se determinara la condición del pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana, se presenta el estado en que se encuentra el pavimento mediante ambos métodos.



Figura 21. Falla de grieta de bordes identificada en la U6.



Figura 22. Evaluación con merlín del carril izquierdo.

Tabla 8.- Estado del pavimento de las unidades de muestras evaluadas

Unidad de muestra	Progresiva	Área de muestra m ²	PCI de la muestra	Estado de la muestra	PCI de la sección	Estado de la sección
U1	00+000	300.00m ²	12	Muy Malo	14.04	Muy Malo
U2	00+050	300.00m ²	23	Muy Malo		
U3	00+100	300.00m ²	9	Fallado		
U4	00+150	300.00m ²	10	Fallado		
U5	00+200	300.00m ²	20	Muy malo		
U6	00+250	300.00m ²	11	Fallado		
U7	00+300	300.00m ²	11	Fallado		
U8	00+350	300.00m ²	11	Fallado		
U9	00+400	300.00m ²	31	Malo		
U10	00+450	300.00m ²	18	Muy Malo		
U11	00+500	300.00m ²	8	Fallado		
U12	00+550	300.00m ²	13	Muy Malo		
U13	00+600	300.00m ²	18	Muy Malo		
U14	00+650	300.00m ²	18	Muy Malo		
U15	00+700	300.00m ²	10	Fallado		
U16	00+750	300.00m ²	15	Muy Malo		
U17	00+800	300.00m ²	8	Fallado		
U18	00+850	300.00m ²	7	Fallado		

Fuente: Elaboración Propia

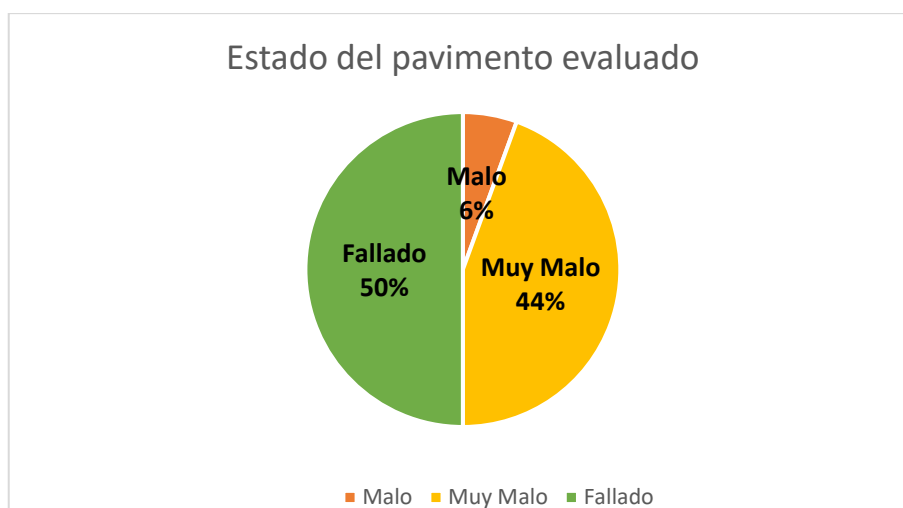


Gráfico 3. Estado del pavimento evaluado

Tabla 9.- Rugosidad de los carriles del pavimento evaluado.

DESCRIPCIÓN	TRAMO	U1	U2	U3	IRI PROMEDIO	IRI PROMEDIO DEL PAVIMENTO
IRI	CARRIL DERECHO	3.87 m/km	3.48 m/km	4.12 m/km	3.82 m/km	4.11 m/km
IRI	CARRIL IZQUIERDO	4.15 m/km	4.22 m/km	4.83 m/km	4.40 m/km	

Fuente: Elaboración propia

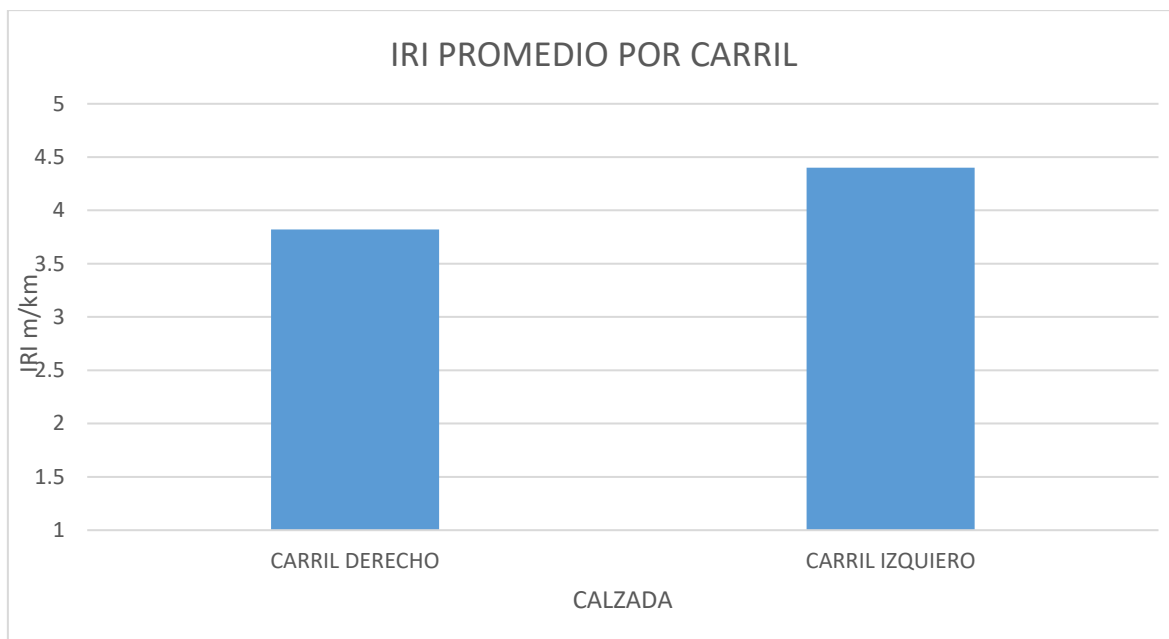


Gráfico 4. Índice de rugosidad promedio por carril estudiado

Tabla 10.- Comparación de los resultados del estado del pavimento.

N°	METODO Y/O ENSAYO	ESTADO DEL PAVIMENTO
1	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY MALO
2	RUGOSIMETRO DE MERLIN	MALO

Fuente: Elaboración propia

En las tablas y gráficos que se presentan líneas arriba, nos indican que mediante la evaluación del pavimento aplicando el método PCI se determinó que el pavimento vía de ingreso a Pucusana, se encuentra en un estado Muy Malo, mientras que evaluando con el Rugosímetro de Merlín se determinó que el pavimento se encuentra en un estado malo.

Culminando con los objetivos específicos que se determinara los costos de los ensayos utilizados como el PCI y Rugosímetro de Merlín en la evaluación del pavimento flexible de la vía de ingreso a Pucusana.

Tabla 11.- Costos de ambos métodos.

N°	ENSAYO Y/O METODO	PRECIO S/.
1	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	S/. 1700.00
2	RUGOSIMETRO DE MERLIN	S/. 200.00
	TOTAL	S/. 1900.00

Fuente: Elaboración Propia

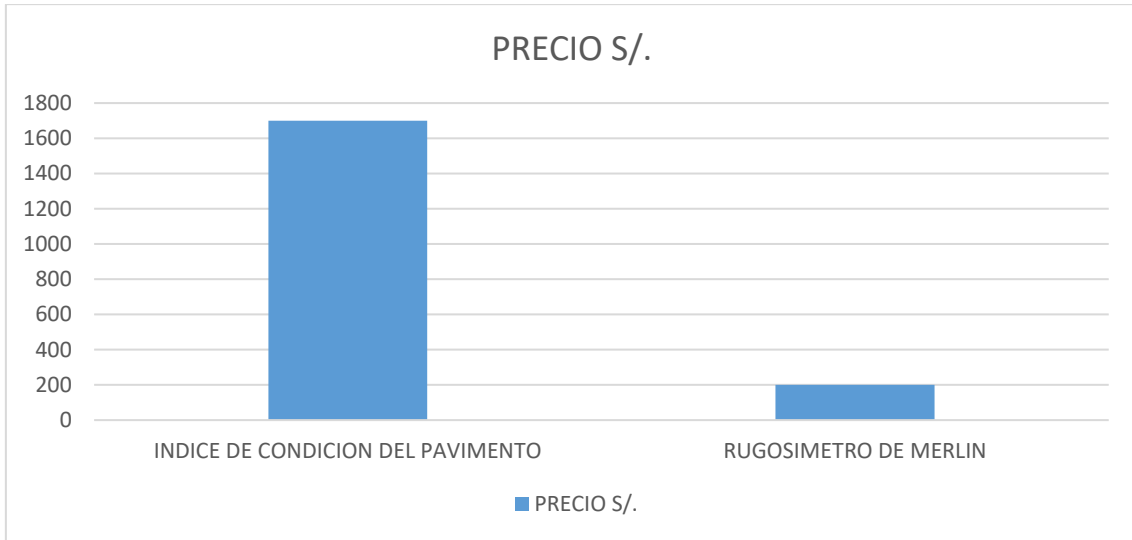


Gráfico 5. Precios de los ensayos y/o métodos utilizados.

Se puede apreciar en la tabla y grafico que el Rugosímetro de Merlín es el ensayo más económico a diferencia del método PCI, en la evaluación del pavimento flexible.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a mi investigación se determinó 7 tipos de fallas de 19 posibles, obteniendo un total de 59 encontradas en el pavimento de la vía de ingreso a Pucusana siendo la falla piel de cocodrilo la más encontrada con el total de 19 en todo el pavimento. Comparando con el tesista Huaccha (2019), que desarrolla la evaluación del pavimento de la Av. Mario Urteaga divididas en dos tramos con una longitud de 516.82m y 463.62m respectivamente, obteniendo como resultado el total de 210 fallas siendo las más habituales la grieta de borde, parcheo, huecos. Por lo tanto se puede decir que a pesar de tener la misma distancia de evaluación el tesista Huaccha pudo determinar más cantidad de fallas en el pavimento estudiado.

Tabla 12.- Comparación de N° de fallas

	TOTAL DE FALLAS ENCONTRADAS	CANTIDAD DE TRAMOS Y/O CALZADA
INVESTIGACION PROPIA	59 Fallas	1 CALZADA
TESISTA HUACCHA (2019)	210 fallas	2 TRAMOS

Fuente: Elaboración Propia

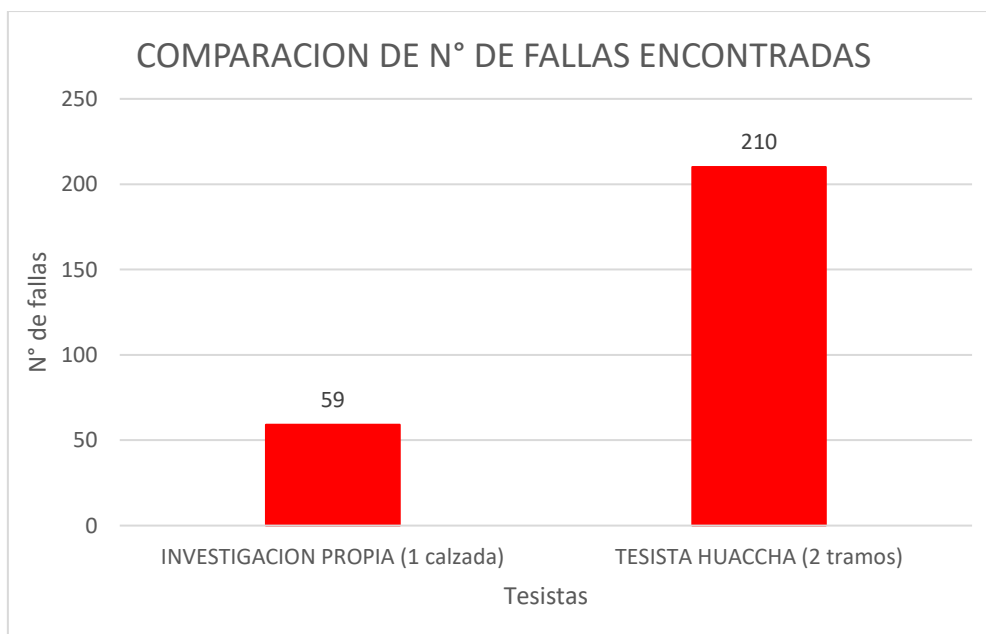


Gráfico 6: Comparación de cantidad de fallas encontradas en la evaluación del pavimento

Con respecto a la evaluación del pavimento en mi investigación se determinó la severidad de las fallas encontradas, la cual cuentan con el 74.58% de severidad alta, 25.42% de severidad media, y con el 0% de severidad baja, así mismo en la investigación de Muñoz (2018), realizó la evaluación del tramo 3 de la carretera interoceánica norte Perú – Brasil que consta de 22 kilómetros, la cual obtuvo fallas con severidad alta con el 11.4%, con severidad media con el 28.5% y severidad baja con el 60.1% que es la que más resaltó en las severidades de las fallas. Por lo tanto en comparación de ambos resultados, se puede decir que ambos pavimentos cuentan con un diferente porcentaje y tipo de severidad, la cual Muñoz al contar con un porcentaje mayor de severidad baja su pavimento estudiado se encuentra en mejor estado que el de mi investigación.

