



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la superficie del pavimento flexible en la Av. Industrial aplicando el método del PCI y Índice de Rugosidad, Chimbote – Áncash 2019”

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

AUTOR:

Burga Mutto, Marcos Eulogio (ORCID: 0000-0003-3393-3053)

ASESORES:

Mgr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

Mgr. Legendre Salazar, Sheila Mabel (ORCID: 0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE - PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, por guiarme, por fortalecerme e iluminar mi camino cada vez que necesite que me propongo algo en mi vida.

A mi padre Marcial, el no tenerte cerca me impulsa a seguir estudiando con más ganas.

Mi madre Isabel, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí, por su apoyo, por su amor incondicional, llamadas de atención, múltiples consejos, sobre todo a motivarme a no rendirme y aprender que de los errores se aprende.

A mi hermana Nelly, que siempre está ahí exigiéndome en todo para hacer las cosas bien y lograr ser un profesional de éxito.

A mí tía Natividad, que, con mucha paciencia, cariño y su gran respaldo, hoy en día estoy aquí cursando el último ciclo de carrera universitaria para poder egresar con las mejores ganas del mundo y a todos mis maestros que fueron un gran ejemplo en mi vida, mil gracias.

Marcos Eulogio Burga Mutto

Agradecimiento

Expreso mi gratitud a dios que con su bendición nos guio en todo el transcurso de la investigación, brindándome paciencia y sabiduría para poder culminar con éxito esta meta propuesta.

A nuestra Universidad César Vallejo, por su noble tarea como institución.

A mis profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, quienes con mucho esfuerzo nos compartieron estos conocimientos adquiridos durante esta experiencia en campo y por ayudarnos a nuestro desarrollo como persona y como profesional, para estar en la altura hacia la exigencia que nos demanda el mercado laboral.

A mi asesora, por su enorme acompañamiento y razón para la culminación de esta tesis.

Marcos Eulogio Burga Mutto

PÁGINA DEL JURADO

Declaratoria de Autenticidad

Yo Marcos Eulogio Burga Mutto estudiante del X Ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo-FILIAL CHIMBOTE, identificado(a) con DNI N° 47362241 respectivamente; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi persona y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y autentica.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto del contenido de la presente tesis como de la información adicional aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la universidad.

Nuevo Chimbote, diciembre del 2019



Marcos Eulogio Burga Mutto

DNI N° 47362241

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	16
2.1. Tipo y diseño de la investigación	16
2.2. Variables, Operacionalización.....	16
2.2.1. Variable	16
2.2.2. Operacionalización de variable	16
2.3. Población y Muestra.....	18
2.3.1. Población	18
2.3.2. Muestra	18
2.3.3. Unidad de análisis.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.4.1. Técnicas	18
2.4.2. Instrumentos	18
2.4.3. Validez y confiabilidad	19
2.5. Procedimiento	19
2.6. Método de análisis de datos	20
2.7. Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN.....	36
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS.....	49

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue “Determinar el análisis del resultado de la evaluación del pavimento flexible en la Av. Industrial aplicando el método del PCI y Índice de rugosidad, Chimbote -2019”, siendo una investigación aplicada con un enfoque cualitativo. El nivel de investigación es de tipo descriptivo con un diseño no experimental. El tamaño de la muestra para la investigación está compuesto por 2 calzadas bajo diferentes tipos de fallas en su carpeta de rodadura comprendiendo los 4.500 metros de pavimento flexible en la Av. Industrial, Chimbote.

Los ensayos que sustentan la investigación se basan en lo establecido en las normas ASTM D6433-33 Índice de condición del pavimento, MTC E-1002 Deflectómetro Benkelman y el manual MTC-Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimento: suelos y pavimento.

Se lograron los objetivos planteados en la investigación al realizar la evaluación superficial aplicando el método del PCI, se utilizó una inspección visual minuciosa con ciertos criterios y requerimientos a toda su superficie del pavimento, observando las fallas existentes, para su posterior procesamiento y cálculo del valor del índice de condición del pavimento; así como también la evaluación estructural no destructiva usando el Deflectómetro Benkelman, logrando saber el comportamiento mecánico de diseño simple utilizado para medir la deformación elástica de un pavimento ante la aplicación de una carga estática o de lenta aplicación.

PALABRAS CLAVES: Pavimento flexible, pci, fallas, deflexión

ABSTRACT

The general objective of the present investigation was "To determine the analysis of the result of the evaluation of the flexible pavement in the Av. Industrial Applying the method of PCI and Roughness Index, Chimbote -2019", being an applied research with a qualitative approach. The level of research is descriptive with a non-experimental design. The sample size for the investigation is composed of 2 roads under different types of failures in its rolling folder comprising the 4,500 meters of flexible pavement in the Av. Industrial, Chimbote.

The trials that support the research are based on the provisions of ASTM D6433-33 Pavement Condition Index, MTC E-1002 Benkelman Deflectometer and the MTC Manual-Road Manual: Soils, Geology, Geotechnics and Pavement: Soils and Pavement.

The objectives set in the investigation were achieved when performing the superficial evaluation applying the PCI method, a thorough visual inspection was used with certain criteria and requirements to its entire pavement surface, observing the existing faults, for its subsequent processing and calculation of the value of the pavement condition index; as well as the non-destructive structural evaluation using the Benkelman Deflectometer, knowing the simple design mechanical behavior used to measure the elastic deformation of a pavement before the application of a static or slow application load.

Keywords: Flexible pavement, pci, faults, deflexion.

I. INTRODUCCIÓN

hoy en día es de mucho interés que las obras de infraestructuras viales estén en un buen estado, para que así se pueda evitar las fallas que brotan en pleno desarrollo de la estructura del pavimento y con ello pueda tener un buen transporte de un lugar a otro, los deterioros o fallas se generan en ocasiones por la mala elaboración de la construcción de una estructura vial a la hora de su ejecución ya sea por el lado constructivo pero primordialmente por la parte administrativa porque no tiene un buen sistema en la parte del presupuesto cuando se genera este tipo de obra de infraestructura vial y también no cuenta con un plan de mantenimiento y conservación adecuado del pavimento a falta de los recursos económicos de la entidad contratada. Por esta razón que en cualquier nacionalidad no se puede mantener una estructura vial en estado óptimo, para que con ello satisfaga los requerimientos de cualquier localidad en carreteras de desarrollo. (Osuna, 2015, p. 17).

Por eso los defectos que se generan en el pavimento deben tenerse en cuenta siempre, porque ocasiona inseguridad al usuario y disminuye el bienestar a la vida de trabajo del pavimento, esta discapacidad constructiva se genera a la hora de realizar la ejecución de una obra de pavimento generando así pérdida de fricción, rugosidad y deterioros en la carpeta de rodadura, esto puede prevenirse si se desarrolla una evaluación respectiva al pavimento, basándose a un método no destructivo como es el índice de rugosidad con la metodología Benkelman para determinar las deflexiones del pavimento y un posible deterioro en la superficie generadas por el transcurso del recorrido de los vehículos o los efectos climáticos ocasionados por el medio ambiente. (Casas, 2011, p.11).

Se sabe que las obras de infraestructuras viales son importantes en cualquier patrimonio nacional porque desarrolla un impacto socio-económico que se enlaza directamente al desarrollo social de un país, acoplando centros poblados para el bienestar de una nación en bienes y servicios, conforme está reglamentado, una estructura de pavimento cuenta con un tiempo definido de su vida útil porque va generarse fallas prematuras antes de que se cumpla el régimen de su vida útil que es de 10 a 15 años como lo establece el reglamento del MTC. Para prevenir estos deterioros se cuenta con 2 estilos de evaluación que permite reconocer al pavimento en su condición funcional y estructural, para que así se pueda encontrar una solución para que el pavimento cuente con un buen estado en lo

que es transitabilidad y serviciabilidad de la estructura. (Corahua y Auccahuaqui, 2016, p. 6.)

En este sentido de lo que es infraestructuras viales en estado óptimo, la ciudad de Chimbote tiene la problemática en lo que son obras de infraestructura vial, porque están ubicados en un estado medio a regular ocasionado así desenlaces económicos ya sea parcheo superficial o sustitución del parque automotor y reparaciones. Con estas anotaciones no da a conocer que la evaluación que se realiza a un pavimento son la estructural y la funcional para que con ello se pueda conocer el estado en que se encuentre la estructura en sus capas bases y la superficie. (Moncada, 2015, p. 8).

En cuanto a la Av. Industrial en Chimbote, se sabe que esa carretera fue diseñada y ejecutada en el año 2009 y hasta hoy en día cuenta con 10 años de su vida útil y se observa que su superficie del pavimento está en un estado regular, teniendo su carpeta asfáltica con algunos defectos y deterioros. Se investigó también que en el año 2015 se hizo una mejora en la superficie del pavimento desarrollando así un recapeo de su capa de rodadura, pero en la actualidad está carpeta asfáltica tiene una pérdida de fricción, rugosidad y algunas fallas esto a causa de la mala deflexión de la estructura generando así una incómoda a la transitabilidad del pavimento, por eso es necesario realizar un estudio de la condición y de la serviciabilidad en la que se encuentre el pavimento y seguido seleccionar un buen método que dé solución a estos problemas.

Con este motivo esta investigación realizada vas ser un método informativo-comparativo del estado del pavimento de esta avenida basándose en una evaluación estructural al pavimento con una metodología no destructiva como es el ensayo de la Viga Benkelman para conocer la deflexión total de la estructura y el método del Índice de Condición del pavimento (PCI) para visualizar y clasificar la condición de la superficie. Con estas evaluaciones vamos a determinar en qué rango servicio se va ubicar este pavimento, según los métodos aplicados a este estudio.

Ávila y Albarracín (2014) Nos redacta en “Evaluación de Pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso, caso de estudio: vía chicti – Sevilla de oro. Ecuador.

Se evalúa la capacidad portante de la estructura del paquete, a través de análisis de eficiencia y factibilidad de la deflectometría aplicando análisis inverso.

Es por ello que la capa de rodadura de una carretera es donde se va observa o siente sus defectos a la hora de circular, esta incomodidad lo percibe el operador de un vehículo, porque refleja de cualquier forma las características estructurales de sus estratos inferiores como es la base, subbase y subrasante que conforma el pavimento. Por ello se busca de cualquier manera calificar e medir el estado en que se encuentre la superficie generando algunos equipos y métodos para desarrollar esta evaluación.

En conclusión, el IRI (índice internacional de rugosidad), es una aplicación directa a lo que es la rugosidad de un pavimento pudiendo identificar en las condiciones superficiales que se encuentren.

Castaño, león, Reyes, Fredy. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en las vías secundarias en la capital de lima. Revista, infraestructura vial, 2016. N° 22. ISSN: 0716-1120. Examinaron los deterioros en el pavimento flexible, teniendo en cuenta la actividad problemática de la ciudad de lima en lo que es sus infraestructura viales ya sea pavimentos rígidos o flexibles, empleando métodos que determinen su condición y rugosidad de la superficie obteniendo una única causa del deterioro de calzadas, esto es por una mala ejecución de la estructura del pavimento, pésima calidad de los materiales, procesos constructivos deficientes, sistema de drenaje y efecto de sollicitaciones de carga vehicular.

Concluyen que las principales fallas de un pavimento son la peladura, corrugación de severidad media, por eso que no son percibidos por el conductor. Estos deterioros se pueden prevenir si se interviene a tiempo cuando se interviene a tiempo la carrera evitando así deterioros de severidad alta.

Alejos Solís, (2014). Investigo sobre la “Identificación de las fallas en el pavimento flexible de la avenida José Gálvez – Distrito de Chimbote”, Universidad Cesar Vallejo. Ella destaco que el mal diseño y proceso constructivo de las vías hacen que deterioros como peladuras, piel de cocodrilo, corrugación y grietas, son los principales daños que

cuenta este pavimento y esto ocurre a causa del mal manejo administrativo de esta localidad y a su mal proceso constructivo. Es por eso que aplica una metodología para la identificación y clasificación de las fallas de la avenida José Gálvez, en conclusión, nos deja una anotación de información, de los tipos de fallas que se generan en el pavimento de esta avenida para posteriormente poder darle una solución al problema y darle una mejor condición a la estructura.

En todo este contexto se conoce que el pavimento es un diseño estructural que está conformada de agregados minerales que son seleccionados y enlazados por un ligante bituminoso, y con esto el asfalto crea una mejor desigualdad a la colocación que se realiza a una estructura de pavimento que son diseñadas para aguantar las cargas que recorren sobre la estructura, dependiendo el tipo de pavimento a diseñar. Existen 4 tipos de pavimentos estos son; Híbridos o Articulados, Rígidos, Semirrígidos y Flexibles. (Buitrago y Cano, 2011, p.26).

Sabiendo que el pavimento híbrido o articulado, es una estructura conformada por una capa base de rodamiento donde se emplea, en bloques de concreto prefabricado conocidos como adoquines y cuentan con un espesor uniformemente e igual entre si y estas van encima de una capa fina de arena reposando encima de la capa base granular o de primera mano en la subrasante. Este tipo, de pavimento se ejecuta en parques o calles donde transite un tránsito liviano. (Sibaja, 2015, p. 18).

Pavimento rígido esta es una estructura que está conformada por una losa de concreto hidráulico y reposa directamente encima de la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, conocida como subbase del pavimento rígido nombrado así por su elevada rigidez y su elevado coeficiente de elasticidad del concreto hidráulico, distribuyendo los esfuerzos que se forman en las áreas con un espacio ancho para que así el concreto sea capaz algunos grados de esfuerzo a la tensión, es por ello que este tipo de estructura son diseñadas para soportar tránsito pesado y estas se ejecutan en aeropuertos y vías principales de acceso de tránsito pesado. (Cote y Villalba, 2017, p. 17).