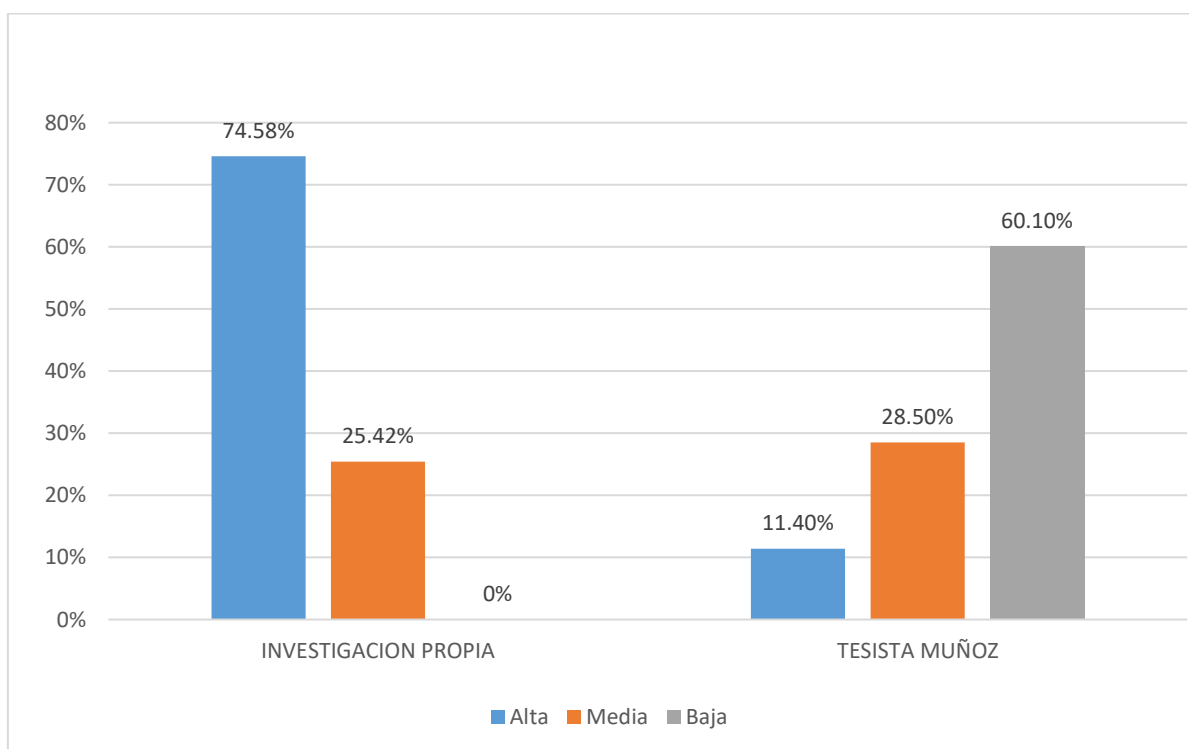


Gráfico 7. Comparación de severidad de fallas evaluadas en ambas investigaciones

Para determinar el estado en el que se encuentra el pavimento se realizó la evaluación mediante el método PCI y el Rugosímetro de Merlín, la cual aplicando la metodología del PCI se hizo la evaluación de un tramo total de 900m, divididos en unidades de muestra, la cual nos dio como resultado el estado general del pavimento encontrándose en el rango de 10 a 25 correspondiente a un pavimento en estado Muy Malo con un valor de 14.04. Para el cálculo de rugosidad se evaluó

un tramo total de 1 km y se trabajó con el equipo de Rugosímetro de Merlín tomando lecturas cada 2.00 metros, determinándose que se evaluara tanto el carril derecho como el izquierdo cada 400m por duplicado y 200m. Se obtuvo como resultado que el Iri promedio del carril derecho es 3.82m/km y el iri promedio del carril izquierdo es 4.40 m/km, para luego determinar el Iri general del pavimento estudiado la cual cuenta con el valor de 4.11 m/km encontrándose con un estado de condición Mala según los rangos dados por el Ministerio de transporte y comunicaciones. En la tesis de Huaccha (2019), mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín evaluó la Av. Mariano Urteaga dividiendo en dos tramos, contando con 2 carriles cada tramo, y mediante el método de PCI determino que el tramo A se encuentra en una condición Muy buena con un valor de PCI de 71.63 y el tramo B está en una condición Pobre con un valor de PCI de 28.48. Para el cálculo de la rugosidad, en el tramo A se dividió en dos carriles las cuales se obtuvieron como resultados que el carril 1 tuvo una rugosidad promedio de 4.15 m/km y el carril 2 tuvo una rugosidad promedio de 3.35 m/km, determinado que el tramo A cuenta con depresiones ocasionales, de igual manera se evaluó el tramo B dividiéndose en 2 carriles la cual el carril 3 conto con una rugosidad de 7.07 m/km y el carril 4 con una rugosidad de 6.64 m/km, encontrándose con depresiones y parches. Por lo tanto, en mi investigación se pudo determinar que tanto el método PCI como el Rugosímetro de Merlín coinciden con el resultado de la evaluación, de igual manera Huaccha determina que en sus tramos estudiados ambos métodos coinciden pero siendo el Rugosímetro de Merlín el método con más precisión ya que el PCI no proporciona la medición directa de la resistencia de la rodadura.

VI. CONCLUSIONES

1. Tras la evaluación del pavimento flexible de la vía de ingreso a Pucusana, se pudo determinar mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín que el pavimento se encuentra en un estado deteriorado requiriendo la atención para su mantenimiento y/o rehabilitación respectiva.
2. Mediante la evaluación del pavimento de la vía de ingreso a Pucusana se determinó que existen 59 fallas encontradas en el pavimento dividiéndose en 7 tipos de fallas, la cual la más frecuente es la falla piel de cocodrilo con un valor de 32.20% y la menos frecuente son las fallas huecos y ahuellamiento con un valor de 5.08 % respectivamente.
3. Mediante la evaluación se pudo determinar que de la cantidad de fallas encontradas en el pavimento la mayoría se encuentra con severidad alta lo cual el desperfecto de la estructura del pavimento puede ser grave.
4. Al aplicar los métodos de PCI y Rugosímetro de Merlín se adquirieron los siguientes resultados: El pavimento de la vía de ingreso a Pucusana cuenta con un PCI de 14.04 encontrándose en una condición Muy Mala y mediante la aplicación con el Rugosímetro de Merlín el pavimento cuenta con una rugosidad de 4.11 m/km encontrándose en una condición Mala.
5. Según lo cotizado por la empresa que prestó sus servicios para desarrollar ambos ensayos, se determinó que el más económico es el Rugosímetro de Merlín a diferencia del método PCI.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la municipalidad de Pucusana realizar a corto plazo la reparación de las fallas superficiales identificadas en el pavimento estudiado.
- Se recomienda realizar ensayos destructivos mediante calicatas con el fin de determinar el estado estructural del pavimento como la base y sub base existente.
- Se recomienda realizar la evaluación de los pavimentos flexibles cuyo periodo de servicio ya se encuentra más del 50%, con el fin de tomar decisiones para una mayor intervención de los pavimentos existentes.
- Al ejecutar una evaluación general del pavimento se recomienda utilizar el método PCI ya que mide tanto las fallas superficiales como las fallas estructurales.
- Al realizar una evaluación superficial se recomienda utilizar el método de Rugosímetro de Merlín por ser más económico.

REFERENCIAS

- AMAYA Camargo, Andrés Fernando y Rojas Guavita, Efraín Esteban. 2017. *Análisis comparativo entre metodologías Vizir y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá*. Universidad Santo Tomás : s.n., 2017. Tesis (Ingeniero Civil)
- ANALISIS de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados. Pradena Miquel, Mauricio. 2006. 2, Santiago: s.n., Diciembre de 2006, Revista de la Construcción, Vol. V, págs. 16-22. ISSN: 0717-7925.
- ANALISIS y Criterio para Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Caro Rivera, Fernando. 2012. 1, Enero - Junio de 2012, Intekhnia, Vol. 7, págs. 57 - 72. ISSN: 1900 - 7612.
- BECERRA Delgado, Andrés Esteban y SANCHEZ Reynoso, Pablo Sebastián. 2018. *Evaluación de la condición del pavimento del Sector El Valle y su marco sostenible*. Universidad de Cuenca. Ecuador : s.n., 2018. Tesis (Ingeniero Civil).
- BEHAR Rivero, Daniel Salomón. 2008. *Metodología de la investigación*. s.l. : Shalom, 2008. ISBN 978-959-212-783-7.
- CARRAZCO Díaz, Sergio. 2005. *Metodología de la investigación científica*. Primera. s.l. : San Marcos, 2005. pág. 473. ISBN:9972-34-242-5.
- CATALOGO de deterioros de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba. VALDEZ Martínez, Lilibet y ALONSO Aenille, Anadelys. 2017. 11, Agosto de 2017, Revista de Arquitectura e Ingeniería. ISSN: 1990-8830.
- CCASANI Bravo, Mayra y FERRO Molina, Yadelis. 2017. *Evaluación y Análisis de Pavimentos en la Ciudad de Abancay, para Proponer una Mejor Alternativa Estructural en el Diseño de Pavimentos*. Universidad Tecnológica de los Andes. Apurímac: s.n., 2017. Tesis (Ingenieros Civiles).
- CHANG, Carlos. 2014. Pavimentos Rígidos y Flexibles. *Viabilidad y Transporte Latinoamericano*. [En línea] 2014. Disponible en: <http://vialidadytransporte.com/noticia/17-pavimentos-rigidos-versus-flexibles-mitos-realidades>.
- CORRO, Meylin, CORREDOR, Gustavo y URBAEZ, Ernesto. 2009. *Manual de Evaluación de pavimentos*. 2009. pág. 248. Vol. III.

DEL Águila Rodríguez, Pablo. *Manual del Usuario Merliner - Merlin Equipo para Rugosidad*. pág. 22.

DESARROLLO de curvas de deterioro para pavimentos flexible y factor de incertidumbre.

FLEXIBLE Pavement Evaluation: A case study. SHAMIL Ahmed, Flamarz Al-Arkawasi. 2017. 3, Agosto de 2017, Kurdistan Journal of Applied Research, Vol. II, págs. 292-301. ISSN:2411-77006.

GOMEZ Bastar, Sergio. 2012. *Metodología de la Investigación*. Primera. S.I. : Red Tercer Milenio s.c., 2012. pág. 88. ISBN: 978-607-733-149-0.

GONZALEZ Chavez, Carlos Santiago. 2015. *Fallas en el pavimento flexible de la Avenida vía de Evitamiento Sur, Cajamarca*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca: s.n., 2015. Tesis (Ingeniero Civil).

HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Maria Del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta. s.l. : McGRAW-HILL, 2014. pág. 613. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

—. 2010. *Metodología de la investigación*. Quinta. s.l. : McGRAW-HILL, 2010. pág. 600. ISBN: 978-607-15-0291-9.

HUACCHA Montenegro, Cristhian Jhon. 2019. *Evaluación del pavimento de la Av. Mario Urteaga mediante el rugosímetro de Merlín y el método PCI para determinar el estado de condición del pavimento, 2019*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca: s.n., 2019. Tesis (Ingeniero Civil).

LEGUIA Loarte, Paola y PACHECO Risco, Hans. 2016. *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)*. Universidad San Martín de Porres. Lima : s.n., 2016. Tesis (Ingenieros Civiles).

MANUAL para la inspección visual de pavimentos fle. 2006. *Universidad de Colombia* .2006. pág. 43.

MINISTERIO de Economía y Finanzas. 2015. *Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública de Carreteras*. Primera. s.l. : SNIP Perú, 2015. pág. 107.

MINISTERIO de Obras Públicas y Comunicaciones. 2016. *Identificación de fallas en pavimento y técnicas de reparación*. 2016. pág. 212.

MINISTERIO de Obras Públicas, Dirección de Aeropuertos. 1999. *Programa de Diagnóstico y seguimientos de pavimentos PCI*. 1999. pág. 39.

MINISTERIO de Transporte y Carreteras. 2013. *Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. 2013. pág. 346.

MINISTERIO De Transporte y Comunicaciones (Perú). 2013. *Especificaciones Técnicas generales para construcción*. Lima : s.n., 2013. pág. 1274.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. 2018. *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial*. 2018. pág. 284.

MONTEJO Fonseca, Alfonso. 2002. *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Segunda. 2002. pág. 733. ISBN: 958-96036-2-9.

MUÑOZ Salazar, Luis Angel. 2018. *Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera interoceánica norte Perú – Brasil aplicando el método PCI*. Universidad Privada del Norte: s.n., 2018. Tesis (Ingeniero Civil)

NORMA ASTM, 5340. 2005. *Índice de Condición de pavimentos en aeropuertos PCI*. 2005. pág. 21.

OROZCO, Juan Manuel. 2004. *Sistema de Evaluación de pavimentos*. 2004. pág. 64. Vol. II. ISSN: 0188-7297.

PAL Singh, Satya. 2017. *Analysis and evaluation of road defects on the flexible pavement*. Lovely Professional University. Phagwara: s.n., 2017. Tesis (Ingeniero Civil).

PICADO Muñoz. 2016. 31, Julio de 2016, Infraestructura vial, Vol. XVIII, págs. 30-38. ISSN: 2215-3705.

PROPUESTA de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del pavimento (PCI). GONZALEZ Fernández, Hilda, RUIZ Caballero, Pilar y GUERRERO Valverde, Denisse. 2019. s.l. : Ciencia en su PC, 2019, Vol. I, págs. 58-72. ISSN: 1027-2887.

ROJAS Soriano, Raúl. 1985. *Investigación Social Teoría y Praxis*. Mexico: Plaza y Valdes S.A de C.V, 1985. 968-856-130-4.

ROMERO Sarmiento, Daniela Lisbeth. 2017. *Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo en la Sabana de Bogotá*. Universidad Católica de Colombia. 2017. Tesis (Ingeniera Civil).

TAMAYO, Mario. 2003. *EL proceso de la investigación científica*. [ed.] Grupo Noriega. Cuarta. s.l. : LIMUSA S.A, 2003. pág. 183. ISBN: 968-18-5872-7.

THE Profiling of International Roughness Index (IRI) Based on Lagrangian Method.
SCHUN T., Uechi y HIROSHI, Uechi. 2018. 6, Octubre-Noviembre de 2018, World Journal of Engineering and Technology, págs. 885-902. ISSN: 2331-4249.

UMSS - Facultad de Ciencia y Tecnología. *Manual Completo diseño de Pavimentos.* 2014.

VAZQUEZ Varela, Luis Ricardo. 2002. *Pavement Condition Index (PCI).* Manizales: s.n., 2002.

XU, Quanxin. 2017. *A potential new structural design for flexible pavement.* University of Techonology. Netherland : s.n., 2017. Master Tesis.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables.