Pavimento Semirrígido esta estructura es parecida al pavimento flexible pero la diferencia es que se encuentra rigidizada artificialmente con aditivo en cualquiera de sus

capas, como es el cal, asfalto, cemento, químicos o emulsión. Es por eso que la impregnación de estos aditivos tiene como objetivo primordial la rectificar o justificar sus materiales locales con sus propiedades mecánicas que van a ser adecuados a la conformación de los estratos del pavimento, teniendo presente que los apropiados se ubican en semejantes diferencias que exageran de manera muy elevada los costos de su construcción. (Valdez y Martínez, 2015, p. 75).

Y el Pavimento Flexible es una estructura que se compone por una lámina delgada de compuesto bituminoso que cuentan con un espesor de 5 a 10 cm de ancho, y reposan encima de 2 capas no rígidas que son la base y sub-base, este tipo de estructura en su proceso de construcción tiene que contar con una compactación de 10 cm de profundidad consecutivamente para su diseño se le agrega concreto asfáltico que se compone por un ligante asfáltico de cuatro por ciento (4%) a seis por ciento (6%), agregado en noventa y cuatro por ciento (94%) a noventa seis por ciento (96%), estos calentados en un horno a 150° para después mezclarlos y luego compactarlos. (Quispe, 2016, p.37).

Esta es una estructura vial que normalmente se realiza diferentes localidades para que se genere un buen recorrido vehicular y están divididas por cuatro elementos llamadas carpeta asfáltica, base, subbase y la subrasante. (Moncada, 2015, p. 15)

Conociendo que la carpeta asfáltica es un tipo de capa compuesta de una mezcla de componente asfáltico que se empotra sobre la base formando así una plataforma de rodadura en la vía, cumpliendo un rol de impermeabilizante de la capa principal obstaculizando que ingrese el agua que deteriorarían las otras capas inferiores, es por eso que esta capa tiene la función de proteger las capas subyacentes teniendo en cuenta que las otras se encuentran en un buen estado y estén muy resistentes. (Sologorre, 2005, p. 23).

La base este es un estrato que está situada al inferior de la carpeta de rodadura, repartiendo sus cargas recibidas a la subbase, está compuesta de material agregado o también se le agrega material con compuesto químico mejor visualizados nombrándose así base estabilizada. Es por ello que con esta teoría la capa base de obtener la resistencia necesaria

para poder soportar las cargas que se sitúan en la superficie y que la transmitan a las capas inferiores del paquete estructural del pavimento. (Moncayo, 1985, p. 18).

La sub-base es la capa que está situada al inferior de la base en la parte de arriba de la subrasante y cumple el rol de aguantar y distribuir de una manera uniforme las cargas que se aplican en la carpeta de rodadura. Este elemento está compuesto por material granular grueso y triturados, como la arena fina o gruesa. (Buitrago y Cano, 2011, p.20).

Y la subrasante que es una capa que se compone de material de suelos naturales (Seleccionados o escogidos), para que así el grosor del pavimento sea mejor cumpliendo su estado de estabilidad o de soporte a los diferentes impactos estructurales e naturales. Esta capa cumple el rol de soportar y aguantar solamente la estructura del pavimento, más no de soportar cargas de los vehículos que recorren sobre la superficie. (Minaya y Ordoñez, 2001, p. 15).

Teniendo en cuenta que las teorías de fallas cuando se diseña una estructura de pavimento flexible, están consideradas frecuentemente, los agrietamientos por fatiga que es la alteración por tracción en la mezcla asfáltica, por los ahuellamiento que vendrían a ser efectos de compresión en la mezcla asfáltica o subrasante. Esto deterioros (fallas), no se forman de manera repentina se forman porque están causadas por las sollicitaciones del clima y tránsito que afectan directamente a la superficie reflejando sus deterioros, facilitando su identificación y poder clasificarlas en fallas funcionales, estructurales y superficiales o también deterioros por incapacidad estructural, deterioros por desperfectos constructivos u deterioros por fatiga. (Braja, 2017, p. 384).

Fallas funcionales, están enlazadas con la capa de rodadura siendo ese el motivo que genera un daño de la índole en la plataforma de la superficie, no tiene un rozamiento superficial correcto. Estos deterioros aparecen cuando su funcionalidad inicial de la estructura del pavimento se degenera. (Medina y de la Cruz, 2015, p. 40).

Fallas estructurales, se enfocan en los daños de la superficie que brotan en la capa de rodamiento, cuyo deterioro se forma en la estructura del pavimento porque no cuentan con la resistencia para poder soportar las sollicitaciones del tránsito que transitan sobre

ella y al conjunto de factores climáticos, es por ello que estas fallas son frecuentemente graves porque cuentan con una magnitud relevante que deteriora completamente su estructura, estos daños afectan y se encuentran en una sola o varias capas del pavimento. Por eso que las fallas típicas que se generan durante un procedimiento gradual de fallas en un pavimento, son los agrietamientos, fisuraciones, desintegraciones, deformaciones permanentes y otros modos de fallas, estas fallas son ocasionadas siempre por el mal diseño que se realiza al comienzo de elaborar una obra de infraestructura vial. (Yarango, 2014, p. 30).

Fallas superficiales este tipo de deterioro se forma en la parte de la superficie, en la capa de rodamiento y no cuenta con una conexión en el paquete estructural del pavimento, es por este motivo que se debe arreglar o corregir estas fallas, regularizando la superficie dándole obligatoriamente impermeabilidad y rugosidad a la capa de rodadura. (Vásquez, 2002, p.544).

Fallas por defectos constructivos estas son provocadas por errores y defectos que van a perjudicar el comportamiento del conjunto de un pavimento y la mala ejecución que se realizó a la hora de elaborarla. (Zhanping, 2018, p. 431).

Fallas por insuficiencia de su estructura están provocadas porque se ejecutaron con material no apropiado (inadecuado), y no cuentan con una mejor resistencia y un espesor insuficiente. (Corro, 2016, p. 25).

Y falla por fatiga estas son ocasionadas por las cargas o el peso del tránsito que se genera continuamente en la capa de rodadura provocándose así efectos de fatiga, es por eso que estos deterioros o fallas en lo que vendría a hacer pavimento flexible o rígido se pueden separar en 2 clases que serían, fallas superficiales y fallas estructurales. (Corro, 2016, p. 26).

Estas evaluaciones se van a generar mediante un cuadro donde se va a recopilar información respecto a lo que es evaluación que se le aplica a los pavimentos, para que así se puedan especificar la condición en que se encuentre la estructura con la finalidad de encontrar soluciones que sean favorables para formar el desarrollo de un esquema de

información al estado en que se encuentre y servicio que pueda brindar esta estructura. (Vargas, 2017, p.25).

La evaluación de pavimentos contribuye a lo que es prevención de los daños ocasionados que pueda sufrir un pavimento a futuro, para que con ello se pueda contribuir con la prevención de los daños o deformaciones que puede sufrir la estructura de un pavimento diseñando así un método que maneje a que esta estructura tenga una vida útil más duradera. (Vargas, 2017, p. 25).

La evaluación de un pavimento es de suma importancia, es por eso que si genera un estudio temprano y oportuno al pavimento va a prevenir gastos económicos, con este fin de que el proceso de esta actividad nos va a informar los aspectos técnicos de la estructura, para que se pueda diseñar y poner en marcha determinadas medidas para la precaución de deterioros, brindar un buen servicio a la ciudadanía, Por eso existen dos tipos de evaluación al pavimento que son (estructural y funcional), para determinar una solución exacta y precisa al problema. (Vargas, 2017, p. 25).

Evaluación estructural es un análisis que proporciona la cavidad estructural que tiene en su presente y en los distintos niveles que se compone el paquete estructural, en este tipo de evaluación se puede generar y aplicar distintos métodos como los no destructivos y destructivos por eso existen una gran diferencia en lo que va ser diseñar un proceso de rehabilitación estructural de un pavimento ya que tiene tiempo de su ejecución a lo que es diseñar la renovación de una estructura nueva (recién ejecutada). (Alvarado, 2015, p.42).

Es por eso que la evaluación estructural es un tipo de evaluación que es exacta del porque falla la estructura lastimando así su superficie apareciendo deterioros o fallas, por este motivo existen 2 métodos que se cataloga según su metodología a emplear los destructivos y no destructivos. (Alvarado, 2015, p. 42).

Los métodos destructivos son los que alteran al pavimento existente en algún punto de vía utilizado para la evaluación de la capacidad de soporte de la estructura mediante la excavación de las calicatas para encontrar los perfiles estratigráficos de los distintos

materiales del paquete estructural mediante la extracción de muestras. Estos métodos destructivos que se emplean para la evaluación de un pavimento son el penetrómetro dinámico de cono (DPC) y el valor relativo de soporte de california (CBR). (Ameratunga, 2015, p. 228).

Métodos no destructivos son los que examinan el paquete estructural de un pavimento sin ocasionarles daños a las capas del paquete estructural, este método se aplica para reconocer 2 clases de deformaciones que son las medidas de deflexión este a causa de las deformaciones elásticas o deflexiones en su estructura, estas son analizadas mediante dispositivos especiales las que permiten y actúan bajo sollicitaciones dinámicas o estáticas. Estos equipos son la viga benkelman, deflectómetro y el dynaflect. (MTC manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008, art. 2).

En cambio, la evaluación funcional es la diferencia de las imperfecciones que se genera con el aspecto de la superficie y la condición total con la que se encuentre la estructura del pavimento, por ello nos accede a reconocer en que calidad se encuentra la superficie de la estructura centralizando así tres tipos de deficiencias que son (rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción). En este sentido se debe tener presente que ocasionan un daño mínimo a la economía, comodidad y seguridad. (Alvarado, 2015, p. 42).

Rugosidad: son imperfecciones que se presentan en la superficie de la estructura de un pavimento, porque perjudican la calidad de rodamiento de los vehículos que recorren la vía y de esta manera la calidad de servicio otorgada al usuario, para cuantificar y calificar la calidad de servicio del pavimento uno de sus principales esfuerzos se desarrolló durante la prueba AASHO (1), para que así se pueda determinar la calidad del pavimento empleando el método del IRI para determinar su condición del índice de rugosidad. (Sachun, 2016, p.36).

Fallas superficiales: Estas deficiencias se muestran en la parte de la superficie del pavimento, y se puede medir sin tener la obligación de instrumentos especiales, por la misma razón estas imperfecciones cuentan con un interés incompleto en la serviciabilidad de la estructura del pavimento, por eso que si se puede detectar antes de

que broten fallas en la superficie, esto va a permitir a la prevención de los posibles deterioros prematuros para que con ello se desarrolle un diagnóstico más específico de los motivos por los que se producen las fallas, se puede efectuar una observación para cuantificar las fallas por medio de un reconocimiento visual desarrolladas en fichas técnicas elaboradas, para reconocer y cuantificar estas fallas que son las fisuras, grietas, baches, asentamientos, desconchamiento, escalonamiento, fallas en las juntas, desgaste superficial, peladuras, pérdidas del árido y exudación. (Jain, 2018, p.270).

Perdida de fricción: esta es una deformación que está directamente relacionada a la seguridad del usuario, frecuentemente en partes de mayor rapidez, como en áreas de frenado (colegios, cruce de transeúntes, etc.), curvas de con un radio mínimo y/o máximo, con peraltes inferiores al seis por ciento (6%), estas se genera como semejanza de un descenso conjunto o único de la macro textura, como de la micro textura superficial del pavimento, la cual va a generar contra tiempos, individualmente siempre y cuando el pavimento este en una condición mojada. (Cazorla, 2014, p. 35).

Teniendo en cuenta que en la evaluación funcional se puede hacer un análisis rutinario de deterioros, permitiendo el desarrollo de modelos de desempeño funcional de pavimentos los cuales ayudan a percibir la futura condición del pavimento de forma más certera y poder determinar en qué calidad se encuentra su estructura y su calidad de servicio, teniendo como escala de medición diferentes métodos para determinar su estado funcional (Carahuatay, 2015, p. 35).

El PCI en un método que nos permite reconocer y clasificar el desempeño de la funcionalidad del pavimento, esta es una metodología de evaluación que nos da a conocer su conducta del pavimento que sería la técnica estándar para un reconocimiento de la condición que tiene un pavimento en estacionamientos o carreteras, y tiene como normativa (ASTM D6433-03), conocido como el método del PCI o PAVEMENT CONDITION INDEX en sus siglas en inglés. (Rodríguez, 2009, p. 18).

El Índice de Condición del pavimento es una metodología de reconocimiento visual diagnosticando a la condición en que se encuentra la superficie del pavimento,

estableciendo un método más completo y sencillo de implementar, que no solicita herramientas especiales para el estudio y cualificación parcial de los pavimentos, esto es mostrado por el ASTM como una metodología de estudio y manejo, norma (ASTM D6433-03). (Conza, 2016, p.23).

También el PCI se basa en la conclusión de un inventario visual del estado en que se encuentra el pavimento la cual constituye severidad, clase, cantidad de cada uno de los deterioros presentes dada la gran cantidad de conjuntos posibles este sistema incluye un factor de ponderación conocido como “valor deducido”, para señalar en qué grado afecta la condición en que se encuentre el pavimento ya sea de deterioro, densidad y nivel de severidad. (Conza, 2016, p. 23).

Como se sabe el Índice de Condición del pavimento es un método informativo de la condición en la que se encuentre la superficie del pavimento, es un índice numérico que varía desde cero (0) para un pavimento en estado pésimo, cien (100) para pavimentos en condiciones excelentes. Existen categorías del PCI las cuales cuentan con su adecuada descripción cualitativa de la condición en que se encuentra el pavimento. (Rodríguez, 2009, p. 18).

la Deflectometría en pavimentos sirve para evaluar in situ el valor de soporte de la subrasante y asimismo la capacidad estructural del pavimento ya existente, esto se realiza mediante ensayos no destructivos teniendo como característica principal la Deflectometría de impacto (FWD). (Almanza, 2014, p.25).

Por eso que la deflexión en pavimentos flexibles nos va a permitir poder utilizar los resultados en una metodología o método de diseño de pavimentos AASHTO, obteniendo así el numero estructural, módulo resiliente, modulo del pavimento y las deflexiones máximas; por ello la deflectometria se centra en analizar el estado de la deflexión de la subrasante teniendo en cuenta el deterioro o deformación de su carpeta de rodadura. (Garrido, 2014, p. 32).

Esta metodología se aplica a la funcionalidad del pavimento con un parámetro que se emplea en la superficie para poder decretar su regularidad y comodidad en su condición

de la superficie teniendo como valor el desplazamiento en la misma. (Williams, 2018, p. 682).

Esto se puede calcular mediante un estudio de la factibilidad y eficiencia de la deflectometría en los pavimentos, donde se va a generar mediciones del cuenco de deflexión mediante instrumentos no destructivos eficaces para ese tipo de estudios. (Pinto, 2015, p. 62).

En conclusión, el estudio del estado en cómo se encuentra una infraestructura vial o condición de un pavimento a partir del cuenco de deflexión, nos va a permitir formular o manifestar las expresiones matemáticas para poder estimar el módulo de la subrasante, el estado de cada una de las capas de la estructura del pavimento y la ecuación para hacer un cálculo del espesor de refuerzo. (Zhang, 2017, p. 499)

Es por eso que para establecer criterios de calidad y comportamiento de los pavimentos que indicaran las condiciones actuales y futuras del estado superficial de un camino, surgió la necesidad de establecer una ecuación de la estructura equivalente en función del tráfico y la subrasante, por ello se utilizan programas en Excel; además las deformaciones verticales de un camino, que afectan la dinámica de los vehículos que transitan sobre él, esto se va a desarrollar mediante un trabajo que incluye la ejecución de la medición de la deflexión con la viga Benkelman. (Ibagué, 2016, p.32).

La viga benkelman es un ensayo no destructivo aplicada a la Deflectometría de un pavimento, es una escala de medición sencilla con un bajo nivel económico para poder diagnosticar la rugosidad y deflexión de del pavimento, este es un sistema íntegramente mecánico y se desempeña como palanca llamada DEFLECTOMETRO BENKELMAN. Esta viga integra 2 partes, principalmente integra un cuerpo fijo que se instala en el terreno mediante 3 apoyos, 2 de ellos fijos en el punto (a) y 1 trasero regulable en el punto (b), y la segunda parte consiste de un brazo móvil el cual se acopla a una articulación de giro en el punto (c), unos de los límites de este brazo “DE” se ubica en el punto (d) reposando encima del terreno y el otro limite es ubica en contacto con un extensómetro de movimiento vertical en el punto (e), detectando la deformación elástica

vertical ante la aproximación de una rueda doble carga con 40KN. (Balarezo, 2017, p.52).

También se sabe que la viga benkelman mide la deflexión máxima y mínima del pavimento bajo la acción de una carga estática o bien de una carga causi- estática de acción muy lenta, la medición total de la deflexión tendrá una componente elástica y otro remanente. (García, Aguirre y López, 2007, p. 28).

Las deflexiones que se obtienen por la viga Benkelman se adaptan al modelo matemático de Hogg, esta utiliza como entradas la relación entre la deflexión a cierta distancia y la deflexión máxima; con estos datos es posible obtener parámetros estructurales que ayuden a realizar un análisis de la situación estructural del pavimento. (Balarezo, 2017, p. 36)

Es por eso que la viga Benkelman es la que mejor que se adecua al modelo de Hogg, ya que se pueden obtener parámetros de entradas tal como se requiere en el modelo sin la necesidad de correlacionar o corregir y siguiendo un mismo modelo de carga, se puede decir que el modelo de Hogg y la viga Benkelman se complementan entre sí. (Ibague, 2016, p. 48).

La deflexión del pavimento es el valor de desplazamiento en su superficie la cual esta aplicada a una carga, el valor de la deflexión depende de una serie de factores entre la temperatura y además del soporte del suelo de fundación. (Arriaga, Garnica y Rico, 2014, p.52).

De tal manera que la correlación de la problemática de esta investigación se formula de la siguiente manera: ¿Cuál será el estudio del resultado de la evaluación del pavimento flexible en la Av. Industrial aplicando el método del PCI e Índice de rugosidad? Con la finalidad de hacer un análisis para saber qué calidad de servicio tiene esa avenida. Y con esto se va justificar que se realizara un análisis para determinar la calidad de servicio de la av. Industrial del distrito de Chimbote que está conectada a la población, la cual se puede observar que en su pavimento se encuentra deteriorado con un margen de severidad media perjudicando así al usuario generando incomodidad en ellos. Este

pavimento muestra una superficie con nivel de severidad media por el motivo de que en el año 2015 se le genero un mantenimiento a su carpeta asfáltica pero sus estratos inferiores no tienen el mismo rango de calidad que la superficie porque este es una estructura de pavimento ejecutada en el año 2009.

De esta manera esta evaluación nos va a dar un informe de la calidad de servicio que tiene la av. Industrial por medio de dos métodos, uno que evalúa la condición de la superficie de la estructura y la otra evalúa la calidad de servicio con la que cuenta el pavimento para que de esta manera se pueda hacer un análisis y brindar una solución en lo que es el mantenimiento requerido a esta avenida sin la necesidad de volver a reconstruirla o pueda cumplir su vida útil reglamentada en el manual del MTC, brindando una mejor transitabilidad en la carretera.

Es por este motivo que nuestro proyecto servirá como una herramienta informativa y educacional en la sociedad por ende en la población de Chimbote para que sepan cómo ejecutar una obra de pavimentación con buena funcionalidad y no broten deterioros prematuros para que ofrezcan una buena seguridad y una mejor calidad de vida de los moradores. Con este proyecto vamos motivar al desarrollo económico y social que cambiara la apariencia de la ciudad.

Con lo referente a los objetivos de este proyecto tenemos:

El objetivo general va ser la Evaluación del pavimento flexible aplicando el método del PCI y índice de rugosidad de la Av. Industrial, del distrito de Chimbote.

Teniendo como primer objetivo específico el reconocer y clasificar las fallas o deterioros que se originan en la superficie del pavimento flexible de la Av. Industrial, mediante el método del PCI.

Como segundo objetivo determinar el índice de rugosidad en la Av. Industrial para poder identificar la calidad y comportamiento del pavimento que afecta a su estado superficial generando pérdida de fricción y fallas superficiales de la carpeta asfáltica. Aplicando el método de la Viga Benkelman.

Y como tercer objetivo va ser comparar los resultados obtenidos de la evaluación del pavimento utilizando el equipo de la viga Benkelman y el método del PCI.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Es de tipo descriptivo, porque su objetivo es la ejecutar y examinar un análisis de las características del elemento que se va a evaluar. (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 214).

También es de tipo explicativo, por cuanto su propósito es explicar o responder por las causas, condiciones o efectos que genera el comportamiento de una variable de estudio.

2.1.2. Diseño de la investigación

Esta investigación aplica un diseño no experimental, porque no se va adular la variable independiente que es el pavimento flexible. Por su temporalización de tipo transversal ya que según las mediciones generadas en el campo se realizó una sola vez de tal manera que se estudió los datos recopilados en campo que se tomó en su momento, por ello es un diseño prospectivo, ya que la información escogida y analizada en campo fueron actuales.



Xi: Evaluación

Mi: Pavimento flexible

O1: Resultados

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Enunciado de variable

Variable Independiente: Pavimento Flexible

2.2.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Sub - Indicadores	Escala de medición
PAVIMENTO FLEXIBLE	<p>La estructura del pavimento estuvo compuesta por un conjunto de capas superpuestas que es la carpeta asfáltica, posteriormente sigue la base, sub base, sub rasante y terreno natural.</p> <p>Determinar el inicio del desgaste y las fallas que le generan al pavimento.</p>	<p>Se Visualizó e identifico la carpeta de rodadura con el fin de cuantificar las fallas que se generan en la superficie del pavimento como sus fallas superficiales, perdida de fricción y su rugosidad, aplicando el método del PCI, para verificar la condición inicial en que se encuentra actualmente el pavimento y el IRI para tener un estudio de la deflexión que cuenta el pavimento para obtener su calidad de servicio brindando mejor en lo serviciabilidad al usuario.</p>	Evaluación Superficial	Índice de Condición del Pavimento (PCI)	Parámetros de evaluación	Interválica
					Índice de condición del pavimento	
			Evaluación Estructural	Deflectometría	Buen estado estructural < 40 (0.01 mm) – Mal estado estructural > 40 (0.01 mm)	Interválica

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población:

Todas las avenidas, calles, pasajes, que conectan esta vía a evaluar.

2.3.2. Muestra:

Pavimento flexible, que estuvo conformada por toda la trayectoria de la avenida Industrial que comprende 2 vías.

2.3.3. Unidad de análisis:

Avenida Industrial que cuenta con 2 carreteras con longitudes diferentes, la primera tiene una distancia de 2265 m y la segunda con una distancia de 2295 m siendo un total 4560 metros lineales convirtiéndose así en 4+500 m en su totalidad. Cada una con un ancho de calzada de 9.20 m.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Esta es una técnica de recolección de datos para un análisis de identificación directa porque se señala la actuación de la variable sin adulterarla, la información que se obtiene es mediante fichas técnicas y guías de observación.

2.4.2. Instrumentos

Protocolos, este estudio se realizó con el apoyo de una guía de observación para que así se seleccione los datos requeridos para el desarrollo del proyecto, siendo formatos estándar ya establecidos por las normas ASTM y MTC.

- (ASTM- D6433-03) método del PCI
- (MTC E 1002) Deflectómetro Benkelman

También se va utilizar un equipo topográfico, porque mediante esto se pudo generar un levantamiento de la superficie del pavimento para obtener su perfiles y características del sitio en estudio.

Todo esto de acuerdo al reglamento del MTC.

2.4.3. Validez y confiabilidad

Esta investigación utilizó las normas técnicas para la inspección del pavimento flexible la cual nos facilitó la toma de datos en su estado actual, estos ensayos fueron desarrollados por expertos en la materia, por lo tanto, no se necesita una validación por juicio de expertos.

2.5. Procedimiento

Para realizar la evaluación del pavimento de la avenida industrial se emplearon dos metodologías en campo realizando cada una con distintos procedimientos.

La primera es el método del PCI que su aplicación en campo va ser mediante un procedimiento inspección:

- Cada unidad de muestra será inspeccionada.
- Se registró cada tramo y sección, así como el número de unidad de muestra.
- Se registró el tamaño de unidad de muestra.
- Se realizó la inspección de las fallas, cuantificando cada nivel de severidad y llenando la información obtenida en las hojas de registro, los tipos de fallas y el grado de severidad.
- Para cada unidad se realizó el mismo procedimiento.

El segundo procedimiento aplicado en campo fue la viga Benkelman, para realizar las mediciones de la deflexión de la carretera se tuvo que definir los puntos donde se tomaran las medidas tomando así una distancia de 0.90 m desde el borde de la berma del pavimento, está clasificada en el MTC según el ancho del carril.

Ya estando definidos los puntos donde se realiza las mediciones, la rueda dual del camión fue colocada en el punto seleccionado, luego se estaciona el extremo de la viga Benkelman debajo del centro de gravedad de las llantas dobles y se tiene como tolerancia un rango de 3 pulgadas alrededor del punto.

Luego se realizaron las mediciones en diferentes distancias comenzando desde el punto de inicio a cada, 25, 50 y 100, estas son las deflexiones adicionales. La primera medición fue la deflexión máxima y es tomada a una distancia igual a 0 cm, esta es la deflexión medida en el punto que coincide con el eje de gravedad de las llantas dobles. Con esta metodología se tomó 3 lecturas para definir el gráfico del tipo de curva de deflexión que se produce. Como norma se tuvo que la primera marca “adicional” se

realizó a una distancia tal que la medida de su deflexión sea la mitad o este en un rango de 35% al 65% de la deflexión máxima, la segunda marca adicional se tomó al doble de distancia de la primera marca adicional.

Una vez realizadas las marcas adicionales, se activó el extensómetro, se puso el dial en cero y mientras el camión se desplaza muy lentamente (se recomienda una velocidad de 1km/h) se toman las medidas conforme la varilla adosada en la parte trasera del camión vaya coincidiendo con las distancias de la primera y segunda marca adicional, se tomó las lecturas hasta que el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo y que el indicador del dial ya no tenga movimiento.

Este ensayo en campo se realizó con la ayuda de un técnico laboratorista y tesistas, conformado por tres personas, uno para la toma de mediciones, el otro para que coordine con el conductor del camión y de aviso al operador cuando la varilla adosada en el camión vaya coincidiendo con las marcas hechas en la viga Benkelman.