Matriz de Operacionalización de variables 1 y 2						
VARIABLE DE LA INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
Método del PCI y Rugosímetro de Merlín	<p>El PCI es un método que se encarga de evaluar y clasificar la condición en la que se encuentra el pavimento (Vázquez, 2002, p. 02)</p> <p>El Rugosímetro de Merlín se define como una herramienta versátil, sencilla, considerada principalmente para el uso de países en vías que se estén en constante desarrollo. (Manual de usuario Merliner).</p>	Mediante el cálculo en campo y mediante el uso del equipo para el ensayo de Merlín.	Rango de clasificación del PCI	Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy Malo, Fallado.	Ordinal	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Investigación descriptiva</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental</p> <p>Población: la vía de ingreso a Pucusana que comprende de distancia 5.343km de longitud aproximadamente</p> <p>Muestra: 1 km desde la entrada de Pucusana hasta el paradero 1 de la Asoc. Residencial El Bosque de Pucusana</p> <p>Muestreo: Tipo No Probabilístico</p> <p>Técnica: Observación directa</p> <p>Instrumento de investigación: Formatos de tomas de datos en campo</p> <p>Fichas de recopilación: Formatos</p>
			Unidades de muestra	Aplicación del método Pavement Condition Index (Índice de condición del pavimento)	Razón	
			IRI	Aplicación del método de Merlín		
Evaluación del pavimento flexible	Las fallas superficiales ocurren por el roce que es generada por las ruedas de los vehículos y la rasante. (Reyes y Rondon, 2015, p. 280)	Fallas en la parte superficial del pavimento	Fallas encontradas en el pavimento	Tipo de fallas	Ordinal	
			Severidad alta, media y baja	Gravedad de daño en las fallas del pavimento		
			Condición del pavimento	Evaluación superficial del pavimento	Razón	
			Costos	Presupuesto		

Anexo 2. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA,2021

Autor: MARIO JOSE ISAIAS TORREJON LAGUNA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general ¿Qué diferencia hay en la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI y el Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana?	Objetivo general Evaluar y determinar en qué estado se encuentra el pavimento de la vía de ingreso a Pucusana.	Hipótesis General Al evaluar la vía de ingreso a Pucusana y comparar con los métodos Índice de condición del Pavimento y el Rugosímetro de Merlín se determinará en qué estado se encuentra el actual pavimento.	Independiente	Método del PCI y Rugosímetro de Merlín	Rango de clasificación del PCI	Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy Malo, Fallado.	Tabla de clasificación del PCI
					Unidades de muestra	Aplicación del método Pavement Condition Index (Índice de condición del pavimento)	Formato de toma de datos en campo
					IRI	Aplicación del método de Merlín	Formato de toma de datos en campo
Problemas específicos ¿Cuáles son las fallas que encontramos en el pavimento flexible mediante el PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana? ¿Cuáles son los tipos de severidad que se encuentran en las fallas del pavimento flexible en la vía de ingreso a Pucusana? ¿Cuál es la condición del pavimento flexible mediante el PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana? ¿Cuál es el costo de la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI Y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana?	Objetivos específicos Determinar las fallas mediante el PCI y Rugosímetro de Merlín que se encuentran en el pavimento flexible en la vía de ingreso a Pucusana. Determinar la severidad de las fallas mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín que se encuentran en el pavimento flexible en la vía de ingreso a Pucusana. Determinar la condición del pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana. Determinar los costos de la evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana.	Hipótesis específicas Mediante la evaluación determinaremos las fallas que se encuentran en el pavimento flexible con el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana. Mediante la evaluación determinaremos la severidad de las fallas que se encuentran en el pavimento flexible con el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana Mediante la evaluación determinaremos en que condición se encuentra el pavimento flexible con el método PCI y Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana. La evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI es más económico que el Rugosímetro de Merlín en la vía de ingreso a Pucusana.	Dependiente	Evaluación del pavimento flexible	Fallas encontradas en el pavimento	Tipo de fallas	Norma ASTM D6433
					Severidad alta, media y baja	Gravedad de daño en las fallas del pavimento	Recolección de datos
					Condición del pavimento	Evaluación superficial del pavimento	Observación y análisis.
					Costos	Presupuesto	Excel

Anexo 3.

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

- Validación 1 por la especialista: Ing. Leonor P. Jauregui Guerra

ENSAYO PARA LA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

(HOJA DE CAMPO)

Carretera	
Sector	
Fecha	
Hora	

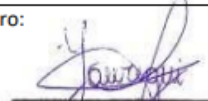


Ensayo n°	
Tramo	
Carril	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Tipo de pavimento

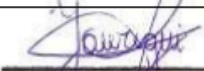

- Afirmado
- Base Granular
- Base Imprimada
- Trat. Bicapa
- Carpeta en frio
- Carpeta en caliente
- Recapeo Asfaltico
- Sello
- Otros

OBSERVACIONES: _____

Firma y sello del Ingeniero:  Leonor P. Jauregui Guerra Ingeniera Civil Reg. C.I.P N° 253727 	Firma del alumno: 
Nombre y Apellido: Leonor Patricia Jauregui Guerra	Nombre y Apellido: Mario José I. Torrejón Laguna
Reg. CIP:253727	

Nombre de tesis:	"Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del método pci y rugosímetro de merlín en la vía de ingreso a Pucusana, 2021"
Tesista:	Mario José I. Torrejón Laguna

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO												
Hoja de registro												
ZONA			Sección			Unid. De Muestreo			Esquema:			
Realizado por:			Fecha			Área:						
N°	Daño		N°	Daño		N°	Daño					
1	Piel de Cocodrilo		8	Grieta de junta		15	Ahuellamiento					
2	Exudación		9	Desnivel carril		16	Desplazamiento					
3	Agrietamiento en bloque		10	Grietas long. y trans.		17	Grieta parabólica					
4	Abultamiento y hundimiento		11	Parcheo		18	Hinchamiento					
5	Corrugación		12	Pulimiento de agregado		19	Desprendimiento de agregado					
6	Depresión		13	Huecos								
7	Grieta de borde		14	Cruce de vía férrea								
N° de Daño	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	V. D.
										Total VD =		

Firma y Sello del Ingeniero: <div style="text-align: center;">  Leonor P. Jauregui Guerra Ingeniera Civil Reg. CIP: 253727 </div>	Firma del alumno: <div style="text-align: center;">  </div>
Nombre y Apellido: Leonor Patricia Jauregui Guerra Reg. CIP: 253727	Nombre y Apellido: Mario José I. Torrejón Laguna

- Validación 2 por el especialista: Ing. Renzo Enrique Gutti Cortez

ENSAYO PARA LA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

(HOJA DE CAMPO)

Carretera	
Sector	
Fecha	
Hora	

Ensayo n°	
Tramo	
Carril	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Tipo de pavimento



- Afirmado
- Base Granular
- Base Imprimada
- Trat. Bicapa
- Carpeta en frio
- Carpeta en caliente
- Recapeo Asfáltico
- Sello
- Otros

OBSERVACIONES: _____

Firma y sello del Ingeniero:  RENZO ENRIQUE GUTTI CORTEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 82107	Firma del alumno: 
Nombre y Apellido: Renzo Gutti Cortez Reg. CIP: 82107	Nombre y Apellido: Mario Torrejón Laguna

Nombre de tesis:	"Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del método pci y rugosímetro de merlin en la vía de ingreso a Pucusana, 2021"
Tesista:	Mario José I. Torrejón Laguna

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO																																																							
Hoja de registro																																																							
ZONA			Sección			Unid. De Muestreo			Esquema:																																														
Realizado por:			Fecha			Área:																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>N°</th><th>Daño</th></tr> <tr><td>1</td><td>Piel de Cocodrilo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abutamiento y hundimiento</td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrugación</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grieta de borde</td></tr> </table>				N°	Daño	1	Piel de Cocodrilo	2	Exudación	3	Agrietamiento en bloque	4	Abutamiento y hundimiento	5	Corrugación	6	Depresión	7	Grieta de borde	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>N°</th><th>Daño</th></tr> <tr><td>8</td><td>Grieta de junta</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carril</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas long. y trans.</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de agregado</td></tr> <tr><td>13</td><td>Huecos</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de vía férrea</td></tr> </table>				N°	Daño	8	Grieta de junta	9	Desnivel carril	10	Grietas long. y trans.	11	Parqueo	12	Pulimiento de agregado	13	Huecos	14	Cruce de vía férrea	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>N°</th><th>Daño</th></tr> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta parabólica</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td></tr> <tr><td>19</td><td>Desprendimiento de agregado</td></tr> </table>				N°	Daño	15	Ahuellamiento	16	Desplazamiento	17	Grieta parabólica	18	Hinchamiento	19	Desprendimiento de agregado
N°	Daño																																																						
1	Piel de Cocodrilo																																																						
2	Exudación																																																						
3	Agrietamiento en bloque																																																						
4	Abutamiento y hundimiento																																																						
5	Corrugación																																																						
6	Depresión																																																						
7	Grieta de borde																																																						
N°	Daño																																																						
8	Grieta de junta																																																						
9	Desnivel carril																																																						
10	Grietas long. y trans.																																																						
11	Parqueo																																																						
12	Pulimiento de agregado																																																						
13	Huecos																																																						
14	Cruce de vía férrea																																																						
N°	Daño																																																						
15	Ahuellamiento																																																						
16	Desplazamiento																																																						
17	Grieta parabólica																																																						
18	Hinchamiento																																																						
19	Desprendimiento de agregado																																																						
N° de Daño	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	V. D.																																											
Total VD =																																																							

Firma y Sello del Ingeniero:  RENZO ENRIQUE GUTTI CORTÉZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 82107	Firma del alumno: 
Nombre y Apellido: <u>Renzo Gutti Cortez</u> Reg. CIP: <u>82107</u>	Nombre y Apellido: <u>Mario Torrejón Laguna</u>

- Validación 3 por el especialista: Ing. Miguel Ángel Ramos Flores

ENSAYO PARA LA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN

(HOJA DE CAMPO)

Carretera	
Sector	
Fecha	
Hora	


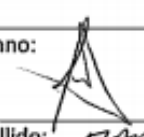
Ensayo n°	
Tramo	
Carril	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Tipo de pavimento

- Afirmado
- Base Granular
- Base Imprimada
- Trat. Bicapa
- Carpeta en frio
- Carpeta en caliente
- Recapeo Asfáltico
- Sello
- Otros

OBSERVACIONES: _____

Firma y sello del Ingeniero:  MIGUEL ÁNGEL RAMOS FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 51306	Firma del alumno: 
Nombre y Apellido: <i>MIGUEL ANGELO RAMOS FLORES</i> Reg. CIP: <i>51306</i>	Nombre y Apellido: <i>RAMO JOSE TORNEJON LAGUNA</i>

Anexo 4. Pantallazo del Turnitin

ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&s=&o=1615731549&u=1069569856&lang=es

feedback studio

Mario José Isaías Torrejón Laguna

Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del método pci y rugosím...



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del método pci y rugosímetro de merlín en la vía de ingreso a Pucusana, 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Torrejón Laguna, Mario José Isaías
<https://orcid.org/0000-0002-3135-3197>

ASESOR:

Mg. Ing. Benitas Zúñiga, Jose Luis
<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERU

2021

Resumen de coincidencias

18 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

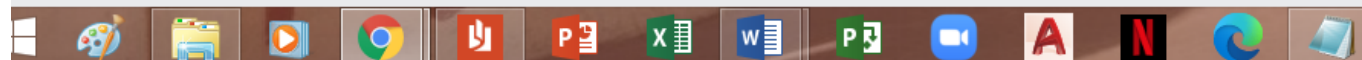
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %	>
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %	>
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	repository.tudelft.nl	1 %	>

Página: 1 de 45 Número de palabras: 10345

Versión solo texto del informe

Alta resolución

Activado

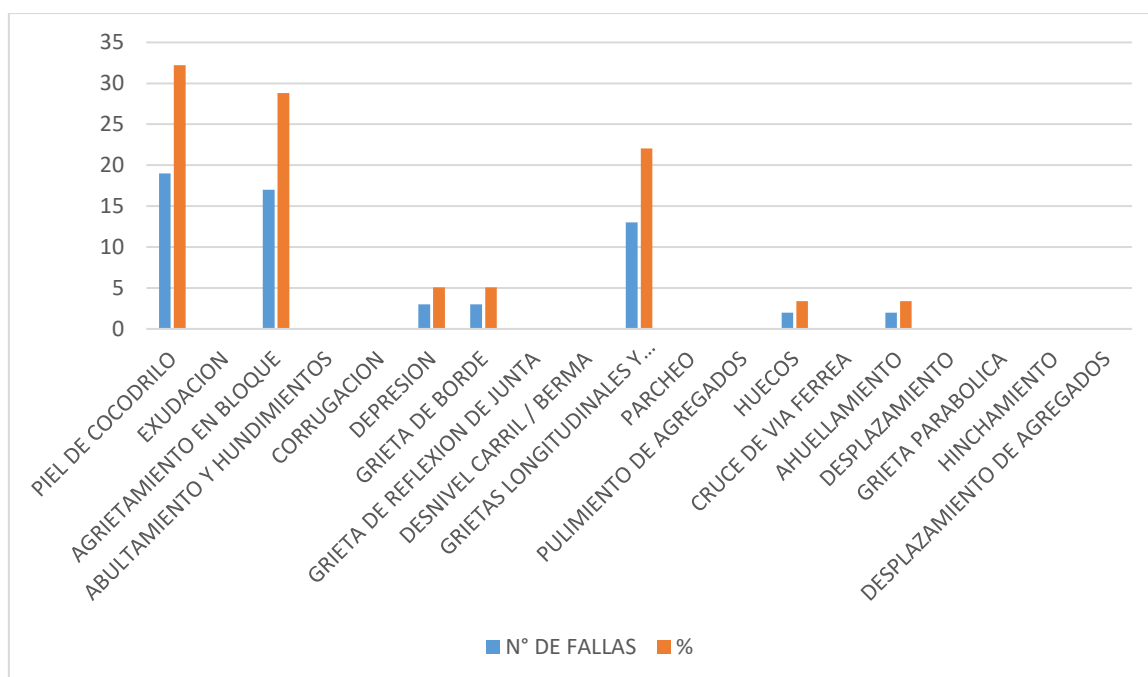


10:04 p.m.
04/07/2021

Anexo 5. Tablas y gráficos

Fallas Localizadas

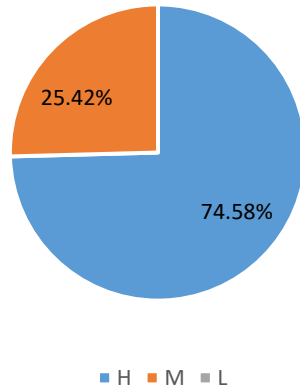
FALLA	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO FLEXIBLE	UND	N° DE FALLAS	%
1	PIEL DE COCODRILO	M2	19	32.20
2	EXUDACION	M2	00	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	17	28.81
4	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS	ML	00	0.00
5	CORRUGACION	M2	00	0.00
6	DEPRESION	M2	03	5.08
7	GRIETA DE BORDE	ML	03	5.08
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	ML	00	0.00
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	ML	00	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	ML	13	22.03
11	PARCHEO	M2	00	0.00
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	M2	00	0.00
13	HUECOS	M2	02	3.39
14	CRUCE DE VIA FERREA	M2	00	0.00
15	AHUELLAMIENTO	M2	02	3.39
16	DESPLAZAMIENTO	M2	00	0.00
17	GRIETA PARABOLICA	M2	00	0.00
18	HINCHAMIENTO	M2	00	0.00
19	DESPLAZAMIENTO DE AGREGADOS	M2	00	0.00
TOTAL			59	100.00