2.6. Métodos de análisis de datos

Se empleó el análisis de datos descriptivo porque los resultados se tomaron tal cual, sin manipular ninguna variable. Así mismo se utilizó los instrumentos validados (por especialistas en suelos y pavimentos) para su respectivo análisis para el tramo comprendido de la Avenida Industrial que actualmente presenta fallas.

También se realizó la evaluación de la viga Benkelman para medir la deformación elástica del pavimento ante la aplicación de una carga estática o de lenta aplicación, esta medición se hace mediante un punto de inicio 0 a cada 25, 50 y 100 con este método se pudo conocer la deflexión máxima de la estructura del pavimento del área de estudio que es la av. Industrial

Luego de haber obtenido los resultados del laboratorio de suelos de la UCV se pasó al análisis de esos mismos utilizando la estadística por medio de tablas, gráficos y otros que nos sirvieron de apoyo para plantear una solución.

Así mismo con ayuda del instrumento (Ficha técnica), se recopiló los datos para cada daño que presenta la pavimentación, teniendo en cuenta este orden: Ubicar las fallas, identificar las fallas, clasificar el tipo de fallas, medir, niveles de severidades, determinar las causas y describir a cada fotografía, para luego verificar mediante el PCI.

2.7. Aspectos éticos.

El investigador que está a cargo de este proyecto es intachable y respetuoso en comprometerse a respetar y ser confiable en la veracidad del contenido y los resultados expuestos al termino del mismo, con ello se señala que se ha parafraseado y citado adecuadamente a los autores que son responsables del marco teórico que es el sustento exacto de toda esta investigación. Los datos obtenidos en el campo son verificables, implicando un estudio exacto y fidedigno.

III. RESULTADOS

3.1. Primer objetivo:

Reconocer y clasificar las fallas o deterioros que se originan en la superficie del pavimento flexible de la Av. Industrial, mediante el método del PCI.

Zona de estudio:

La zona de estudio es la Av. Industrial – Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash; entre la intersección Panamericana Norte y el Parque Ricardo Palma, finalizando en el Terminal Portuario de Chimbote ENAPU. Una de las principales avenidas ya que conecta la zona industrial pesquera y siderúrgica de la localidad la cual es transitada por transporte pesado, público y particular, teniendo un total de 4500 metros lineales de pavimento flexible de ambas vías en sentido contrario.

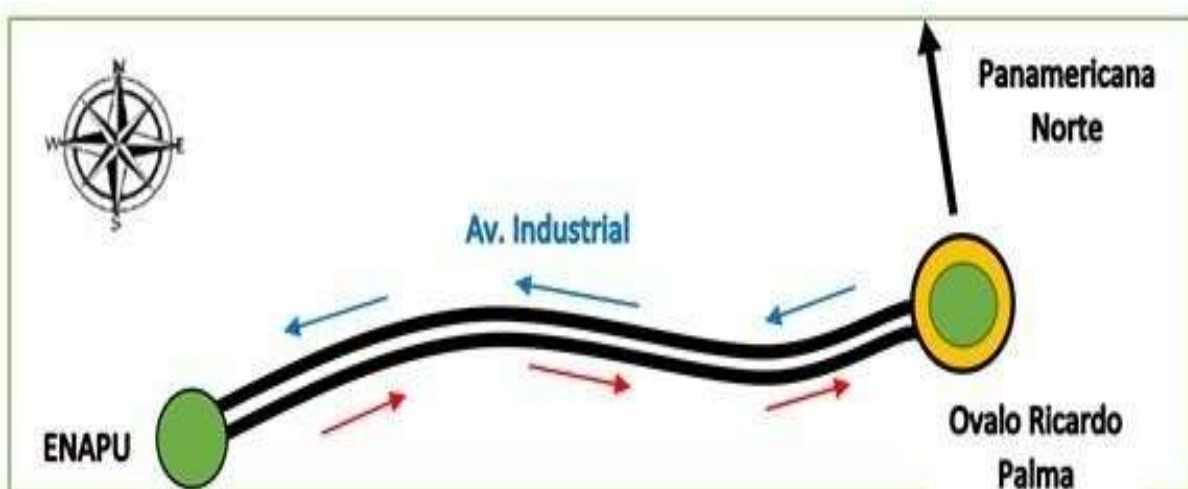
La presente investigación se basa en la problemática del estado actual que comprende el pavimento flexible en ambos tramos, apreciándose a simple vista las fallas en la carpeta asfáltica, las cuales afectan a los vehículos y usuarios de transporte público o privado.

Ubicación geográfica:

Región geográfica:	Costera
Departamento:	Ancash
Provincia:	Santa
Distrito:	Chimbote
Ubicación:	Avenida Industrial

Características de la zona de estudio:

Gráfico N° 1
Sentido de Tráfico



Fuente: Elaboración Propia

Como punto de inicio estuvo el estadio Manuel Gómez Arellano a la altura de su zona peatonal, (progresiva 0+000) y su punto final en el Terminal Portuario de Chimbote ENAPU con la progresiva 2+229, siendo esta avenida de doble vía.

En el grafico mostrado se observa las flechas de color azul, indican el sentido del carril de Este a Oeste, y las flechas de color rojo indican el sentido del carril de Oeste a Este.

Reconocimiento de las fallas en el pavimento flexible con el método del PCI

Tabla N° 01
Fallas Consideradas

Falla N°	TIPO - NOMBRE	UNIDAD
1	Grieta piel de cocodrilo	m^2
2	Exudación	m^2
4	Abultamientos y hundimientos	m^l
5	Corrugación	m^2
6	Depresión	m^2
7	Grietas de borde	m^l

10	Grietas longitudinales y transversales	m1
11	Parqueo y acometidas de servicio	m2
13	Huecos	N°
15	Ahuellamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Meteorización/Desprendimientos de agregado	m2

Fuente: Método de evaluación de pavimentos PCI (Pavement Condition Index)

Interpretación:

En este cuadro se identificó los tipos de fallas, los números de fallas codificados como en el manual del PCI y sus unidades de medida. Estas fallas mencionadas son las que se pudo reconocer y clasificar en el reconocimiento visual que fue realizado en complemento a la evaluación de este pavimento de longitud 4500 m (4.5 km). Con ello se cuantifico los 19 tipos de fallas identificadas en la Av. Industrial.

Tabla N° 02
Descripción de las Fallas

FALLA	N°	NIVEL DE SEVERIDAD			DESCRIPCIÓN
Grieta Piel de cocodrilo	1	3 L	2 M	H	Se observó que la falla N°1 se ubican en las unidades de muestra (02, 05, 06, 09,13) y se encuentran entre el nivel severidad de bajo a medio.
Exudación	2	4 L	1 M	H	Se encontró la falla N°2 en las unidades de muestra (01, 08, 10, 11, 14) y se ubican entre el nivel de severidad de bajo a medio.

Abultamientos y hundimientos	4	1 L	4 M	H	Se observó que la falla N°4 se ubican en las unidades de muestra (02 y 12) se encuentran entre el nivel de severidad de bajo a medio.
Corrugación	5	4 L	7 M	H	Se observó la falla N°5 en las unidades de muestra (03, 04, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15) y se ubican entre el nivel de severidad de bajo a medio.
Depresión	6	1 L	1 M	H	Se observó la falla N°6 en las unidades de muestra (03 y 07) se ubican entre el nivel de severidad de bajo a medio.
Grietas de borde	7	6 L	8 M	2 H	Se observó la falla N°7 en las unidades de muestra (01, 02, 03, 04, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15) y se ubican entre el nivel de severidad de bajo a medio.
Grietas longitudinales y transversales	10	3 L	3 M	H	Se observó falla N°10 en las unidades de muestra (03, 04, 05, 11, 13) y se ubican entre el nivel de severidad de bajo a medio.
Parcheo y acometidas de servicio	11	2 L	1 M	H	Se observó la falla N°11 se ubican en las unidades de muestra (07 y 08) se encuentran entre el nivel de severidad de bajo a medio.

Huecos	13	1 L	1 M	H	Se observó la falla N°13 se ubican en las unidades de muestra (05 y 13) se encuentran entre el nivel severidad de bajo a medio.
Ahuellamiento	15	3 L	1 M	H	Se observó la falla N°15 se ubican en las unidades de muestra (03, 04, 05, 09) se encuentran entre el nivel severidad de bajo a medio.
Desplazamiento	16	L	M	1 H	Se observó la falla N°16 se ubica en la unidad de muestra (01) se encuentran entre el nivel severidad de alto.
Hinchamiento	18	L	1 M	H	Se observó la falla N°18 se ubica en la unidad de muestra (06) se encuentran entre el nivel severidad de medio.
Meteorización/Desprendimientos de agregado	19	L	1 M	H	Se observó la falla N°19 se ubica en la unidad de muestra (07) se encuentran entre el nivel severidad de medio.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Del cuadro se aprecia que el nivel de severidad de las fallas identificadas en las 15 unidades del tramo de la carretera de la Av. Industrial varía entre el nivel bajo a medio, con 13 tipos de fallas identificadas .

Tabla N° 03
Índice de Condición del Pavimento

Unidad de Muestra	Cota inicial	Cota final	Área del Tramo	PCI	Clasificación
UM-01	0+000	0+289.8	289.8	46.5	REGULAR
UM-02	0+289.8	0+579.6	289.8	47	REGULAR
UM-03	0+579.6	0+869.4	289.8	25	MALO
UM-04	0+869.4	1+159.2	289.8	11.5	MUY MALO
UM-05	1+159.2	1+449	289.8	50	REGULAR
UM-06	1+449	1+738.8	289.8	5	FALLADO
UM-07	1+738.8	2+028.6	289.8	43	REGULAR
UM-08	2+028.6	2+318.4	289.8	37	MALO
UM-09	2+318.4	2+608.2	289.8	40	REGULAR
UM-10	2+608.2	2+898	289.8	60	BUENO
UM-11	2+898	3+187.8	289.8	45	REGULAR
UM-12	3+187.8	3+477.6	289.8	60	BUENO
UM-13	3+477.6	3+767.4	289.8	80	MUY BUENO
UM-14	3+767.4	4+057.2	289.8	42	REGULAR
UM-15	4+057.2	4+347	289.8	31	MALO
PCI				41.53	REGULAR

Fuente: Manual del PCI

Interpretación:

De la tabla N°03, se observó las unidades de muestra (UM) calculadas conforme al PCI, calificándolas cada unidad de muestra en un determinado tramo, obteniendo el siguiente detalle:

La UM-03, UM-08, UM-15 se clasifica en una condición MALA porque se encuentran en un rango de 25 – 40.

La UM-01, UM-02, UM-05, UM-07, UM-09, UM-11 y UM-14 se clasifica en una condición REGULAR porque está ubicado en un rango de 40 – 55.

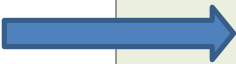
La UM-12 y UM-10 están clasificados en una condición BUENA porque se encuentran en un rango de 55 – 70.

La UM-13 se clasifica en una condición MUY BUENA porque está en un rango de 70 – 85.

La UM-04 está clasificada en una condición MUY MALO porque está en un rango de 10 – 25.

Por último con la UM-06 se clasifica en una condición FALLADO porque está en un rango de 0 – 10.

Tabla N° 4
Rangos de calificación del PCI

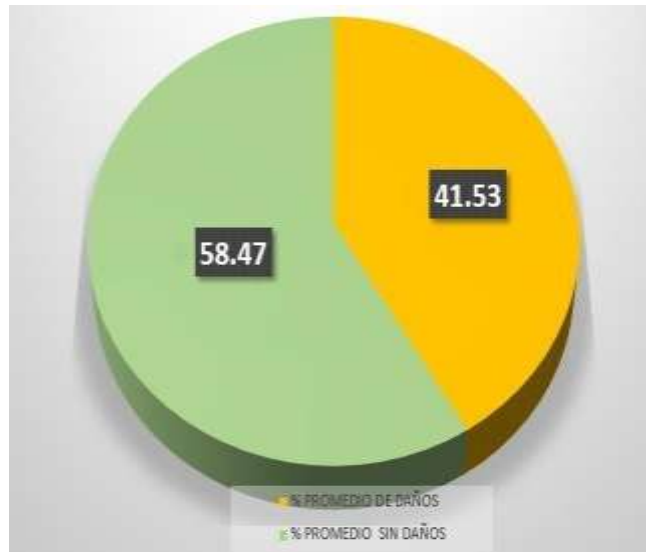
RANGO	CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
 55 – 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Manual PCI (ASTM D 6433)

Interpretación:

Asimismo, el promedio obtenido de las 15 unidades de muestra nos arrojó un resultado de 41.53, clasificándolo como REGULAR, por encontrarse al margen del rango 40 – 55. Por lo tanto, la superficie de la carretera de la Av. Industrial cuenta con un índice de condición de pavimento de regular.

Gráfico N° 2
Índice de Condición del Pavimento



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Segundo Objetivo:

Determinar el índice de rugosidad en la Av. Industrial para poder identificar la calidad y comportamiento del pavimento que afecta a su estado superficial generando pérdida de fricción y fallas superficiales de la carpeta asfáltica. Aplicando el método de la Viga Benkelman.

Tabla N°05
Datos de la Ruta

DATOS	DESCRIPCIÓN
Tramo	Prolong. M. Villavicencio – Prolong. Malecón Grau
Departamento	Áncash
Tipo de Carretera	Distrital
Número de carril	2
Numero de carril por sentido	1
Ancho de carril	9.20
Clasificación de la vía	Secundaria
Tipo de terreno	Arenoso limoso
Tipo de superficie	Concreto asfáltico
Tipo de base	Granular
Km Inicial	0+000
Km Final	2+229
Espesor de capa de rodadura	10 cm
Espesor de base	15 cm

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Estos son los datos de la carretera llamada avenida Industrial donde nos describe todas sus características de la zona de estudio.

Tabla N° 06
Características de la viga Benkelman de la UCV Chimbote

Relación de Brazo	1:2
Dial de precisión	0.002 mm
Distancia (L) de brazo de prueba del pivote al punto de prueba	2.45 m +/- 50.00 mm
Distancia (L) del brazo desde el pivote hasta el extensómetro	1.23 m +/- 50.00 mm
Longitud desde el pivot hasta las patas delanteras	255 mm
Longitud desde el pivot hasta las patas posteriores	1.665 m

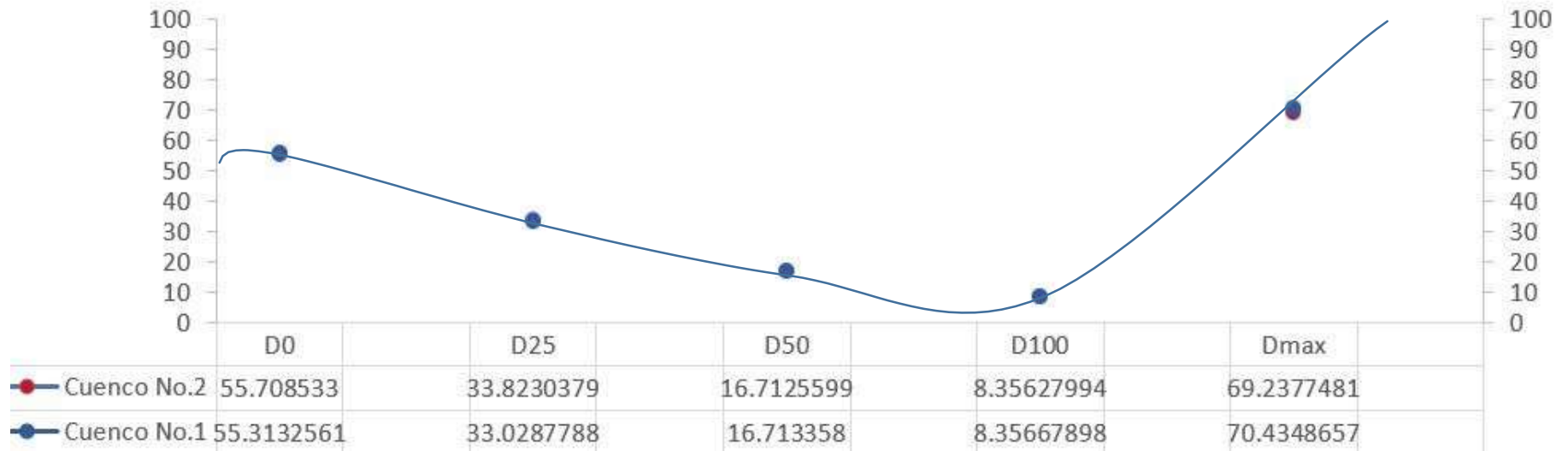
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 07

Resultados de la medida de las deflexiones del pavimento empleando la viga Benkelman

I. LECTURAS DE CAMPO									
Tramo	Abscisa	L₀	L₂₅	L₅₀	L₁₀₀	L_{max}	T		
N°.	Km	*10⁻²mm	*10⁻²mm	*10⁻²mm	*10⁻²mm	*10⁻²mm	°C		
1	0+100	13.9	8.3	4.2	2.1	17.7	26.48		
2	0+100	14	8.5	4.2	2.1	17.4	26.54		
II. CALCULO DE DEFLEXIONES									
Tramo	Abscisa	D₀	D₂₅	D₅₀	D₁₀₀	D_{max}	T		
N°.	Km	*10⁻²mm	*10⁻²mm	*10⁻²mm	*10⁻²mm	*10⁻²mm	°C		
1	0+100	55.3132561	33.0287788	16.713358	8.35667898	70.4348657	26.48		
2	0+100	55.708533	33.8230379	16.7125599	8.35627994	69.2377481	26.54		
IV. CÁLCULO SN									
tramo	R	Rd₀	LogE_{SL}	E_{SL}	H_{EQ}	E_{EQ}	ISC	SN	SNC
N°.	m	adi.	adi.	kgf/cm²	cm	kgf/cm²	adi.	adi.	adi.
1	140.232143	7756.69643	2.87702987	753.407376	18.8608707	4656.05758	10.7629625	1.10503041	2.28692991
2	142.788636	7954.54545	2.86997681	741.270663	19.1497014	4581.0527	10.5895809	1.10713689	2.27450447

III. CUENCO DE DEFLEXIÓN



Fuente: Laboratorios UCV

Interpretación:

Esta curva de deflexión es la representación del desplazamiento del pavimento ante la aplicación de una carga estática o de lenta aplicación. Teniendo un significado cualitativo del tipo de curvas de deflexiones (Tipo III), siendo una curva corta poco profunda con el pavimento dañado, pero teniendo una buena subrasante.

La tabla N°06 es un resumen del ensayo en campo realizado por la viga Benkelman, para poder medir las deflexiones en el pavimento y poder analizar la deformación vertical y puntual de la superficie bajo la acción de una carga, estas medidas sirven para determinar la capacidad estructural y deformabilidad del pavimento.

Tabla N°08

Valor de soporte de la Sub rasante Modelo de Hogg

Calzada Izquierda		MODELO DE HOGG								
		R5 cm.	L0 cm.	E Kg./cm ²	E psi	E* Kg./cm ²	E*/E0	CBR %	MR kpsi	HEQ cm.
ESTADO	Promedio	28.31	12.21	1617.25	22995.18	67660.32	41.89	15.40	17.74	28.53
	D. estándar	2.45	1.82	91.62	23028.23	18602.11	11.51	0.87	0.65	2.23
	máximo	32.61	15.21	1752.90	24923.90	114294.27	70.23	16.69	18.70	33.97
	mínimo	23.19	7.92	1459.11	20746.64	37001.75	24.96	13.90	16.60	24.32

Calzada Derecha		MODELO DE HOGG								
		R5 cm.	L0 cm.	E Kg./cm ²	E psi	E* Kg./cm ²	E*/E0	CBR %	MR kpsi	HEQ cm.
ESTADO	Promedio	29.48	13.06	1621.88	23166.99	70555.61	43.54	15.45	17.77	29.02
	D. estándar	2.66	1.85	85.66	1250.84	14296.26	8.88	0.82	0.61	1.97
	máximo	34.83	16.65	1817.18	25837.90	103823.1	68.06	17.31	19.14	33.97
	mínimo	25.38	10.08	1490.77	21196.86	42640.14	27.23	14.20	16.83	25.03

Fuente: Laboratorios UCV

Interpretación:

Aquí se obtiene el valor de soporte de la sub rasante mediante el modelo de Hogg. El CBR obtenido se va a comparar con los valores propuestos por en el MTC y de estada manera conocer el estado de la sub rasante por medio de su clasificación.

Tabla N° 9
Clasificación CBR según MTC

Categorías de la subrasante	CBR
SS0 = Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
SS1 = Subrasante Pobre	DE CBR ≥ 3% A CBR < 6%
SS2 = Subrasante Regular	DE CBR ≥ 6% A CBR < 10%
SS3 = Subrasante Buena	DE CBR ≥ 10% A CBR < 20%
SS4 = Subrasante Muy Buena	DE CBR ≥ 20% A CBR < 30%
SS5 = Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos

Interpretación:

Según la Tabla N°06 el CBR del pavimento está en una categoría de SS3 (Sub-rasante Buena). Porque nos bota un resultado teórico de CBR según el modelo de Hogg 15.40% que esta entre un margen no menor al 10% ni mayor a 20% de CBR según clasificación en el MTC.

Esto quiere decir que el pavimento en esta avenida cuenta con una sub-rasante buena.

43. Tercer objetivo: comparar los resultados obtenidos de la evaluación del pavimento utilizando el equipo de la viga Benkelman y el método del PCI.

Tabla N°10
Diagnóstico del Pavimento de la Av. Industrial

MÉTODO DEL PCI	MÉTODO DE LA VIGA BENKELMAN
<p>- Con este método se determinó los deterioros y fallas de la superficie del pavimento, que saltan a simple vista a lo largo de toda la vía.</p>	<p>- Con este método se determinó la capacidad estructural y la deformabilidad del pavimento, es mediante el ensayo no destructivo.</p>
<p>- Se realizó mediante una inspección visual minuciosa con ciertos criterios y requerimientos a toda su superficie del pavimento, observando las fallas existentes, para su posterior procesamiento y cálculo del valor del índice de condición del pavimento</p>	<p>- Se realizó mediante un ensayo que ha medido las deflexiones y analizo la deflexión de la deformación vertical y puntual de la superficie bajo la acción de una carga.</p>
<p>- Este método de evaluación superficial se caracteriza por no requerir ningún equipo especial o sofisticado para su análisis y empleo.</p>	<p>- Este método de evaluación se caracteriza por ser un instrumento mecánico de diseño simple utilizado para medir la deformación elástica de un pavimento ante la aplicación de una carga estática o de lenta aplicación.</p>

- Con el PCI nos va dar el resultado de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establece el tipo, severidad y cantidad de cada falla que presenta el pavimento, para su posterior procesamiento y determinación de la condición en la que se encuentra el pavimento. Debido a la gran cantidad de posibles condiciones se introdujeron los “Valores Deducidos”, como un factor de ponderación, con el fin de determinar el grado de afectación de cada combinación de tipo de falla, nivel de severidad y densidad sobre la condición del pavimento.

- La utilización de la Viga Benkelman sirve básicamente a la determinación de la vida útil remanente de un pavimento, evaluar estructuralmente pavimentos analizando todas las condiciones localizadas como (drenaje, calidad de los materiales, espesores de diseño anteriores etc

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

- Con el método del PCI (índice de condición del pavimento), se realizó mediante una inspección visual donde se pudo cuantificar el reconocimiento y la descripción de las fallas superficiales que brotan en la carpeta de rodadura, estas dividiéndolo en unidades de medidas de muestra para la clasificar la condición en la que se encuentra la superficie dándonos así un PCI de 41.53 que está en un rango de clasificación REGULAR según el manual del PCI.
- Con el ensayo de la viga Benkelman se determinó la capacidad estructural y deformabilidad del pavimento, teniendo como resultado un tipo de curva de deflexión (Tipo III). Siendo así una curva corta poco profunda con el pavimento dañado, pero contando con una buena sub-rasante.
- Y finalmente, con lo anterior se determinó la capacidad portante del terreno con el CBR aplicado al modelo de Hogg (Base teórica), generando un resultado de 15.40% en ambas estructuras entrando en un margen de sub rasante buena (SS3) estando en un margen de CBR con $\geq 10\%$ A $CBR < 20\%$, según el MTC-Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos.

IV. DISCUSIÓN.

- La evaluación del pavimento de la av. Industrial que se analizó y nos arrojó dos tipos de resultados y un cuadro comparativo de la información obtenida. En primer lugar, se obtuvo un índice de condición de pavimento en estado regular de la superficie, acompañada de un estado bueno a nivel estructural en lo que respecta al ensayo no destructivo. Sin embargo, estas condiciones no son las apropiadas para su condición de uso y por tales motivos se entregará un diagnóstico del estado actual de todas las fallas encontradas a nivel superficie basándonos en las normativas establecidas (ASTM, MTC).
- En la evaluación superficial se verificó que mediante el método del PCI (Índice de Condición de Pavimento) determinándose que la superficie del pavimento según PCI es **41.53** siendo “**REGULAR**”, por encontrarse dentro del rango 40 – 55. lo que significa que presenta más fallas a nivel superficial que estructural, consecuentemente son una leve preocupación ya que las fallas presentes en la carpeta de rodadura en su mayoría son de nivel de severidad baja a media. Por otro lado, la evaluación superficial nos proporcionó la cuantificación de fallas en las 15 unidades de muestra según su clase, nivel y severidad en su unidad de medida para su respectivo inventario.
- En la tabla N° 2, tenemos la descripción de las fallas, observando que la falla N° 1 grieta piel de cocodrilo están presente en las muestras 02, 05, 06, 09 y 13 las cuales se encuentran entre un nivel de severidad de bajo a medio.

La falla N° 2 exudación están presentes en las unidades de muestras 01, 08, 10, 11 y 14 y se ubican entre un nivel de severidad de bajo a medio.

La Falla N° 4 abultamientos y hundimientos se ubican en las unidades de muestra 02 y 12 con un nivel de severidad de bajo a medio.

La falla N° 5 corrugación se encontró en las unidades de muestreo 03, 04, 06, 08, 09, 10,11, 12, 14 y 15 con un nivel de severidad bajo a medio, siendo la más frecuente con 28.25%.

La falla N° 6 depresión se encontró en las unidades de muestra 03 y 07 estando ubicadas en un nivel de severidad bajo a medio.

La falla N° 7 grietas de borde se ubicaron en las unidades de muestra 01, 02, 03, 04, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 14 y 15 teniendo un nivel de severidad de bajo a medio.

Falla N° 10 grietas longitudinales y transversales estas se encontraron en las unidades de muestra 03, 04, 05, 11 y 13 teniendo un nivel de severidad bajo a medio.