Severidad de fallas localizadas

Nivel de Severidad	N° de fallas	Porcentaje%
H	44	74.58 %
M	15	25.42 %
L	0	0 %
	59	100%

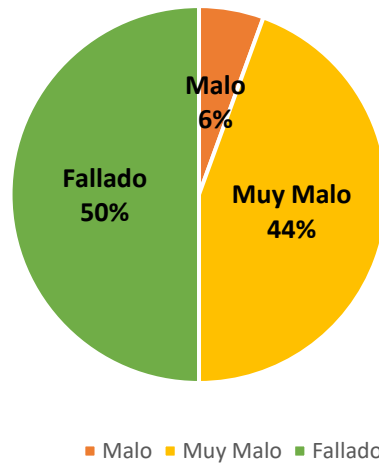
Niveles de Severidad



Estado del pavimento utilizando el método PCI

Unidad de muestra	Progresiva	Área de muestra m ²	PCI de la muestra	Estado de la muestra	PCI de la sección	Estado de la sección
U1	00+000	300.00m ²	12	Muy Malo	14.04	Muy Malo
U2	00+050	300.00m ²	23	Muy Malo		
U3	00+100	300.00m ²	9	Fallado		
U4	00+150	300.00m ²	10	Fallado		
U5	00+200	300.00m ²	20	Muy malo		
U6	00+250	300.00m ²	11	Fallado		
U7	00+300	300.00m ²	11	Fallado		
U8	00+350	300.00m ²	11	Fallado		
U9	00+400	300.00m ²	31	Malo		
U10	00+450	300.00m ²	18	Muy Malo		
U11	00+500	300.00m ²	8	Fallado		
U12	00+550	300.00m ²	13	Muy Malo		
U13	00+600	300.00m ²	18	Muy Malo		
U14	00+650	300.00m ²	18	Muy Malo		
U15	00+700	300.00m ²	10	Fallado		
U16	00+750	300.00m ²	15	Muy Malo		
U17	00+800	300.00m ²	8	Fallado		
U18	00+850	300.00m ²	7	Fallado		

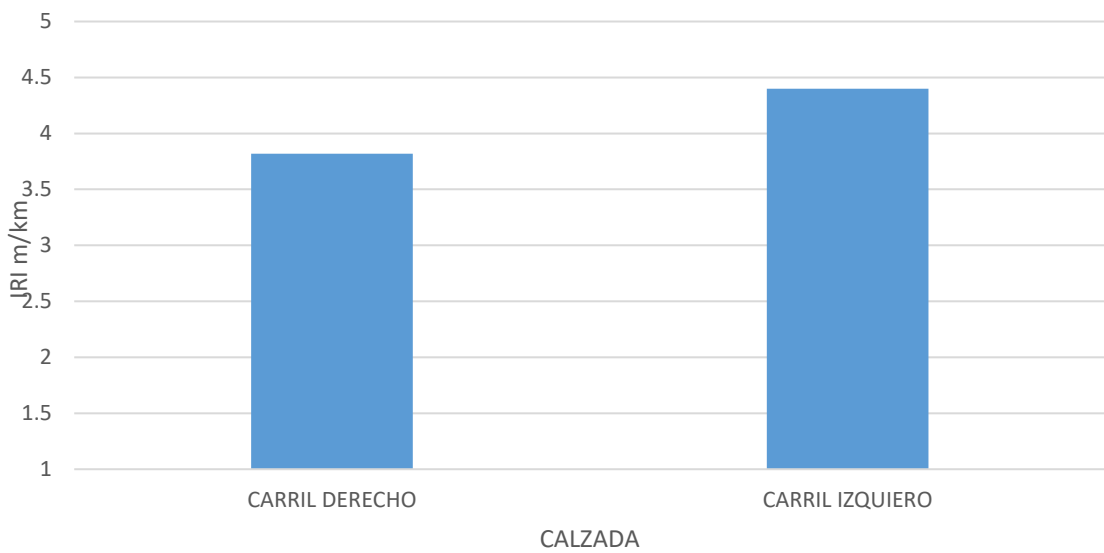
Estado del pavimento evaluado



Rugosidad de los carriles evaluados utilizando el Rugosímetro de Merlín

DESCRIPCION	TRAMO	U1	U2	U3	IRI PROMEDIO	IRI PROMEDIO DEL PAVIMENTO
IRI	CARRIL DERECHO	3.87 m/km	3.48 m/km	4.12 m/km	3.82 m/km	4.11 m/km
IRI	CARRIL IZQUIERDO	4.15 m/km	4.22 m/km	4.83 m/km	4.40 m/km	

IRI PROMEDIO POR CARRIL

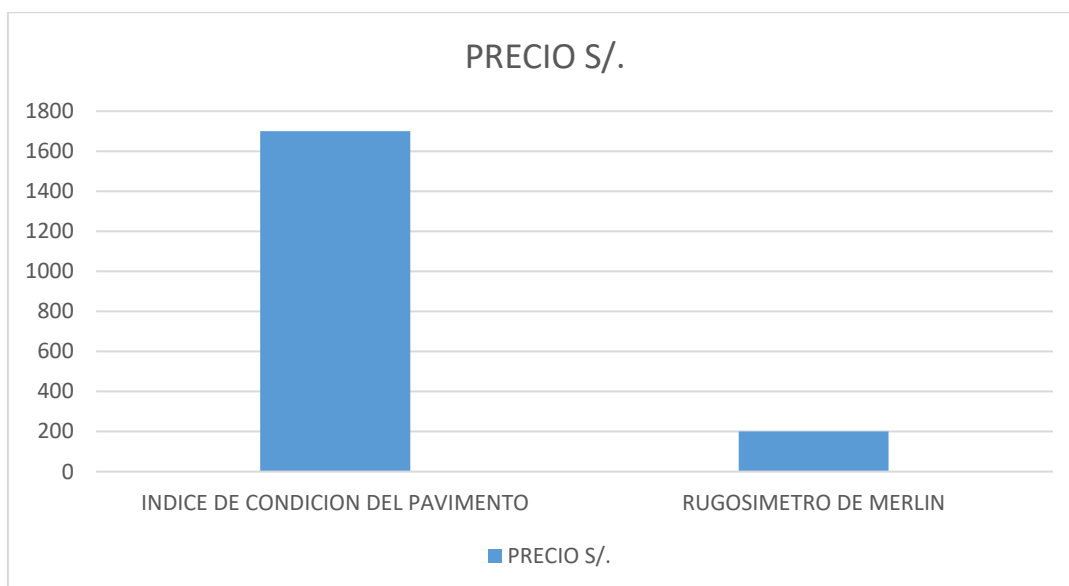


Estado del pavimento según ambos métodos

N°	METODO Y/O ENSAYO	ESTADO DEL PAVIMENTO
1	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	MUY MALO
2	RUGOSIMETRO DE MERLIN	MALO

Costos de ambos métodos

N°	ENSAYO Y/O METODO	PRECIO S/.
1	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO	S/. 1700.00
2	RUGOSIMETRO DE MERLIN	S/. 200.00
	TOTAL	S/. 1900.00



Anexo 6. Panel Fotográfico



Fotografía 1. Ingreso a Pucusana



Fotografía 2. Toma de datos del PCI



Fotografía 3. Pavimento a evaluar



Fotografía 4. Falla piel de cocodrilo con severidad alta



Fotografía 5. Reconocimiento de fallas y su severidad.



Fotografía 6. Falla de Rotura de borde y piel de cocodrilo.



Fotografía 7. Señalización del área de trabajo



Fotografía 8. Calibración del equipo Merlín.



Fotografía 9. Toma de datos del carril izquierdo



Fotografía 10. Toma de datos del carril derecho








Fotografía 11. Llegada al kilómetro evaluado.



Fotografía 12. Rugosímetro de Merlín

Anexo 7. Certificados de laboratorio

Método del PCI – Registro de Campo

STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS ASTM D 6433-99						 LABYCONST <small>Laboratorio y Construcción</small>			
PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"									
CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA				DEPARTAMENTO: LIMA					
UBICACIÓN: PUCUSANA		INSPECCIONADO POR: C Quispe Roman		ING. RESPONSABLE: J M Penco		FECHA: MAYO 2021			
PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900									
ÁREA DE MUESTREO: 300m ²									
PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS									
1.- Piel de cocodrilo (m ²)		7.- Grieta de borde (ml)		13.- Huecos (m ²)					
2.- Exudación (m ²)		8.- Grieta de reflexión de junta (ml)		14.- Cruce de vía férrea (m ²)					
3.- Agrietamiento en bloque (m ²)		9.- Desnivel carril / berna (ml)		15.- Ahuellamiento (m ²)					
4.- Abultamientos y hundimientos (ml)		10.- Grietas longitudinales y transversales (ml)		16.- Desplazamiento (m ²)					
5.- Corugación (m ²)		11.- Parcheo (m ²)		17.- Grieta parabólica (m ²)					
6.- Depresión (m ²)		12.- Pulimento de agregados (m ²)		18.- Hinchamiento (m ²)					
				19.- Desplazamiento de agregados (m ²)					
SEVERIDAD :			L.Bajo	M.Medio	H.Alto			REGISTRO FOTOGRÁFICO	
PROGRESIVAS	FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD						
	00+050	1	H	200.0					
		13	H	1.0					
		6	M	6.0					
		10	H	32.0					
									
00+050	00+100	1	H	160.0					
		3	M	75.0					
		7	H	20.0					
									

Observaciones :


LABYCONST
Laboratorio y Construcción
 ING. Vladimir Minano S.
 INGENIERO RESPONSABLE
 CIP N° 120319

**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX
SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO: LIMA
UBICACIÓN: PUCUSANA	INSPECCIONADO P: C Quispe Roman
PROG. DE MUESTREO: km 00-00 al 00+900	ING. RESPONSABLE: J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO: 300m2	FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel carril / berna (ml) | 15.- Ahuellamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parcheo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :		L-Bajo	M-Medio	H-Alto	REGISTRO FOTOGRAFICO				
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					
				1	2	3	4	5	
00+100	00+150	1	H	100.0					
		3	M	24.0					
		10	H	35.0					
		15	M	20.0					
00+150	00+200	1	H	80.0					
		3	M	35.0					
		10	H	20.0					

Observaciones :

**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX
SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA ; 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO: LIMA
UBICACIÓN: PUCUSANA	INSPECCIONADO POR: C Quispe Rosan
PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900	ING. RESPONSABLE: J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO: 300m2	FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel carril / berna (ml) | 15.- Ahueillamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parqueo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :				L: Bajo	M: Medio	H: Alto	REGISTRO FOTOGRAFICO							
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					1	2	3	4	5	
1	2			1	2	3	4	5						
00+200	00+250	1	H	80.0										
		3	M	90.0										
		10	H	25.0										
00+250	00+300	1	H	150.0										
		3	H	90.0										
		7	H	40.0										



Observaciones :

STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS
ASTM D 6433-99



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE:	MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO:	LIMA
UBICACIÓN:	PUCUSANA	INSPECCIONADO POR:	C Cuispe Roman
PROG. DE MUESTREO:	km 00+00 al 00+900	ING. RESPONSABLE:	J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO:	300m2	FECHA:	MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel carril / berma (ml) | 15.- Ahuellamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parcheo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :		L: Bajo		M: Medio		H: Alto		REGISTRO FOTOGRAFICO	
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					
				1	2	3	4		5
00+300	00+350	1	H	90.0					
		3	H	150.0					
		10	H	15.0					
00+350	00+400	1	H	135.0					
		3	M	120.0					
		15	M	25.0					
		10	H	12.0					

Observaciones :



**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX
SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO: LIMA
UBICACIÓN: PUCUSANA	INSPECCIONADO POR: C Quispe Roman
PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900	ING. RESPONSABLE: J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO: 300m2	FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel carril / berma (ml) | 15.- Ahuellamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parcheo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :		L: Bajo	M: Medio	H: Alto	REGISTRO FOTOGRAFICO				
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					
				1	2	3	4	5	
00+400	00+450	1	H	135.0					
		3	M	80.0					
		6	M	2.0					
00+450	00+500	1	H	50.0					
		3	H	135.0					
		10	H	15.0					

Observaciones :



**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO: LIMA
UBICACIÓN: PUCUSANA	INSPECCIONADO POR: C Quispe Roman
PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900	ING. RESPONSABLE: J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO: 300m2	FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel camil / berma (ml) | 15.- Atuellamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parcheo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :		L: Bajo	M: Medio	H: Alto	REGISTRO FOTOGRAFICO				
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					
				1	2	3	4	5	
00+500	00+550	1	H	75.0					
		3	H	100.0					
		3	M	60.0					
		10	H	25.0					
00+550	00+600	1	H	100.0					
		3	M	80.0					
		10	H	30.0					
		7	H	40.0					

Observaciones :

**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX
SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO: LIMA
UBICACIÓN: PUCUSANA	INSPECCIONADO POR: C Quispe Roman
PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900	ING. RESPONSABLE: J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO: 300m2	FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel carril / berma (ml) | 15.- Ahuellamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parcheo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :				REGISTRO FOTOGRAFICO					
		L Bajo	M Medio	H Alto					
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD					
				1	2	3	4	5	
00+600	00+650	3	H	125.0					
		1	H	100.0					
00+650	00+700	3	H	135.0					
		1	H	45.0					
		10	H	18.0					
		10	M	15.0					

Observaciones :



**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I TORREJON LAGUNA	DEPARTAMENTO: LIMA
UBICACIÓN: PUCUSANA	INSPECCIONADO POR: C Quispe Roman
PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900	ING. RESPONSABLE: J M Pinco
ÁREA DE MUESTREO: 300m2	FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.- Piel de cocodrilo (m2) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m2) |
| 2.- Exudación (m2) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m2) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m2) | 9.- Desnivel camil / berma (ml) | 15.- Ahuellamiento (m2) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m2) |
| 5.- Corrugación (m2) | 11.- Parcheo (m2) | 17.- Grieta parabólica (m2) |
| 6.- Depresión (m2) | 12.- Pulimento de agregados (m2) | 18.- Hinchamiento (m2) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m2) |

SEVERIDAD :			L.Bajo	M.Medio	H.Alto	REGISTRO FOTOGRAFICO				
PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD						
				1	2	3	4	5		
00+700	00+750	3	H	150.0						
		1	H	60.0						
		10	H	22.0						
00+750	00+800	3	H	100.0						
		1	H	200.0						

Observaciones :

**STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX
SURVEYS
ASTM D 6433-99**



PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANA , 2021"

CLIENTE: MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA

DEPARTAMENTO: LIMA

UBICACIÓN: PUCUSANA

INSPECCIONADO POR: C Quispe Roman

PROG. DE MUESTREO: km 00+00 al 00+900

ING. RESPONSABLE: J M Pinco

ÁREA DE MUESTREO: 300m²

FECHA: MAYO 2021

PAVIMENTO FLEXIBLE - FALLAS

- | | | |
|---|--|--|
| 1.- Piel de cocodrilo (m ²) | 7.- Grieta de borde (ml) | 13.- Huecos (m ²) |
| 2.- Exudación (m ²) | 8.- Grieta de reflexión de junta (ml) | 14.- Cruce de vía férrea (m ²) |
| 3.- Agrietamiento en bloque (m ²) | 9.- Desnivel camil / berma (ml) | 15.- Ahuellamiento (m ²) |
| 4.- Abultamientos y hundimientos (ml) | 10.- Grietas longitudinales y transversales (ml) | 16.- Desplazamiento (m ²) |
| 5.- Corrugación (m ²) | 11.- Parcheo (m ²) | 17.- Grieta parabólica (m ²) |
| 6.- Depresión (m ²) | 12.- Pulimento de agregados (m ²) | 18.- Hinchamiento (m ²) |
| | | 19.- Desplazamiento de agregados (m ²) |

SEVERIDAD: L: Bajo M: Medio H: Alto

PROGRESIVAS		FALLAS	SEVERIDAD	CANTIDAD				
				1	2	3	4	5
00+800	00+850	1	H	250.0				
		3	H	100.0				
		7	H	40.0				
00+850	00+900	1	H	250.0				
		13	H	4.0				
		6	M	5.0				



Observaciones:

Se recomienda realizar prospecciones para evaluar su condicion actual de la base y sub base existente.



STANDARD PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PA
ASTM D 6433-03

PROYECTO: " EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA COMPARACION DEL METODO PCI Y RUGOSIMETRO DE MERLIN EN LA VIA DE INGRESO A PUCUSANAS, 2021"

CLIENTE : MARIO JOSE I. TORREJON LAGUNA
SECTOR : Km 00+000 - 00+900
CALZADA : DERECHO

INSPECCIONADO POR : C. Quispr Roman
ING. RESPONSABLE : J. Manuel Pinco
FECHA : Mayo, 2021

TIPO DE PAVIMENTO:
ANCHO DE CARRIL (m) :
LONGITUD DE LA MUESTRA (m) :

			TIPO DE DETERIORO REGISTRADO																DENSIDAD AFECTADA											
PROGRESIVA	ÁREA	SEVERIDAD	Piel de cocodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Corrugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel	Grietas long. y transv.	Parqueo	Fuente de agregados	Huecos	Cruce de vía férrea	Abuelamiento	Desplazamiento	Grieta parabólica (slippage)	Hinchamiento	Desprendimiento de agregados	Piel de cocodrilo	Exudación	Agrietamiento en bloque	Abultamientos y hundimientos	Corrugación	Depresión	Grieta de borde	Grieta de reflexión de junta	Desnivel
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19									
Del km	Al km	m ²	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
00+000	00+050	300.00						6.0							1.0							66.67								2.00
00+050	00+100	300.00				75.0				20.0												53.33		25.00						6.67
00+100	00+150	300.00																				33.33		8.00						
00+150	00+200	300.00				50.0											20.0					26.67		16.67						
00+200	00+250	300.00				90.0																26.67		30.00						
00+250	00+300	300.00																				26.67		30.00						
00+300	00+350	300.00								40.0												50.00		30.00						13.33
00+350	00+400	300.00															25.0					45.00		40.00						
00+400	00+450	300.00				80.0		2.0														45.00		26.67						0.67
00+450	00+500	300.00																				16.67		45.00						

**A 1: FALLA PIEL DE COCODRILO
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	4	0.1	8	0.1	13
0.2	5	0.2	9	0.2	13
0.3	5	0.3	11	0.3	16
0.4	6	0.4	13	0.4	19
0.5	7	0.5	15	0.5	22
0.6	8	0.6	17	0.6	24
0.7	9	0.7	18	0.7	26
0.8	10	0.8	20	0.8	27
0.9	10	0.9	21	0.9	28
1	11	1	22	1	30
2	17	2	29	2	40
3	20	3	33	3	46
4	23	4	36	4	50
5	25	5	39	5	53
6	27	6	41	6	55
7	29	7	43	7	57
8	30	8	44	8	59
9	32	9	46	9	60
10	33	10	47	10	62
11	33	11	47	11	62
12	34	12	48	12	64
13	35	13	49	13	65
14	36	14	50	14	66
15	37	15	51	15	67
16	38	16	52	16	68
17	39	17	53	17	68
18	39	18	53	18	69
19	40	19	54	19	69
20	41	20	55	20	70
21	41	21	56	21	71
22	42	22	56	22	71
23	42	23	57	23	72
24	43	24	57	24	72
25	44	25	58	25	73
30	46	30	61	30	76
50	53	50	68	50	82
80	58	80	75	80	89
100	60	100	78	100	92

30	46	80	75	100	92
----	----	----	----	-----	----

**A 2: FALLA EXUDACION DE ASFALTO
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	2
0.2	0	0.2	1	0.2	2
0.3	0	0.3	1	0.3	3
0.4	0	0.4	2	0.4	4
0.5	0	0.5	2	0.5	4
0.6	0	0.6	2	0.6	4
0.7	0	0.7	2	0.7	5
0.8	0	0.8	2	0.8	5
0.9	0	0.9	2	0.9	5
1	0	1	2	1	6
2	0	2	4	2	8
3	1	3	6	3	10
4	1	4	8	4	12
5	2	5	9	5	14
6	2	6	10	6	16
7	2	7	11	7	18
8	2	8	11	8	20
9	2	9	12	9	22
10	2	10	13	10	23
11	3	11	14	11	24
12	3	12	14	12	26
13	4	13	15	13	27
14	4	14	16	14	28
15	5	15	17	15	29
16	5	16	17	16	30
17	5	17	17	17	31
18	6	18	18	18	32
19	6	19	18	19	33
20	6	20	18	20	34
21	6	21	18	21	35
22	6	22	19	22	36
23	6	23	19	23	36
24	7	24	20	24	37
25	7	25	20	25	38
30	8	30	22	30	42
50	12	50	28	50	54
80	17	80	34	80	67
100	20	100	40	100	73

19	6	50	28	80	67
----	---	----	----	----	----

**A3: FALLA GRIETAS DE CONTRACCION
 VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	0	0.2	1
0.3	0	0.3	0	0.3	1
0.4	0	0.4	0	0.4	2
0.5	0	0.5	1	0.5	3
0.6	0	0.6	1	0.6	4
0.7	0	0.7	1	0.7	4
0.8	0	0.8	2	0.8	5
0.9	0	0.9	2	0.9	5
1	1	1	2	1	6
2	2	2	6	2	11
3	3	3	8	3	14
4	4	4	9	4	17
5	5	5	11	5	20
6	5	6	12	6	21
7	6	7	13	7	23
8	6	8	14	8	25
9	7	9	15	9	26
10	8	10	16	10	28
11	8	11	17	11	30
12	9	12	18	12	32
13	10	13	18	13	33
14	10	14	19	14	34
15	11	15	20	15	36
16	11	16	21	16	37
17	12	17	22	17	38
18	12	18	22	18	39
19	13	19	23	19	40
20	13	20	24	20	41
21	13	21	24	21	42
22	14	22	25	22	42
23	14	23	25	23	43
24	14	24	26	24	44
25	14	25	26	25	45
30	16	30	28	30	48
50	20	50	34	50	58
80	24	80	40	80	67
100	27	100	44	100	72

19	13	50	34	80	67
----	----	----	----	----	----

**A4: FALLA ELEVACIONES - HUNDIMIENTOS
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	2	0.1	6
0.2	0	0.2	4	0.2	12
0.3	0	0.3	6	0.3	18
0.33	1	0.33	7	0.33	20
0.4	1	0.4	8	0.4	23
0.5	1	0.5	9	0.5	25
0.6	1	0.6	10	0.6	27
0.7	2	0.7	11	0.7	29
0.8	2	0.8	12	0.8	31
0.9	2	0.9	13	0.9	32
1	3	1	14	1	34
2	5	2	19	2	45
3	7	3	23	3	51
4	8	4	26	4	55
5	10	5	29	5	59
6	11	6	31	6	62
7	12	7	34	7	65
8	13	8	36	8	68
9	14	9	38	9	70
10	16	10	41	10	73
11	17	11	43	11	74
12	19	12	45	12	76
13	21	13	47	13	78
14	22	14	49	14	80
15	23	15	51	15	81
16	24	16	53	16	82
17	25	17	55	17	84
18	26	18	56	18	85
19	27	19	58	19	87
20	28	20	60	20	88
21	29	21	62	21	89
22	30	22	63	22	90
23	31	23	65	23	91
24	32	24	66	24	92
25	33	25	68	25	93
30	38	30	76	30	98
33	40	33	79	33	100

32	38	50	79	80	100
----	----	----	----	----	-----

**A5: FALLA CORRUGACIONES
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	5	0.1	10
0.2	1	0.2	7	0.2	18
0.3	1	0.3	8	0.3	22
0.4	1	0.4	10	0.4	25
0.5	1	0.5	11	0.5	28
0.6	1	0.6	12	0.6	29
0.7	2	0.7	13	0.7	30
0.8	2	0.8	14	0.8	32
0.9	2	0.9	14	0.9	33
1	2	1	15	1	34
2	4	2	22	2	41
3	6	3	26	3	46
4	7	4	28	4	48
5	8	5	32	5	52
6	9	6	34	6	54
7	10	7	36	7	56
8	11	8	37	8	58
9	12	9	38	9	59
10	13	10	40	10	61
11	14	11	41	11	62
12	15	12	42	12	64
13	16	13	43	13	65
14	16	14	44	14	66
15	17	15	45	15	67
16	18	16	46	16	68
17	18	17	46	17	69
18	19	18	47	18	70
19	19	19	47	19	71
20	20	20	48	20	72
21	20	21	48	21	72
22	21	22	49	22	73
23	21	23	50	23	73
24	22	24	50	24	74
25	22	25	51	25	74
30	24	30	53	30	77
50	30	50	62	50	84
80	36	80	70	80	91
100	39	100	74	100	94

19	19	50	62	80	91
----	----	----	----	----	----

**A6: FALLA DEPRESIONES
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	4	0.1	8	0.1	12
0.2	4	0.2	8	0.2	13
0.3	4	0.3	8	0.3	13
0.4	4	0.4	8	0.4	14
0.5	4	0.5	8	0.5	14
0.6	4	0.6	8	0.6	15
0.7	4	0.7	8	0.7	15
0.8	4	0.8	9	0.8	16
0.9	4	0.9	9	0.9	16
1	4	1	9	1	17
2	5	2	11	2	20
3	6	3	13	3	24
4	8	4	15	4	27
5	10	5	18	5	30
6	11	6	20	6	33
7	13	7	23	7	36
8	14	8	25	8	39
9	15	9	27	9	41
10	17	10	29	10	43
11	18	11	30	11	44
12	20	12	32	12	46
13	21	13	34	13	47
14	22	14	35	14	49
15	24	15	36	15	50
16	25	16	38	16	51
17	26	17	40	17	53
18	27	18	41	18	54
19	29	19	42	19	56
20	30	20	44	20	57
21	31	21	45	21	58
22	31	22	45	22	58
23	32	23	46	23	59
24	32	24	46	24	59
25	33	25	47	25	60
30	36	30	50	30	63
50	42	50	56	50	69
80	46	80	59	80	73
100	48	100	60	100	75

19	29	50	56	80	73
----	----	----	----	----	----

**A7: FALLA GRIETAS DE BORDE
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	1	0.2	2
0.3	0	0.3	2	0.3	4
0.33	0	0.33	4	0.33	7
0.4	1	0.4	4	0.4	7
0.5	1	0.5	4	0.5	8
0.6	1	0.6	4	0.6	8
0.7	1	0.7	5	0.7	8
0.8	2	0.8	5	0.8	8
0.9	2	0.9	5	0.9	9
1	2	1	6	1	9
2	3	2	7	2	10
3	3	3	8	3	12
4	4	4	9	4	14
5	4	5	10	5	16
6	4	6	10	6	17
7	4	7	11	7	18
8	5	8	12	8	20
9	5	9	13	9	21
10	5	10	14	10	23
11	5	11	15	11	24
12	6	12	15	12	25
13	6	13	16	13	26
14	6	14	16	14	27
15	6	15	17	15	28
16	7	16	18	16	29
17	7	17	18	17	30
18	7	18	19	18	31
19	8	19	19	19	32
20	8	20	20	20	33
21	8	21	20	21	34
22	9	22	21	22	34
23	9	23	21	23	35
24	9	24	21	24	35
25	10	25	22	25	36
30	11	30	23	30	38
50	13.5	50	26.5	50	44
70	16	70	29	70	46

19	8	50	26.5	80	46
----	---	----	------	----	----

**A8: FALLA GRIETAS DE REFLEXION DE JUNTAS
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	0	0.2	0
0.3	0	0.3	0	0.3	1
0.33	0	0.33	1	0.33	2
0.4	0	0.4	1	0.4	2
0.5	0	0.5	2	0.5	3
0.6	0	0.6	2	0.6	4
0.7	0	0.7	2	0.7	5
0.8	0	0.8	2	0.8	6
0.9	0	0.9	3	0.9	6
1	0	1	3	1	7
2	2	2	4	2	11
3	2	3	6	3	14
4	3	4	8	4	16
5	4	5	10	5	19
6	4	6	11	6	21
7	4	7	13	7	23
8	5	8	14	8	25
9	5	9	15	9	27
10	6	10	16	10	29
11	6	11	17	11	31
12	7	12	18	12	33
13	7	13	19	13	35
14	8	14	20	14	37
15	8	15	20	15	38
16	8	16	21	16	40
17	9	17	22	17	42
18	9	18	23	18	44
19	10	19	24	19	46
20	10	20	25	20	48
21	10	21	26	21	49
22	11	22	26	22	50
23	11	23	27	23	51
24	11	24	27	24	52
25	12	25	28	25	53
30	13	30	31	30	58
50	17	50	37	50	67
80	22	80	41	81	72
100	25	100	43	100	73