Falla N° 11 parcheo y acometidas de observaron en las unidades de muestra 07 y 08 con un nivel de severidad bajo a medio.

Falla N° 13 huecos encontradas en las unidades de muestra 05 y 13 con un nivel de severidad bajo a medio.

Falla N° 15 ahuellamiento estas se hallaron en las unidades de muestra 03, 04, 05 y 09 con un nivel de severidad bajo a medio. Y teniendo como falla N° 16 de severidad alta a la unidad de muestreo 01.

Y como últimos a la falla N° 18 hinchamiento en la unidad de muestra 06 con un nivel de severidad medio, siendo la muestra con menor frecuencia 2.00% y a la falla N°19 meteorización/desprendimiento de agregado en la unidad de muestra 07 con un nivel de severidad medio.

- De la tabla N° 03, índice de condición del pavimento tenemos que las unidades de muestra UM-03, UM-08 y UM-15 se clasifican en una condición MALA, al encontrarse en un rango de 25-40.

Las UM-01, UM-02, UM-05, UM-07, UM-09, UM-11 y UM-14 se clasifican en una condición de REGULAR, al estar ubicados en un rango de 40-55.

Las UM-12 y UM-10 están clasificadas en una condición BUENA porque se encuentran en un rango de 55-70.

La UM-13 se clasifica en una condición MUY BUENA estando en un rango de 70-85.

La UM-04 está clasificada en una condición de MUY MALO porque está en un rango de 10-25.

La UM-06 se clasifica en una condición de FALLADO porque está en un rango de 0-10.

- En relación con Rodríguez (2019), la evaluación superficial de la avenida estudiada aplicando la tabla N°3 nos arrojó la conducta de la condición del pavimento teniendo un resultado de “REGULAR” mediante las técnicas de reconocimiento, recolección y cuantificación que tiene el pavimento en carreteras, y que tiene como normativa (ASTM- D6433-03) método del PCI, para de esta manera entregar un diagnostico actual del paquete estructural para un posible planteamiento de mantenimiento o rehabilitación.

- En segundo lugar, con respecto a la evaluación estructural, sustentada en base al protocolo denominado “Ensayo de Deflectometría” que rige de acuerdo a normativa, según el MTC el estado estructural actual del pavimento que tenemos como resultado es “BUENO”, ya que no presenta una deflexión promedio mayor a la deflexión máxima y de esta manera conocer el estado de la sub-rasante donde descansa el pavimento.
- Complementando lo dicho Según Balarezo (2017), el objeto estudiado aplicando el IRI o Índice de Rugosidad Internacional (ASTM E 867-061), nos proporcionó de manera sencilla bajo un menor costo económico el diagnóstico de la rugosidad y deflexión del pavimento aplicando el instrumento del Deflectómetro Benkelman (MTC E 1002).
- Consiguiendo según Ibagué (2016), los resultados obtenidos en campo son interpretadas y procesadas para correlacionar resultados con el Modelo Hogg, estos complementándose más una serie de factores entre ellos coeficientes estructurales, la temperatura y la condición del soporte del suelo de fundación del pavimento, nos arrojará un resultado de la capacidad estructural y deformabilidad del pavimento según lo estipulado en norma.
- Basándonos en la tabla N°7, Resultados de medida de las deflexiones del pavimento empleando la viga benkelman, nos da una curva o cuenco de deflexión tipo III, Este modelo de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que cuenta con un cuenco pequeño y una deflexión pequeña. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o con un alto grado de desgaste o deterioro en dichas capas, las cuales ya no cumplen los estándares de calidad.
- Por lo tanto, en la tabla N° 08, valor de soporte de la sub-rasante empleando el modelo de Hogg nos brinda un **CBR** promedio de **15.40%** este resultado aplicado en la tabla N°9 clasificación CBR según MTC- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y pavimentos., nos da a conocer un resultado teórico de CBR=SS3 según el modelo de Hogg von un resultado de 15.40% que está en un margen no menor al 10% ni mayor a 20%, esto quiere decir que contamos con una subrasante BUENA.

- Finalizando con la tabla N°10, diagnóstico del pavimento de la av. Industrial confirmando los resultados de las metodologías aplicadas, tenemos como calificación que el pavimento en su estado superficial es “REGULAR” y a nivel estructural es “BUENO”, presentando fallas con opción a ser corregidas. Consiguiendo, se elaborará un inventario visual para una futura propuesta de mantenimiento y así poder aumentar el tiempo de vida útil del paquete estructural en estudio.

Prosiguiendo, con las teorías usadas en el tema, se confirma que cada evaluación y método empleado, corroboran con los resultados netos obtenidos en su estado real, la cual fue el objetivo del proyecto, obteniendo un buen diagnóstico de la avenida, tomando como referencia trabajos similares ya aplicadas en base a normativa.

V. CONCLUSIONES.

1. Concluyendo, en base al primer objetivo específico, la evaluación superficial del pavimento de la avenida Industrial nos dio en su escala numérica de calificación, REGULAR por estar dentro del rango de 40-55, dichos resultados plasman que las fallas existentes no afectan consecuentemente la integridad superficial y estructural del pavimento.

2. Se concluye, en relación al segundo objetivo específico, basándose en la evaluación estructural de la Av. Industrial aplicando el Deflectómetro Benkelman permitiendo constatar las deflexiones máximas y mínimas halladas, del tramo estudiado en BUEN estado estructural con una deflexión promedio de 35.05%, determinando que el pavimento cumple con los aspectos normativos ya que su deflexión máxima no excede lo permisible que vendría a ser 40 (0.01mm), además tiene un radio de curvatura de 168.35 lo que significa que el tramo posee un terreno de fundación bueno distribuyendo las cargas de forma eficaz, ya que no es menos que el permisible, el cual tiene un valor de 100 m. al contar con estas características finalizamos examinando el cuenco de deflexión constatamos que nuestro gráfico tiene una curva corta poca profunda con el pavimento dañado pero teniendo una buena subrasante contando con un CBR teórico de 15.40% (subrasante buena) que no pasa los márgenes de $10\% < 20\%$, según la clasificación de CBR del MTC.

3. Concluyendo, en relación al tercer objetivo específico, constatamos que el método del PCI es una forma confiable y económica de hacer una evaluación o inspección visual de toda la superficie del pavimento y el Deflectómetro Benkelman sirve básicamente a la determinación de la vida útil remanente de un pavimento, se caracteriza por ser un instrumento mecánico de diseño simple utilizado para medir la deformación elástica de un pavimento ante la aplicación de una carga estática o de lenta aplicación.

4. Finalizado el análisis del resultado de la evaluación del pavimento flexible en la Av. Industrial aplicando el método del PCI e Índice de rugosidad; según las metodologías aplicadas, tenemos como calificación que el pavimento en su estado superficial es “REGULAR” y a nivel estructural es “BUENO”, aun estando en buen estado tiene una mínima necesidad de refuerzo del paquete, esto está dado ya que con el tiempo, servicio y factores climáticos han influido en su deterioro.

VI. RECOMENDACIONES.

Se recomienda lo siguiente a entidades gubernamentales tales como los municipios distritales o provinciales y también profesionales, tesis y público en general:

- Creación de comisiones o programas de mantenimiento constante en zonas de alto tránsito aplicando los manuales de carretera, mantenimiento o conservación del MTC, permitiendo la respectiva evaluación de las avenidas y mediante trabajos dados como esta evaluación sirvan para la mejora de las vías de las comunidades aledañas permitiéndoles un excelente sistema de tránsito.
- También se pudo observar que las comunidades aledañas a la avenida por falta de concientización de las autoridades manipulan deliberadamente el agua aplicándolas en sus áreas verdes y parte del pavimento de la avenida, sabiendo que el agua es el principal enemigo del paquete estructural.
- Opción de mantenimiento para vida útil de 20 años, es recomendable un recapeo del pavimento con un espesor de 3 cm de asfalto, especialmente los puntos críticos encontrados bache, corrugación y grietas longitudinal.
- Al gobierno local mediante la evaluación funcional en rugosidad, siendo de fácil aplicación evaluativo y permitiendo la reducción de costos de operación, mantenimiento, seguridad y confort de los usuarios.
- A las autoridades de la actual gestión que el pavimento flexible de la avenida industrial cuenta con una subrasante buena y sólida, aun contando en buen estado tiene una mínima necesidad de refuerzo del paquete, esto está dado ya que con el tiempo, servicio y factores climáticos han influido en su deterioro teniendo en cuenta que su última intervención de mejoramiento integral fue hace 5 años.

REFERENCIAS

1. ALMANZA Mendoza, Diego Arthur. Evaluación del modelo “quarter car” para la estimación de la deflexión del pavimento flexible tramo Huancavelica - santa Inés.2014.
Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1681/Almanza_Mendoza_Diego_Arthur.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. ALVARADO Ortiz, José y FREILE, Fabián Ramiro. Propuesta de un programa de mantenimiento de la vía Izamba Pillaro, Provincia de Tungurahua. Quito: s.n., 2015.
Disponible en:
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9598>
3. ALEJOS Solís, Fallas en el pavimento flexible de la avenida José Gálvez – Distrito de Chimbote, Universidad Cesar Vallejo. S.n., 2014.
4. AMERATUNGA Jay. Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering. Springer: USA, 2015. 228pp.
ISBN: 8132226291.
Disponible en:
<https://www.vitalsource.com/sa/en-us/products/correlations-of-soil-and-rock-properties-in-jay-ameratunga-nagaratnam-v9788132226291>
5. AASHTO Guide for design of pavement structures 1993. Washington, D.C. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993. 624pp.
Disponible en:
<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
6. BALAREZO Zapata, Javier Iván. Evaluación estructural usando viga benkelman aplicada a un pavimento. Piura. 2017. Pp.52.
Disponible en:
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3135>
7. BRAJA, M. Das. Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2017. 800 pp.
ISBN: 1305635183
Disponible en:
<https://www.abebooks.com/9781305635180/Fundamentals-Geotechnical-Engineering-Braja-Sivakugan-1305635183/plp>
8. BRAJA, M. Das. Bearing Capacity and Settlement, Third Edition. CRC Press: USA, 2017. 384 pp.

ISBN: 1351672444

Disponible en:

<https://www.worldcat.org/title/shallow-foundations-bearing-capacity-and-settlement-third-edition/oclc/1016983407>

- 9.** BUITRAGO, Johanna, CANO, diana. Análisis comparativo de metodologías de auscultación de pavimentos flexibles. Bogotá. 2011.

Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/3655/BuitragoVelandiaJohanaAstrid2011.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- 10.** Cazorla Artiles. Evaluación del pavimento flexible y propuesta de soluciones de rehabilitación de un tramo de carretera a partir de la inspección visual – La Habana: Instituto superior politécnico José Antonio Echevarría (CUJAE). Tesis de maestría en ingeniería civil. 2014.

Disponible en:

http://rci.cujae.edu.cu/files/Vol_4_No_1_2013.pdf

- 11.** CASTAÑO, LEÓN, REYES, FREDY. Cálculo del índice de condición en pavimento flexible en las vías secundarias en la capital de lima. Revista, infraestructura vial, 2016. N° 22.

ISBN: 0716-1120.

Disponible en:

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:R9pKgQ_Aw1YJ:https://diainet.unirioja.es/descarga/articulo/5051939.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

- 12.** CARTHIGESU T. Gnanendran. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2016. 512pp.

ISBN: 1305386647

Disponible en:

[http://www.softouch.on.ca/kb/data/Civil%20Engineering%20Handbook%20\(2E\).pdf](http://www.softouch.on.ca/kb/data/Civil%20Engineering%20Handbook%20(2E).pdf)

- 13.** Corahua y Aucchahuqui. Evaluación Integral de la Carretera en la Panamericana Norte tramo Coishco – Santa desde el Km. 434 al Km. 439. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2016.

Disponible en:

14. COTE, MAYLIN Y VILLALBA, ERNESTO. Manual de evaluación de pavimentos. Venezuela: s.n., 2017.
 Disponible en:
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SKpTEaqfOgsJ:repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2887/PATOLOGIAS TIPOS DE PATOLOGIAS AGUILAR HARO DON ICIO JUANITO.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+%&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SKpTEaqfOgsJ:repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2887/PATOLOGIAS+TIPOS+DE+PATOLOGIAS+AGUILAR+HARO+DON+ICIO+JUANITO.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy+%&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe)
15. CORREDOR, Silene y CORROS, Abel. Manual de Laboratorio Ensayos para Pavimentos. Revista [en línea]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010.
 Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/2416949/MANUAL-DE-ENSAYOS-PARA-PAVIMENTOS>
16. CONZA Ccopa, Dante Gregory. Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca. Universidad peruana unión. 2016. Pp.23-30.
Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/25666/Carbajal_TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Garrido Salazar. (2014) Normativa Vigente de la Deflectometría de impacto en pavimentos, tipos de Singularidades Normativa Singularidades, Instrumentos, Precisiones y Cálculos de Multas. “MOP - Dirección de Vialidad - Laboratorio Nacional.
 Disponible en:
<https://es.scribd.com/document/364832587/Normativa-Vigente-IRITipos-SingularidadesInstrumentosPrecisiones-y-Multas-de-IRI>
18. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, César y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill, 2014.
 Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
19. JAIN Hemant. SSC-JE Conventional 2019: Civil Engineering. Infinity Educations: USA, 2018. 270pp.
 ISBN: 8193935659

Disponible en:

<https://www.onlineverdan.com/v2/product/ssc-je-mains-conventional-2019-civil-engineering/>

- 20.** MEDINA, Armando y DE LA CRUZ, Marcos. Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Lima: s.n., 2014.

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/M?sequence=1>

- 21.** MONCAYO, Jesús, “Manual de Pavimento” Lima-Perú. Tercera Edición (1985).

Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/390114180/Manual-de-Pavimentos>

- 22.** MONCADA Vega. En su investigación de la “Determinación de las causas que originan el deterioro del pavimento flexible ubicado en la avenida Camino real-Chimbote – Santa – Ancash”, 2015. pp. 8-12.

- 23.** MTC. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima: s.n., 2008.

Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

- 24.** QUISPE YANASUPO, Gilmar. Auscultación visual de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido en el tramo puente alameda de valdelirios – arco de rudaccasa del distrito de Carmen alto, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, agosto – 2016. Pp. 36 – 40.

Disponible

en:

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1227>

- 25.** PINTO Muños, José, evaluación superficial utilizando el equipo merlín monitoreo de conservación carretera cañete - Huancayo km.100+000 al km.102+000. 2015 Lima, pp. 62-65.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_ec09937d9c7620382a22b4cefc0080aa

- 26.** RODRÍGUEZ, Edgar. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero distrito de Ramón Castilla. Lima, s.n., 2009.

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf

- 27.** RODRÍGUEZ Moreno, Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models. Volume I (Chs. 1-15).

2015.512pp

ISBN: 0134787730

DISPONIBLE EN:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35904/Salinas_VMLVillena_MJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 28.** SACHÚN Quispe, Jaime Emilio Napoleón. Estudio del índice de rugosidad internacional de la panamericana norte - zona Trujillo, para su mantenimiento. 2016.

Pp, 36

Disponible en:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7gFa0dBmh3kJ:repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2548/1/RE_MAEST_ING_JAIME.SACHUN_ESTUDIO.O.DEL.INDICE.DE.RUGOSIDAD.INTERNACIONAL_DATOS.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe

- 29.** SMITH, Ian. Smith's Elements of Soil Mechanics. John Wiley & Sons: USA, 2013.

552pp.

ISBN: 1118658337

Disponible en:

http://zu.edu.jo/UploadFile/Library/E_Books/Files/LibraryFile_151641_58.pdf

- 30.** SOBHAN, Khaled. Principles of Geotechnical Engineering. Cengage Learning: USA, 2016.784pp.

ISBN: 1305970934

Disponible en:

<https://www.worldcat.org/title/principles-of-geotechnical-engineering/oclc/1000447311/viewport>

- 31.** SOLOGORRE Huayta, Jose Demetrio. Evaluación de la rugosidad de pavimentos con uso del bump integrator. Lima. 2005

Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/402670870/sologorre-hj-pdf>

- 32.** TULADHAR, Rabin. Civil Engineering Materials. Cengage Learning: USA, 2017.
512pp
ISBN: 9781337291699
Disponible en:
<https://researchonline.jcu.edu.au/47746/>
- 33.** VALDÉS, G. Pérez-Jiménez, F. y MARTÍNEZ, A. Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles. Ingeniero Civil, 2015. 555 pp.
ISBN: 978-99953-66-02-5.
Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- 34.** VÁSQUEZ Varela, Luis Ricardo. Pavement condition index (pci), 2002.544pp.
ISBN: 047185008X
Disponible en:
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- 35.** VARGAS Castillo, Fred Andy. Causas de las patologías del pavimento flexible en el Pueblo joven Programa Piloto de Asentamientos Orientados del distrito de Nuevo Chimbote – 2017. Pp.25. UCV
Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10236>
- 36.** VERRUIJT, Arnold. An Introduction to Soil Mechanics. Springer; USA, 2017. 420pp.
ISBN: 3319611852
Disponible en:
<https://en.b-ok2.org/book/3376333/d12dd1>
- 37.** YARANGO, Eduardo. Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera cerro verde (s.m.v.c.) desde la prog. Km 0+000 hasta el Km 0+900, en el distrito de uchumayo, arequipa, arequipa, empleando el sistema Bitufor para reducir la reflexión de grietas. Lima: s.n., 2014.
Disponible en:
http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/421/Yarango_em.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 38.** WILLIAMS, Powrie. Soil Mechanics: Concepts and Applications, Third Edition. CRC Press: USA, 2018. 682pp.
ISBN:1466552484
Disponibile en:
<https://it.b-ok2.org/book/2572547/7950d4>
- 39.** ZHANG, Lei Jaroslaw W. Drelich. Energy Technology 2017: Carbon Dioxide Management and Other Technologies. Springer. USA, 2017. 499pp
ISBN: 3319521926
Disponibile en:
<https://it.b-ok2.org/book/2572547/7950d4>
- 40.** ZHANPING You. Advanced Asphalt Materials and Paving Technologies. MDPI: USA, 2018. 430pp.
ISBN: 3038428892
Disponibile en:
<https://www.mdpi.com/books/pdfview/book/613>
- 41.** MTC-Manual de carreteras- suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos.(2014)
Disponibile en:
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos%20Manual%20de%20Carreteras%20OK.pdf)

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Evaluación de la superficie del pavimento flexible en la Av. Industrial aplicando el método del PCI y Índice de Rugosidad, Chimbote – Ancash 2019

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el desgaste de los pavimentos en la ciudad de Chimbote se debe a distintos tipos de causas producidas por la naturaleza, que son los cambios climáticos (lluvias, precipitaciones o fenómenos); movimientos sísmicos como (temblores) o fallas en la carpeta de rodadura; que son producto del exceso de fatiga, serviciabilidad y cargas permisibles, ocasionando asentamientos diferenciales de todo tipo, deformaciones plásticas o pulimiento de agregados. El mal uso de los materiales al momento de pavimentar, el tránsito inadecuado de vehículos pesados y el desconocimiento al momento de regar las áreas verdes vertiendo indirectamente agua al pavimento causando daños, ya que el asfalto es enemigo del agua. Debido a esto, se generan diversos problemas al momento de transitar por la vía como incomodidad vehículo/pasajero, al peatón y al medio ambiente; esta situación problemática genera un incremento de accidentes en nuestra ciudad. Podemos solucionar esto, dándole mantenimiento al pavimento en forma permanente y evitar su deterioro. En tal sentido se debe tener en cuenta todas las normas de construcción al momento de ejecutar la obra. Por tales motivos tomamos la Av. Industrial Como un tramo de estudios para poder dar solución a la problemática de esa zona y beneficio a la población.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB-INDICADORES	JUTIFICACIÓN
¿Cuál será el análisis del resultado de la evaluación del pavimento flexible en la Av. Industrial aplicando el método del PCI y Índice de rugosidad?	<p>General: Evaluación del pavimento flexible aplicando el método del PCI e índice de rugosidad de la Av. Industrial, del distrito de Chimbote 2019.</p>	Evaluación Superficial	Índice de condición del pavimento (PCI)	Parámetros de evaluación índice de condición del pavimento condición actual del pavimento flexible	se realizará un análisis para determinar la calidad de servicio de la av. Industrial del distrito de Chimbote que está conectada a la población, la cual se pudo observar que en su pavimento se encuentra deteriorado con un margen de severidad media perjudicando así al usuario, generando incomodidad en ellos. Este pavimento muestra una superficie con nivel de severidad media por el motivo de que en el año 2015 se le generó un mantenimiento a su carpeta asfáltica, pero sus estratos inferiores no tienen el mismo rango de calidad que la superficie porque esta estructura de pavimento fue ejecutada en el año 2009.
	<p>Específicos: - Reconocer y clasificar las fallas o deterioros que se originan en la superficie del pavimento flexible de la Av. Industrial, mediante el método del PCI. - Determinar el índice de rugosidad en la Av. Industrial para poder identificar la calidad y comportamiento del pavimento que afecta su estado superficial generando pérdida de fricción y fallas superficiales de la carpeta asfáltica. Aplicando el método de la Viga Benkelman. - Analizar y comparar los resultados obtenidos en la estación del índice de rugosidad internacional (IRI), aplicando la viga Benkelman y el método del PCI.</p>	Evaluación estructural	Deflectometría	Buen estado estructural < 40 (0.01 mm) – Mal estado estructural > 40 (0.01 mm)	De esta manera esta evaluación nos va a dar un informe de la calidad de servicio que tiene la av. Industrial por medio de dos métodos, uno que evalúa la condición de la superficie de la estructura y la otra evalúa la calidad de servicio con la que cuenta el pavimento para que de esta manera se pueda hacer un análisis y brindar una solución en lo que es el mantenimiento requerido a esta avenida sin la necesidad de volver a reconstruirla o pueda cumplir su vida útil reglamentada en el manual del MTC, brindando una mejor transitabilidad en la carretera. Es por este motivo que nuestro proyecto servirá como una herramienta informativa y educacional en la sociedad por ende en la población de Chimbote para que sepan cómo ejecutar una obra de pavimentación con buena funcionalidad y no broten deterioros prematuros para que ofrezcan una buena seguridad y una mejor calidad de vida de los moradores. Con este proyecto vamos a motivar al desarrollo económico y social que cambiara la apariencia de la ciudad.

**ANEXO 02: PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL
PAVIMENTO)**

PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL

PAVIMENTO) DATOS:

- Longitud total de vía = 4.6 km
- Ancho de calzada = 9.20 m
- Longitud total = 31.50 m

$$\begin{aligned} \text{Área} &= 9.20 \text{ m} \times 31.50 \text{ m} = 289.8 \text{ m}^2 \\ \# \text{ Total de muestras} &= \frac{4600}{31.50} = 146.03 \cong 146 \text{ unidades de muestra} \end{aligned}$$

Después se va a calcular las unidades que van a ser evaluadas acogiendo un error de ($e=5\%$), su desviación estándar ($\sigma = 10$) que son utilizados para pavimentos asfálticos, debido a que es la primera evaluación que se va a realizar:

$$\begin{aligned} n &= \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} (N - 1) + \sigma^2} \\ n &= \frac{146 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} (146 - 1) + 10^2} \\ n &= 14.509 \cong 15 \end{aligned}$$

En conclusión, se obtiene 146 unidades de muestra las cuales 15 serán evaluadas. Después se escogen o seleccionan las unidades de muestreo para inspección:

$$\begin{aligned} i &= \frac{146}{15} \\ i &= 9.73 \cong 10 \end{aligned}$$

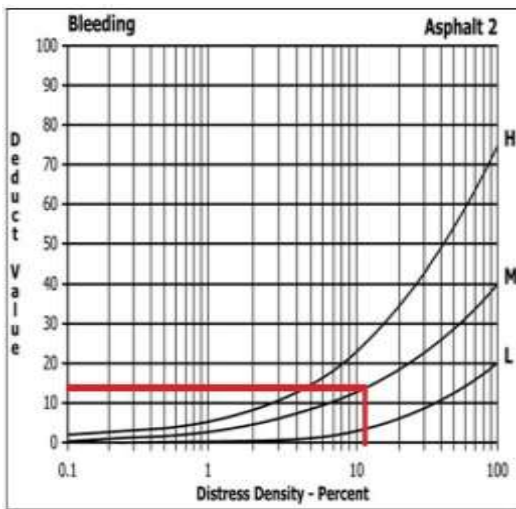
El intervalo de muestreo será 10.

▪ **UM – 01**

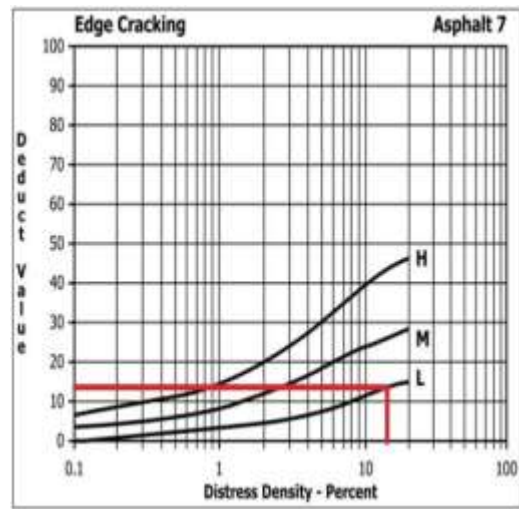
Área = 289.8 m²

Fallas	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Exudación	M	28.194	4.708		32.89	11.35	14.30
Grietas de borde	L	30.991	20.174		51.16	17.65	13.90
Desplazamiento	H	4.6	15.74	3.45	23.8	8.21	48.50
TOTAL VD							76.7

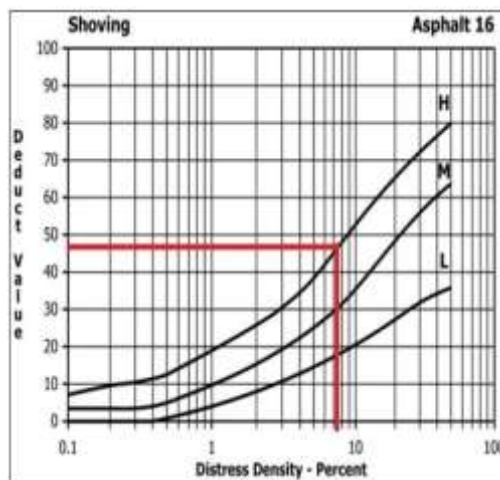
Exudación (M)



Grietas de borde (L)