100	25	50	37	80	67
-----	----	----	----	----	----

**A9: FALLA DESNIVEL CALZADA - HOMBRILLO
 VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	1	0.2	0
0.3	1	0.3	2	0.3	3
0.33	2	0.33	4	0.33	6
0.4	2	0.4	4	0.4	6
0.5	2	0.5	4	0.5	6
0.6	2	0.6	4	0.6	6
0.7	2	0.7	4	0.7	6
0.8	2	0.8	4	0.8	6
0.9	2	0.9	4	0.9	6
1	2	1	4	1	6
2	2	2	4	2	6
3	2	3	4	3	7
4	3	4	5	4	7
5	4	5	5	5	8
6	4	6	5	6	9
7	4	7	6	7	10
8	4	8	6	8	11
9	5	9	7	9	11
10	5	10	8	10	12
11	5	11	8	11	13
12	6	12	9	12	14
13	6	13	9	13	15
14	6	14	10	14	16
15	6	15	10	15	17
16	7	16	10	16	18
17	7	17	11	17	19
18	7	18	11	18	20
19	8	19	12	19	21
20	8	20	12	20	22
21	8	21	12	21	23
22	9	22	13	22	23
23	9	23	14	23	24
24	9	24	14	24	25
25	10	25	15	25	26
30	11	30	17	30	29
50	16	50	28	50	44

19	8	50	28	80	44
----	---	----	----	----	----

**A 10: FALLA GRIETAS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	0	0.2	1
0.3	0	0.3	1	0.3	2
0.33	0	0.33	0	0.33	3
0.4	0	0.4	0	0.4	4
0.5	0	0.5	1	0.5	5
0.6	0	0.6	1	0.6	6
0.7	0	0.7	1	0.7	7
0.8	0	0.8	2	0.8	8
0.9	0	0.9	2	0.9	8
1	0	1	2	1	9
2	0	2	6	2	13
3	1	3	8	3	17
4	2	4	10	4	20
5	3	5	11	5	22
6	4	6	13	6	25
7	5	7	14	7	28
8	6	8	15	8	30
9	6	9	16	9	32
10	7	10	17	10	33
11	7	11	18	11	36
12	8	12	19	12	38
13	9	13	20	13	40
14	9	14	20	14	41
15	10	15	21	15	42
16	10	16	22	16	44
17	11	17	22	17	45
18	11	18	23	18	47
19	12	19	23	19	48
20	12	20	24	20	50
21	12	21	25	21	51
22	13	22	25	22	52
23	13	23	26	23	52
24	14	24	26	24	53
25	14	25	27	25	54
30	16	30	29	30	58
40	18	40	34	40	65
60	22	60	39	60	78
80	26	80	42	80	83
100	29	100	44	100	86

19	12	50	34	80	83
----	----	----	----	----	----

**A11: FALLA BACHES Y ZANJAS REPARADAS
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	3	0.1	6
0.2	0	0.2	4	0.2	9
0.3	0	0.3	5	0.3	11
0.4	1	0.4	6	0.4	13
0.5	1	0.5	6	0.5	14
0.6	1	0.6	7	0.6	15
0.7	2	0.7	8	0.7	16
0.8	2	0.8	8	0.8	17
0.9	2	0.9	9	0.9	18
1	3	1	10	1	19
2	5	2	14	2	26
3	7	3	17	3	30
4	8	4	19	4	33
5	10	5	22	5	36
6	11	6	24	6	39
7	12	7	26	7	42
8	13	8	28	8	45
9	14	9	29	9	48
10	16	10	31	10	51
11	17	11	32	11	53
12	18	12	33	12	55
13	18	13	34	13	57
14	19	14	36	14	59
15	20	15	37	15	61
16	21	16	38	16	62
17	21	17	39	17	64
18	22	18	39	18	65
19	22	19	40	19	67
20	23	20	41	20	68
21	24	21	42	21	69
22	24	22	43	22	69
23	25	23	43	23	70
24	25	24	44	24	70
25	26	25	45	25	71
30	28	30	49	30	74
40	31	40	54	40	78
50	33	50	58	50	80

19	22	50	58	80	80
----	----	----	----	----	----

**A12: FALLA AGREGADOS PULIDOS
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	0	0.2	0
0.3	0	0.3	0	0.3	0
0.4	0	0.4	0	0.4	0
0.5	0	0.5	0	0.5	0
0.6	0	0.6	0	0.6	0
0.7	0	0.7	0	0.7	0
0.8	0	0.8	0	0.8	0
0.9	0	0.9	0	0.9	0
1	0	1	0	1	0
2	0	2	0	2	0
3	1	3	1	3	1
4	1	4	1	4	1
5	2	5	2	5	2
6	2	6	2	6	2
7	2	7	2	7	2
8	2	8	2	8	2
9	3	9	3	9	3
10	3	10	3	10	3
11	3	11	3	11	3
12	4	12	4	12	4
13	4	13	4	13	4
14	4	14	4	14	4
15	5	15	5	15	5
16	5	16	5	16	5
17	5	17	5	17	5
18	6	18	6	18	6
19	6	19	6	19	6
20	6	20	6	20	6
21	6	21	6	21	6
22	6	22	6	22	6
23	7	23	7	23	7
24	7	24	7	24	7
25	7	25	7	25	7
30	8	30	8	30	8
50	12	50	12	50	12
80	16	80	16	80	16
100	20	100	20	100	20

19	6	50	12	80	16
----	---	----	----	----	----

**A13: FALLA HUECOS
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	2	0.1	6	0.1	20
0.2	6	0.2	10	0.2	28
0.3	8	0.3	14	0.3	33
0.4	10	0.4	18	0.4	37
0.5	12	0.5	21	0.5	40
0.6	14	0.6	24	0.6	44
0.7	16	0.7	26	0.7	47
0.8	18	0.8	28	0.8	50
0.9	19	0.9	30	0.9	52
1	21	1	33	1	54
2	30	2	47	2	68
3	35	3	56	3	78
4	40	4	63	4	84
5	44	5	70	5	90
6	47	6	74	6	94
7	50	7	78	7	97
8	52	8	82	8	100
9	55	9	85	9	100
10	57	10	88	10	100
11	59	11	90		
12	60	12	92		
13	62	13	94		
14	63	14	96		
15	64	15	98		
16	65	16	100		
17	66				
18	68				
19	69				
20	70				
21	70				
22	71				
23	71				
24	72				
25	72				
100	100				

19	69	50	100	80	100
----	----	----	-----	----	-----

**A14: FALLA CRUCE DE RIELES
 VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	1	0.1	0
0.2	0	0.2	1	0.2	3
0.3	0	0.3	2	0.3	5
0.4	0	0.4	2	0.4	7
0.5	0	0.5	3	0.5	9
0.6	0	0.6	3	0.6	10
0.7	0	0.7	4	0.7	13
0.8	0	0.8	4	0.8	15
0.9	1	0.9	5	0.9	18
1	2	1	6	1	20
2	3	2	13	2	30
3	4	3	17	3	38
4	5	4	22	4	44
5	6	5	26	5	49
6	7	6	29	6	53
7	9	7	33	7	58
8	10	8	36	8	62
9	12	9	38	9	64
10	13	10	39	10	67
11	13	11	40	11	68
12	14	12	40	12	69
13	14	13	41	13	70
14	15	14	42	14	71
15	15	15	42	15	72
16	15	16	43	16	72
17	16	17	44	17	73
18	16	18	45	18	74
19	17	19	45	19	75
20	17	20	46	20	76
21	17	21	46	21	76
22	17	22	46	22	77
23	17	23	47	23	77
24	17	24	47	24	77
25	18	25	47	25	78
30	18	30	48	30	79
40	20	40	49	40	80
50	20	50	50	50	80

19	17	50	50	10	67
----	----	----	----	----	----

**A15: FALLA AHUELLAMIENTOS
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	1	0.1	4	0.1	6
0.2	2	0.2	7	0.2	12
0.3	2	0.3	9	0.3	16
0.4	3	0.4	11	0.4	18
0.5	4	0.5	12	0.5	20
0.6	4	0.6	13	0.6	22
0.7	5	0.7	15	0.7	24
0.8	6	0.8	16	0.8	25
0.9	7	0.9	17	0.9	26
1	8	1	18	1	27
2	12	2	25	2	34
3	16	3	28	3	40
4	19	4	31	4	44
5	22	5	34	5	48
6	23	6	36	6	51
7	25	7	39	7	54
8	26	8	41	8	56
9	27	9	43	9	58
10	28	10	44	10	60
11	29	11	45	11	61
12	30	12	46	12	63
13	30	13	47	13	64
14	31	14	48	14	66
15	32	15	49	15	67
16	33	16	50	16	68
17	34	17	51	17	70
18	34	18	52	18	71
19	35	19	53	19	73
20	36	20	54	20	74
21	36	21	54	21	74
22	37	22	55	22	75
23	37	23	55	23	76
24	38	24	56	24	76
25	38	25	56	25	76
30	40	30	58	30	79
50	46	50	63	50	85
80	49	80	66	80	88
100	50	100	67	100	90

19	35	50	63	80	88
----	----	----	----	----	----

**A16: FALLA DEFORMACION POR EMPUJE
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	3	0.1	8
0.2	0	0.2	4	0.2	10
0.3	0	0.3	4	0.3	12
0.4	1	0.4	5	0.4	14
0.5	1	0.5	6	0.5	14
0.6	2	0.6	7	0.6	15
0.7	3	0.7	8	0.7	17
0.8	3	0.8	8	0.8	18
0.9	4	0.9	9	0.9	19
1	4	1	10	1	19
2	8	2	15	2	25
3	10	3	19	3	30
4	12	4	22	4	34
5	14	5	25	5	38
6	15	6	27	6	41
7	17	7	29	7	45
8	18	8	31	8	48
9	19	9	33	9	50
10	20	10	35	10	53
11	21	11	36	11	54
12	21	12	38	12	56
13	22	13	39	13	57
14	22	14	40	14	58
15	23	15	42	15	60
16	24	16	43	16	61
17	24	17	44	17	62
18	25	18	45	18	63
19	25	19	47	19	65
20	26	20	48	20	66
21	26	21	49	21	67
22	27	22	50	22	67
23	27	23	50	23	68
24	28	24	51	24	68
25	28	25	52	25	69
30	31	30	56	30	72
40	34	40	60	40	76
45	35	45	62	45	78
50	36	50	63	50	79

19	25	40	60	30	72
----	----	----	----	----	----

**A17: FALLA GRIESTAS POR DESLIZAMIENTO
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	2	0.1	4
0.2	1	0.2	4	0.2	7
0.3	2	0.3	5	0.3	9
0.4	2	0.4	6	0.4	10
0.5	3	0.5	7	0.5	12
0.6	3	0.6	7	0.6	13
0.7	4	0.7	8	0.7	15
0.8	4	0.8	9	0.8	16
0.9	4	0.9	10	0.9	17
1	4	1	11	1	18
2	8	2	18	2	30
3	13	3	24	3	38
4	15	4	28	4	44
5	18	5	32	5	50
6	20	11	34	11	53
7	22	12	37	12	57
8	23	13	39	13	60
9	25	14	42	14	64
10	27	10	44	10	67
11	28	11	45	11	68
12	29	12	46	12	69
13	29	13	47	13	70
14	30	14	48	14	71
15	31	15	48	15	72
16	32	16	49	16	73
17	33	17	50	17	74
18	33	18	51	18	75
19	34	19	52	19	76
20	35	20	53	20	77
21	35	21	54	21	78
22	36	22	54	22	78
23	36	23	55	23	79
24	37	24	55	24	79
25	38	25	56	25	80
30	40	30	58	30	82
50	46	50	64	50	86
80	52	80	68	80	88
100	54	100	70	100	90

19	34	50	64	80	88
----	----	----	----	----	----

**A18: FALLA HINCHAMIENTO
VALOR DE DEDUCCION**

BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	0	0.1	0
0.2	0	0.2	0	0.2	0
0.3	0	0.3	0	0.3	0
0.4	0	0.4	0	0.4	0
0.5	0	0.5	0	0.5	0
0.6	0	0.6	0	0.6	0
0.7	0	0.7	0	0.7	0
0.8	0	0.8	0	0.8	0
0.9	1	0.9	6	0.9	17
1	2	1	12	1	34
2	4	2	18	2	36
3	6	3	21	3	39
4	8	4	24	4	42
5	8	5	26	5	44
6	9	11	28	11	46
7	10	12	29	12	48
8	10	13	30	13	49
9	11	14	32	14	51
10	12	10	34	10	53
11	12	11	35	11	54
12	13	12	36	12	55
13	13	13	37	13	56
14	14	14	38	14	57
15	14	15	39	15	58
16	14	16	40	16	58
17	15	17	41	17	59
18	15	18	42	18	60
19	16	19	43	19	61
20	16	20	44	20	62
21	16	21	45	21	63
22	17	22	45	22	64
23	17	23	46	23	64
24	18	24	46	24	65
25	18	25	47	25	66
30	20	30	50	30	70

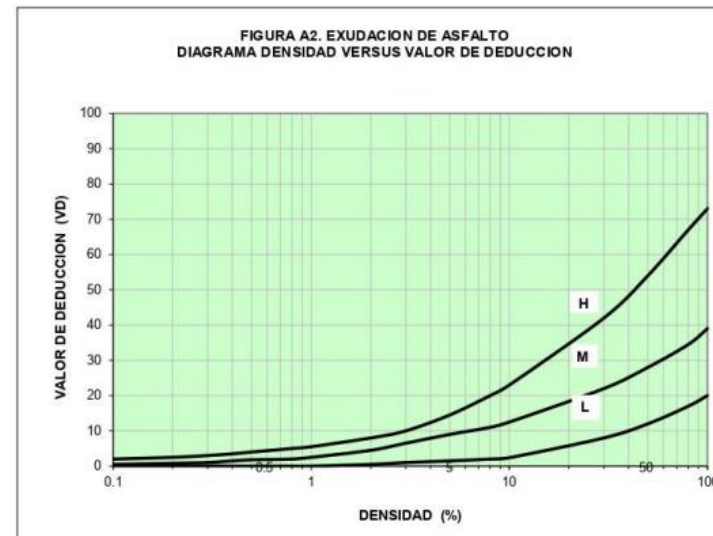
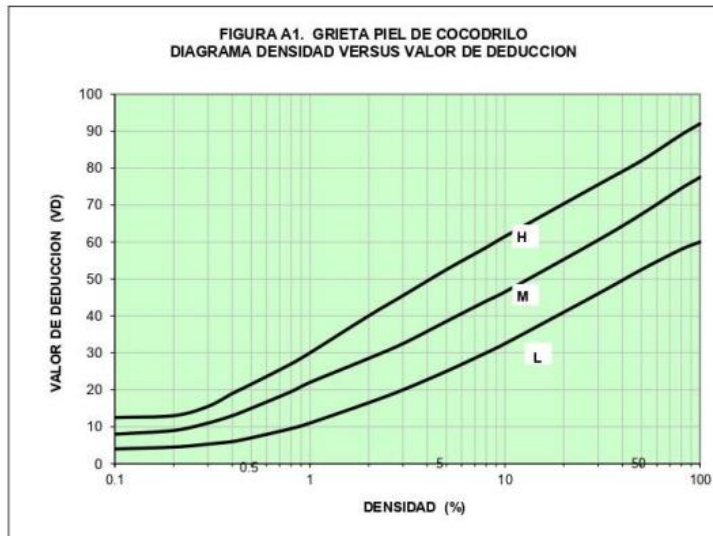
19	16	14	32	19	61
----	----	----	----	----	----

**A19: FALLA DISGREGACION Y DESINTEGRACION
VALOR DE DEDUCCION**

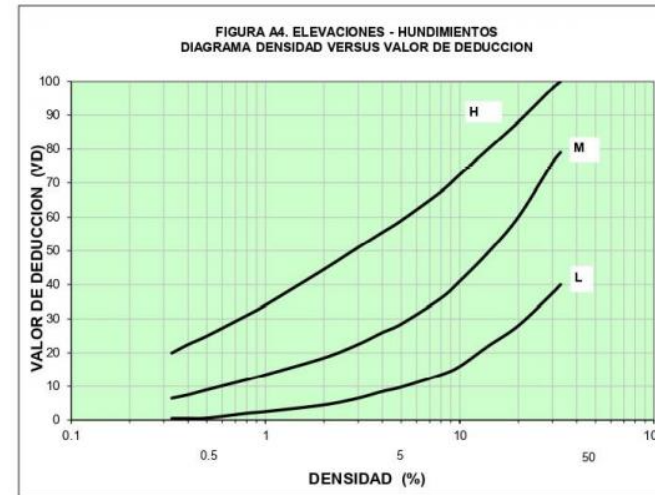
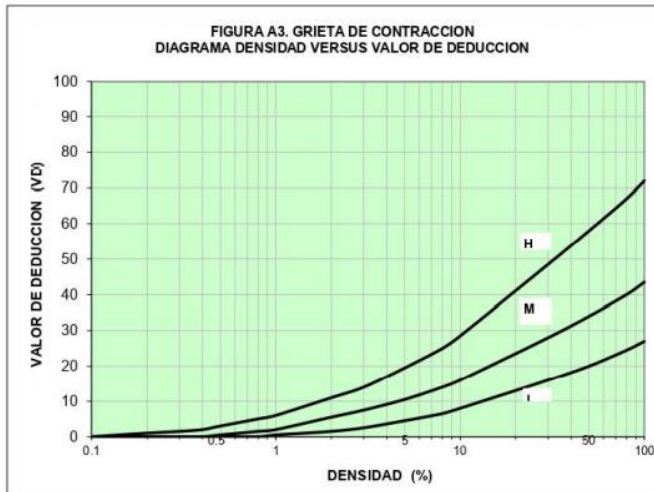
BAJA (L)		MEDIA (M)		ALTA (H)	
X	Y	X	Y	X	Y
0.1	0	0.1	4	0.1	7
0.2	0	0.2	5	0.2	9
0.3	0	0.3	6	0.3	10
0.4	1	0.4	6	0.4	12
0.5	1	0.5	7	0.5	12
0.6	2	0.6	7	0.6	13
0.7	2	0.7	8	0.7	14
0.8	2	0.8	8	0.8	15
0.9	2	0.9	8	0.9	15
1	2	1	9	1	16
2	3	2	10	2	21
3	3	3	11	3	24
4	3	4	12	4	27
5	3	5	13	5	30
6	4	6	14	6	32
7	4	7	16	7	35
8	4	8	16	8	37
9	5	9	17	9	38
10	5	10	18	10	40
11	5	11	19	11	42
12	6	12	20	12	44
13	6	13	21	13	46
14	7	14	21	14	47
15	7	15	22	15	48
16	7	16	23	16	49
17	7	17	23	17	51
18	8	18	24	18	52
19	8	19	24	19	54
20	8	20	25	20	55
21	8	21	25	21	56
22	8	22	26	22	57
23	9	23	26	23	57
24	9	24	27	24	58
25	9	25	27	25	59
30	10	30	29	30	63
50	13	50	35	50	70
80	16	80	40	80	74
100	17	100	43	100	76

19	8	50	35	80	74
----	---	----	----	----	----

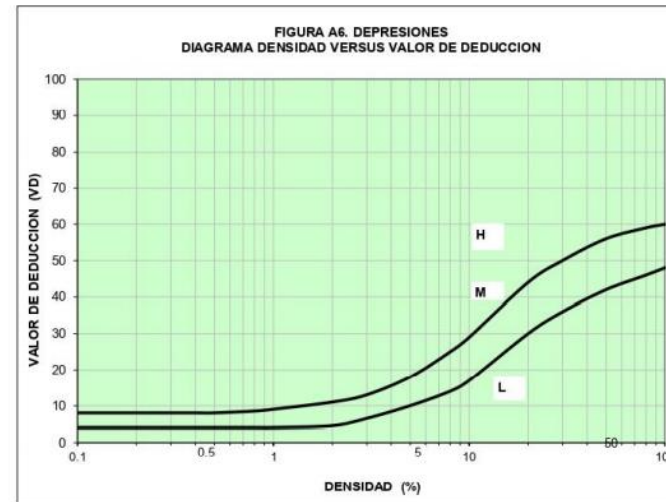
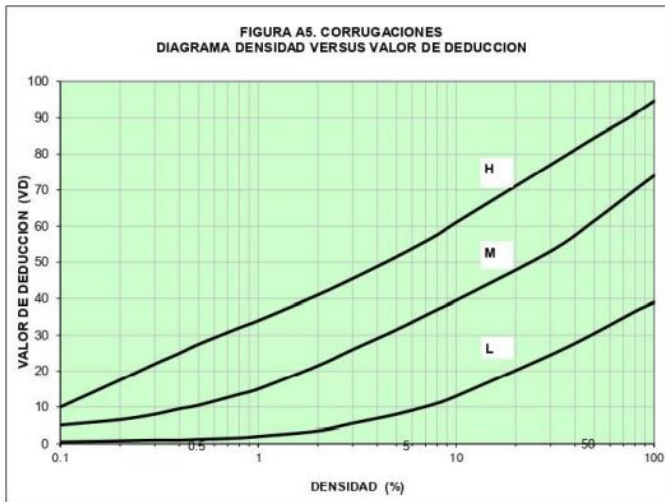
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



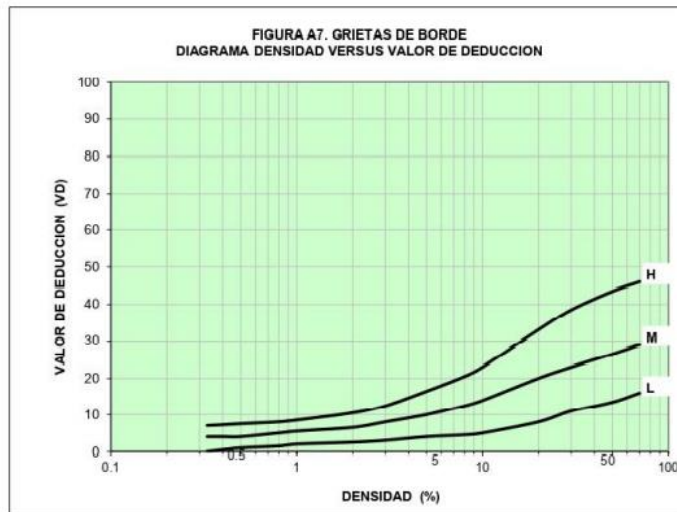
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



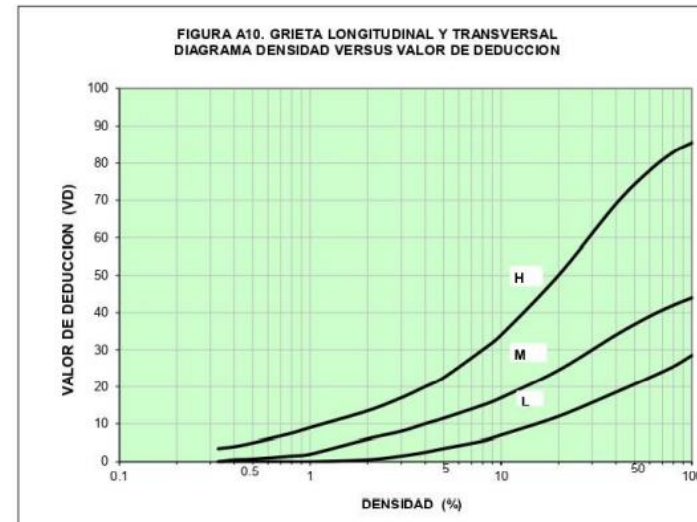
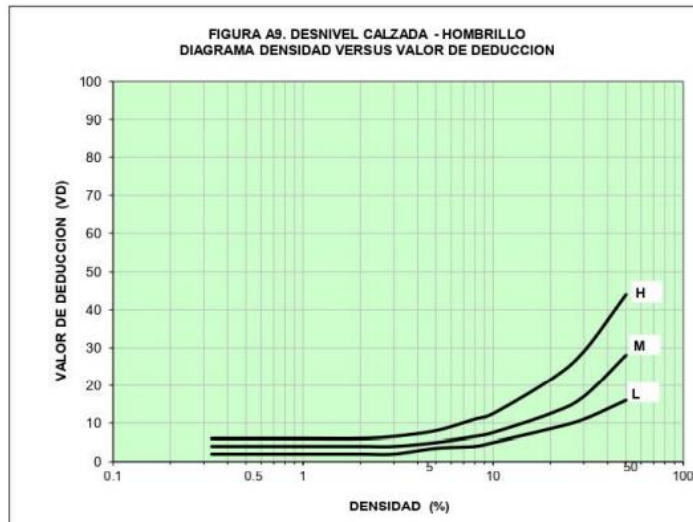
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



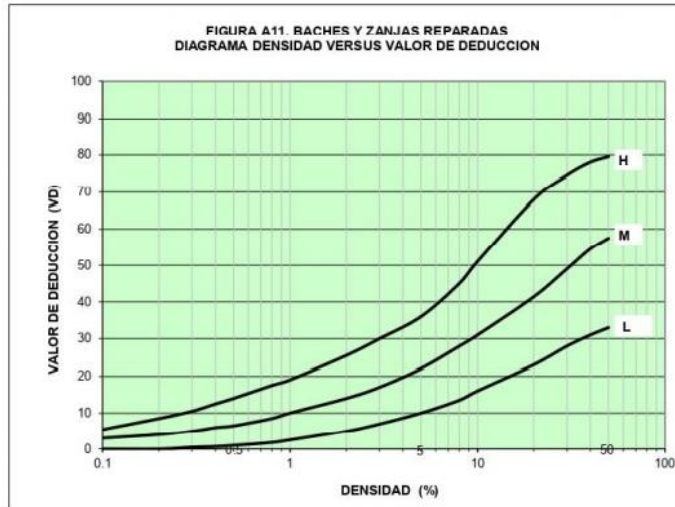
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



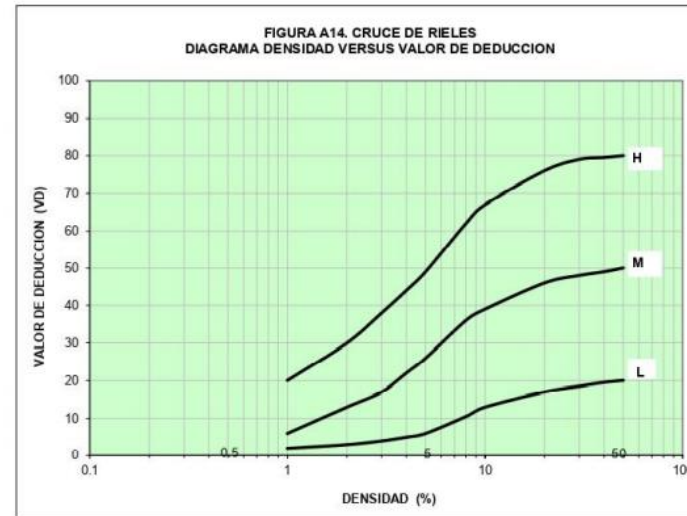
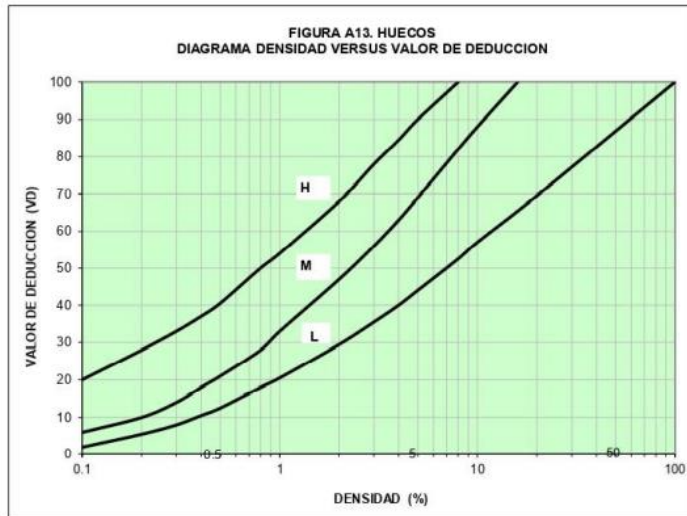
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



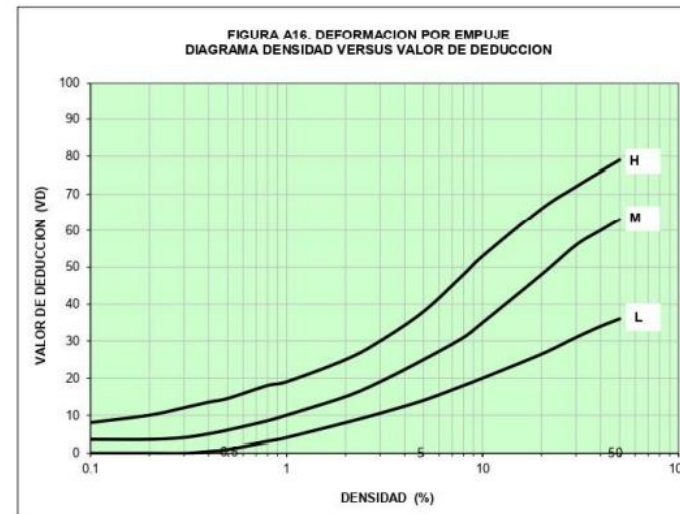
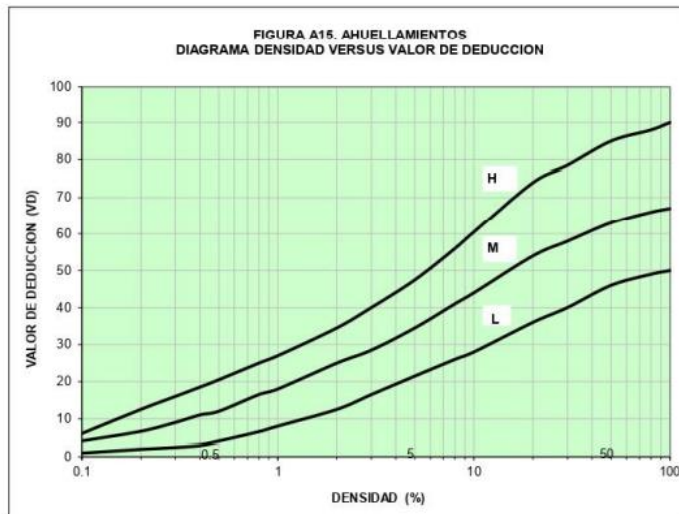
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



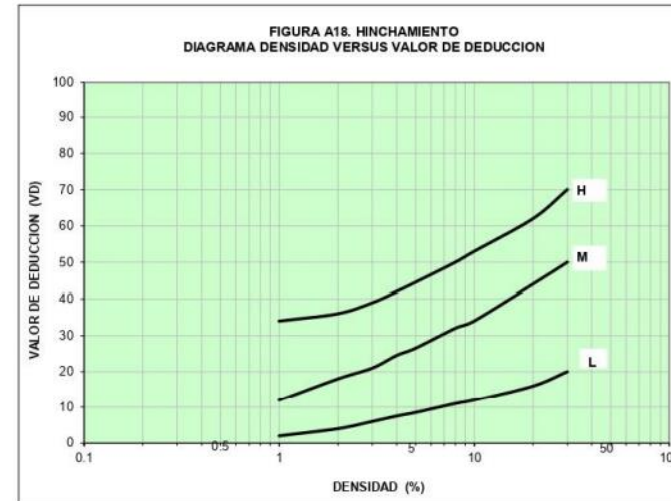
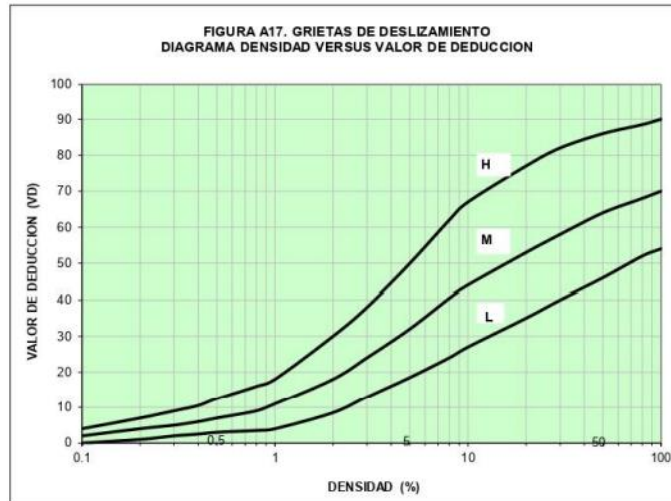
GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION



GRAFICA DENSIDAD VERSUS VALOR DE DEDUCCION

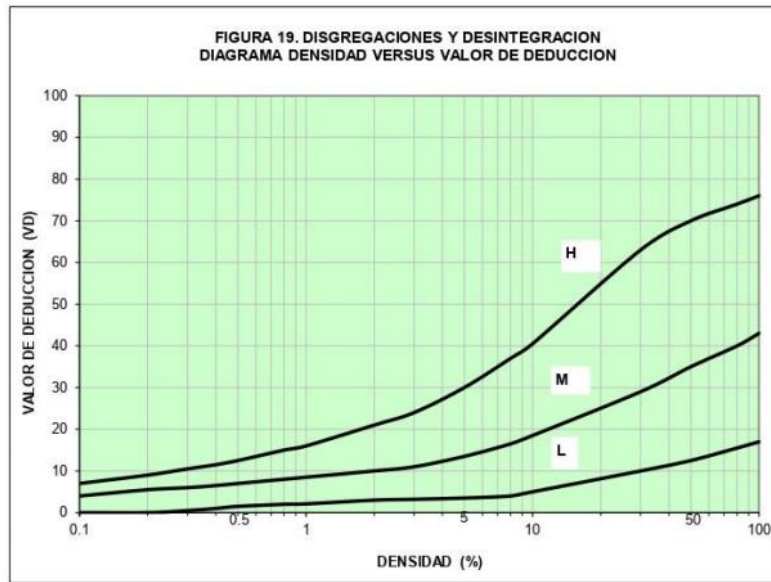
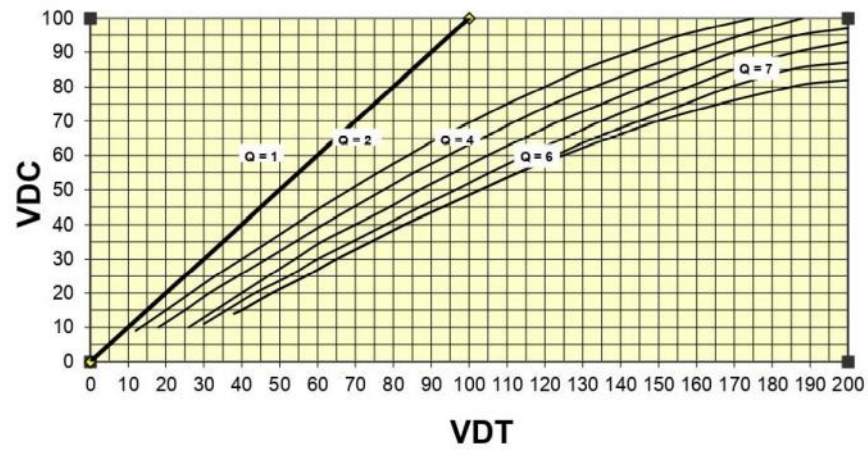


FIGURA A-20: CURVA DE DEDUCCION PARA SUPERFICIE ASFALTICA



De	Hasta	PCI	Condición
0+000	0+050	12	Muy pobre
0+050	0+100	23	Muy pobre
0+100	0+150	18	Muy pobre
0+150	0+200	11	Muy pobre
0+200	0+250	20	Muy pobre
0+250	0+300	11	Muy pobre
0+300	0+350	11	Muy pobre
0+350	0+400	11	Muy pobre
0+400	0+450	31	Pobre
0+450	0+500	18	Muy pobre
0+500	0+550	8	Fallado
0+550	0+600	13	Muy pobre
0+600	0+650	18	Muy pobre
0+650	0+700	18	Muy pobre
0+700	0+750	10	Muy pobre
0+750	0+800	15	Muy pobre
0+800	0+850	8	Fallado
0+850	0+900	7	Fallado

Método del Rugosímetro de Merlín

Informe :	LYC-20-001	Certificado : MA-21-002/IRI	Fecha :	25/05/2021
Cliente :	Mario José Isaias Torrejón Laguna		Sondaje :	-
Proyecto :	Evaluación del pavimento flexible mediante la comparación del método pci y rugosímetro de merlín en la vía de ingreso a Pucusana, 2021		Capa :	PAVIMENTO
Ubicación :	Pucusana		Cantera :	-

Calibración del MERLIN

Fecha de Calibración	25/05/2021
----------------------	------------

Lecturas en esca MERLIN

Lectura N°	Lectura Inicial (LI)	Lectura Final (LF)	Espesor
1	26	40	70.00
2	7	19	60.00
3	13	26	65.00
4	15	27	60.00
5	13	24	55.00
6	13	23	50.00
7	11	22	55.00

Promedios	14.00	25.86	59.29
-----------	-------	-------	-------

Espesor de Platina

Lecturas del Vernier

Lectura N°	Espesor EP (cm.)
L1	5.00
L2	5.10
L3	5.10
L4	5.10
EP (promedio)	5.08

Resultado

Factor de Corrección F.C.	0.856
---------------------------	-------

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

donde,

EP : Espesor de la pastilla

LI : Posición inicial del puntero

LF : Posición final del puntero

Anexo 8. Certificado de calibración del Rugosímetro de Merlín



Metrotest E.I.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-895-2020

Solicitante : INGENIERIA & CONSTRUCCIONES
PRETEL E.I.R.L.LABYCONST

Dirección : CAL DIANDERAS MZA. A3 LOTE. 09 URB.
SANTA LUZMILA - LIMA - COMAS

Instrumento de Medición : RUGOSIMETRO MERLIN

Marca : METROTEST

Modelo : MS-RM1

Serie : 609

Identificación : NO INDICA

Procedencia : PERÚ

Capacidad Maxima : 50 mm

División mínima : 5 mm = 1 División

Tipo de indicación : Analógica

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 2020-11-21

Fecha de Emisión : 2020-11-21

Método de Calibración Empleado

Tomando como referencia el metodo de Comparacion Directa entre Bloques Planoparalelos y Rugosímetro

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST EIRL no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.



Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrologia



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-895-2020

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad Medida de los Patrones Nacionales de Presión del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Pie de rey Patrón con incertidumbre de 15 μm	CLM-001-2020
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Cinta Metrica Patrón con incertidumbre de 0,3 mm	CLM-003-2020
Patrones de referencia del DM-INACAL	Bloques Planoparalelos Grado 0	LLA-142-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Nominal	Lectura del Instrumento			Promedio L
	L ₁	L ₂	L ₃	
mm	mm	mm	mm	mm
5.0	5.0	5.0	5.0	5.00
10.0	10.0	10.0	9.9	9.97
15.0	15.0	15.0	14.9	14.97
20.0	20.0	20.0	20.0	20.00
25.0	25.0	25.0	25.0	25.00

Relación 1:5

Relacion Promedio: 5.10

Valor Nominal	Lectura del Instrumento			Promedio L
	L ₁	L ₂	L ₃	
mm	mm	mm	mm	mm
25.0	25.0	25.0	24.8	24.9
30.0	30.0	29.8	30.0	29.9
40.0	40.0	39.8	40.0	39.9
45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
50.0	49.8	50.0	50.0	49.9

Relación 1:20

Relacion Promedio: 20.05



Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología

Anexo 9. Recibo de pago

Servicio de Evaluación de Pavimento - PCI "Pucusana"

 LABYCONST Laboratorio y Construcción E.I.R.L.	Jr. Dianderas Mz. A-3 Lote 9 - Urb. Santa Luzmila 2da. Etapa - Comas - Lima - Lima Telf: (01) 537-3599 / Cel.: 975586198 RPM: 916445 / RPC: 986646634 Correo: labyconst.e.l.r.l@gmail.com m.revilla@labyconstperu.com / d.aspincoza@labyconstperu.com www.labyconstperu.com	Por S/. <input type="text" value="1,700.00"/>
		Por \$. <input type="text"/>
RECIBO		<input checked="" type="checkbox"/> INGRESOS <input type="checkbox"/> EGRESOS
Recibí de <u>Mario José Isaías Torrejón Laguna</u>		
La cantidad: <u>Mil setecientos con 00/100 Soles</u>		
por concepto de: <u>Servicio de Evaluación de Pavimento - PCI "Pucusana"</u>		
<input type="checkbox"/> CHEQUE N° _____		
<input type="checkbox"/> BANCO _____		Comas, <u>25</u> de <u>junio</u> del 20 <u>21</u>
<input type="checkbox"/> EFECTIVO _____		
<input checked="" type="checkbox"/> DEPÓSITO <u>BCP</u>		
<u>Aaron Vargas Bracamonte</u> RECIBIDOR	<u>Mario José Isaías Torrejón Laguna</u> PAGADOR	<input type="text"/> HUELLA DIGITAL



Servicio de Ensayo de Rugosidad Merlín - "Pucusana"

 LABYCONST Laboratorio y Construcción E.I.R.L.	Jr. Dianderas Mz. A-3 Lote 9 - Urb. Santa Luzmila 2da. Etapa - Comas - Lima - Lima Telf: (01) 537-3599 / Cel.: 975586198 RPM: 916445 / RPC: 986646634 Correo: labyconst.e.l.r.l@gmail.com m.revilla@labyconstperu.com / d.aspincoza@labyconstperu.com www.labyconstperu.com	Por S/. <input type="text" value="800.00"/>
		Por \$. <input type="text"/>
RECIBO		<input checked="" type="checkbox"/> INGRESOS <input type="checkbox"/> EGRESOS
Recibí de <u>Mario José Isaías Torrejón Laguna</u>		
La cantidad: <u>Ochocientos con 00/100 Soles</u>		
<u>Rugosidad = S/ 200.00 // Transporte = S/ 600.00</u>		
por concepto de: <u>Servicio de Ensayo de Rugosidad Merlín - "Pucusana"</u>		
<u>Servicio de Transporte (Lima - Pucusana)</u>		
<input type="checkbox"/> CHEQUE N° _____		
<input type="checkbox"/> BANCO _____		Comas, <u>25</u> de <u>junio</u> del 20 <u>21</u>
<input type="checkbox"/> EFECTIVO _____		
<input checked="" type="checkbox"/> DEPÓSITO <u>BCP</u>		
<u>Aaron Vargas Bracamonte</u> RECIBIDOR	<u>Mario José Isaías Torrejón Laguna</u> PAGADOR	<input type="text"/> HUELLA DIGITAL