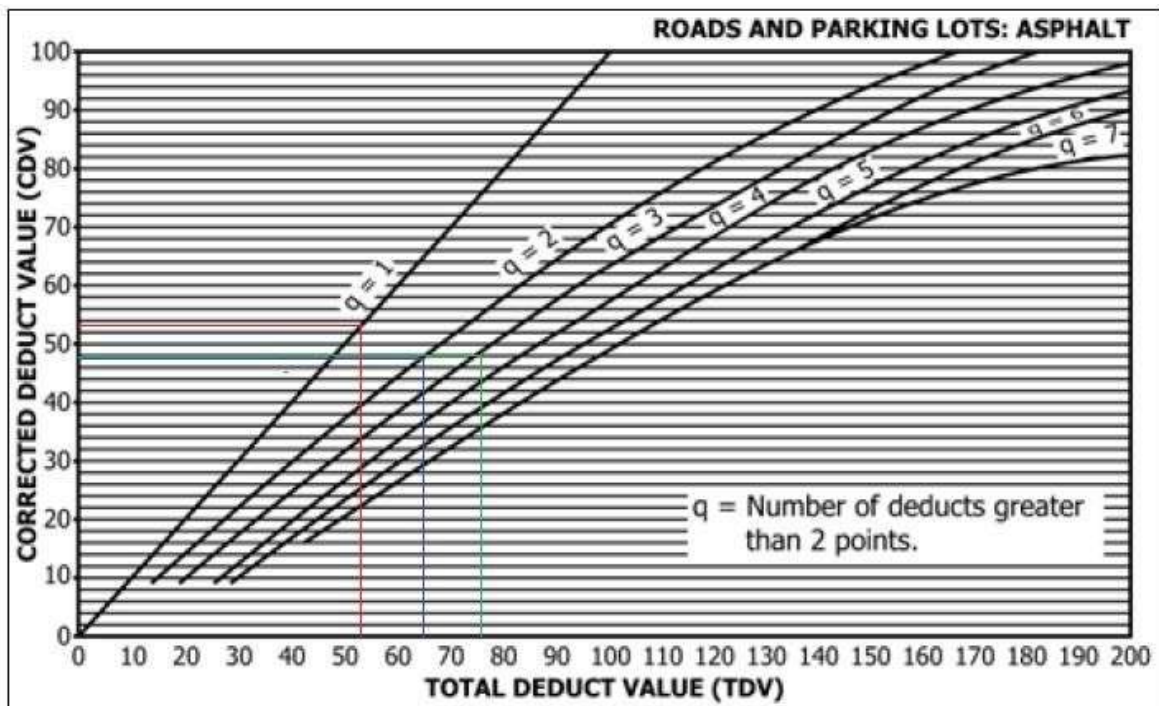


Desplazamiento (H)



Calculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
48.50	14.30	13.90		76.7	3	48.50
48.50	14.30	2		64.8	2	47.00
48.50	2	2		52.5	1	53.50
Máximo CVD						53.50
PCI= 100 - Máx. CVD						46.5



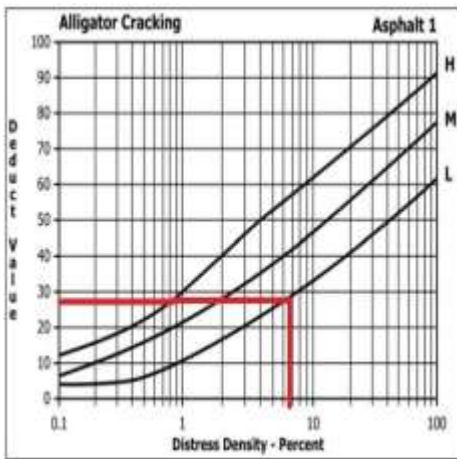
- **Interpretación:** el Índice de condición de pavimento (PCI), en la primera unidad de muestra el resultado va ser 46.5 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM - 02**

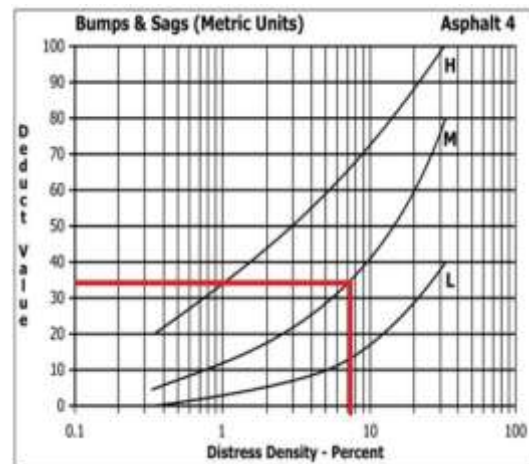
Área = 289.8 m²

Fallas	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Piel de cocodrilo	L	33.528	2.781	9.57	20.15	6.95	28
Abultamientos y hundimientos	M	14.31	5.5	1.235	21.04	7.26	35
Grietas de borde	L	9.185	38.025	4.51 1.6	25.3	8.73	10
Grietas de borde	M	38.896	18.36	11.286	35.5	12.25	17
TOTAL VD							90

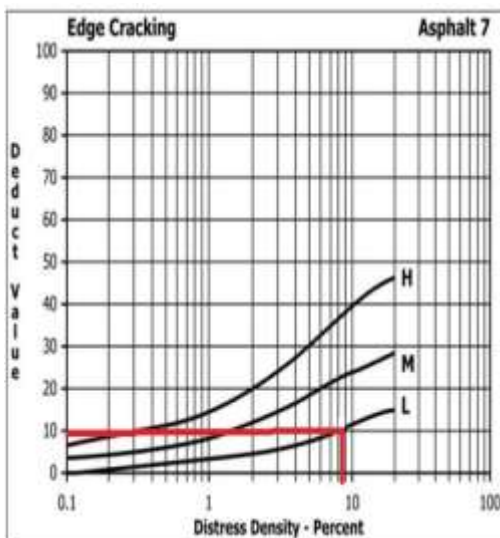
Piel de cocodrilo (L)



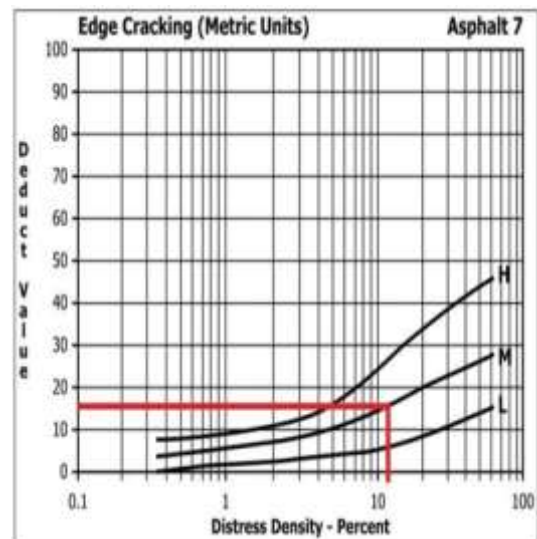
Abultamientos y hundimientos (M)



Grietas de borde (L)

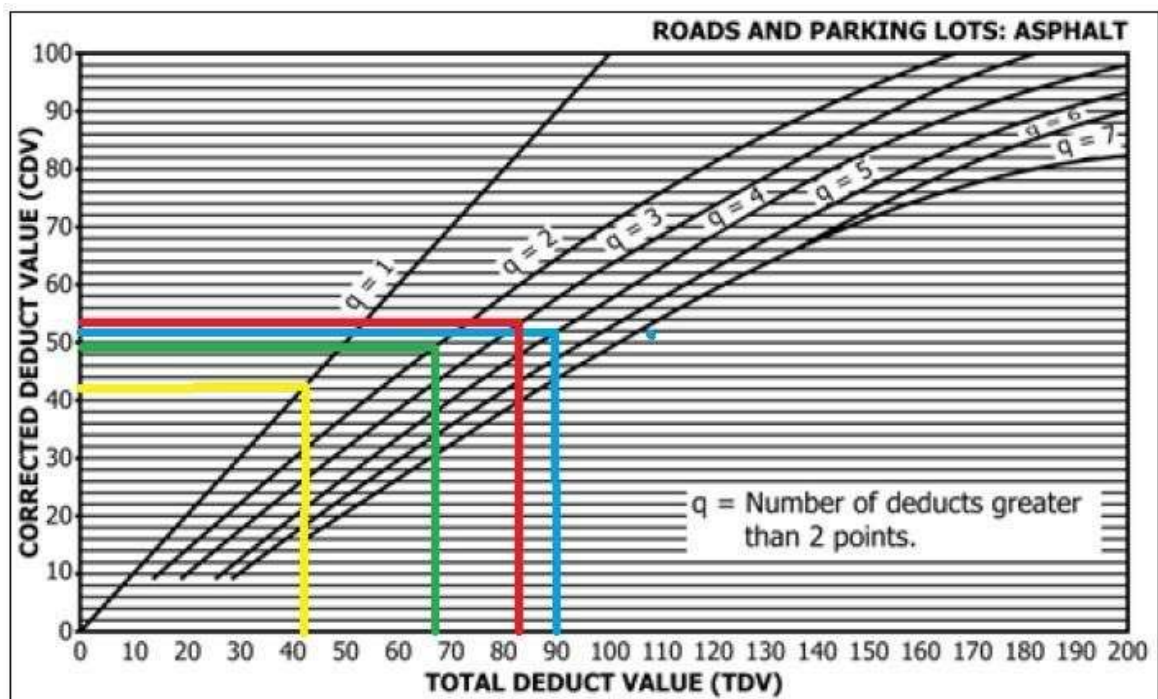


Grietas de borde (M)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
35	28	17	10	90	4	52
35	28	17	2	82	3	53
35	28	2	2	67	2	50
35	2	2	2	41	1	42
Máximo CVD						53
PCI= 100 - Máx. CVD						47



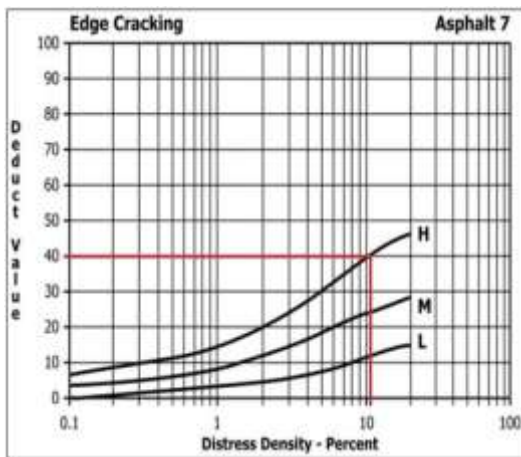
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la segunda unidad de muestra el resultado será 47 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM – 03**

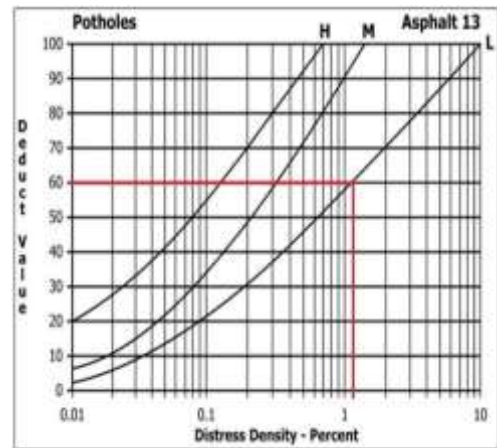
Área = 289.8 m²

Fallas	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Grietas de borde	H	29.65			29.65	10.23	40.00
Huecos	L	4.83	4.50	0.445	9.77	3.37	60.00
corrugación	M	4.50	1.785		6.28	2.17	18.10
Depresión	L	0.30	0.15		0.45	0.155	5
TOTAL VD							123.10

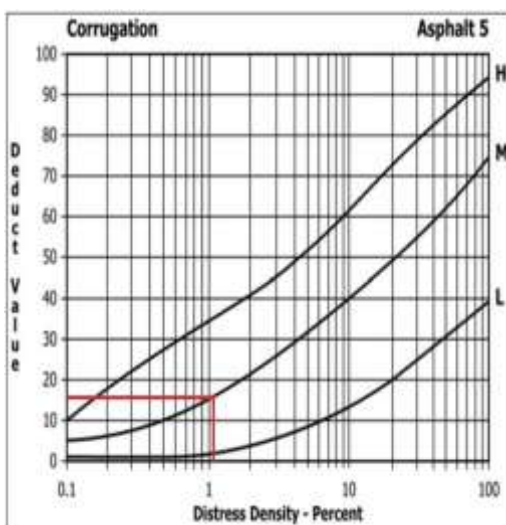
Grietas de borde (H)



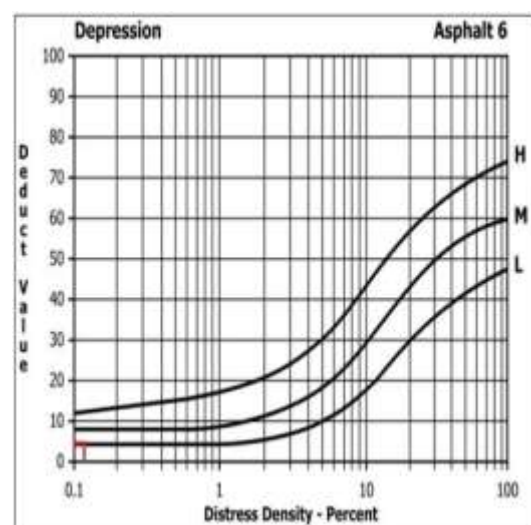
Huecos (L)



Corrugación (M)

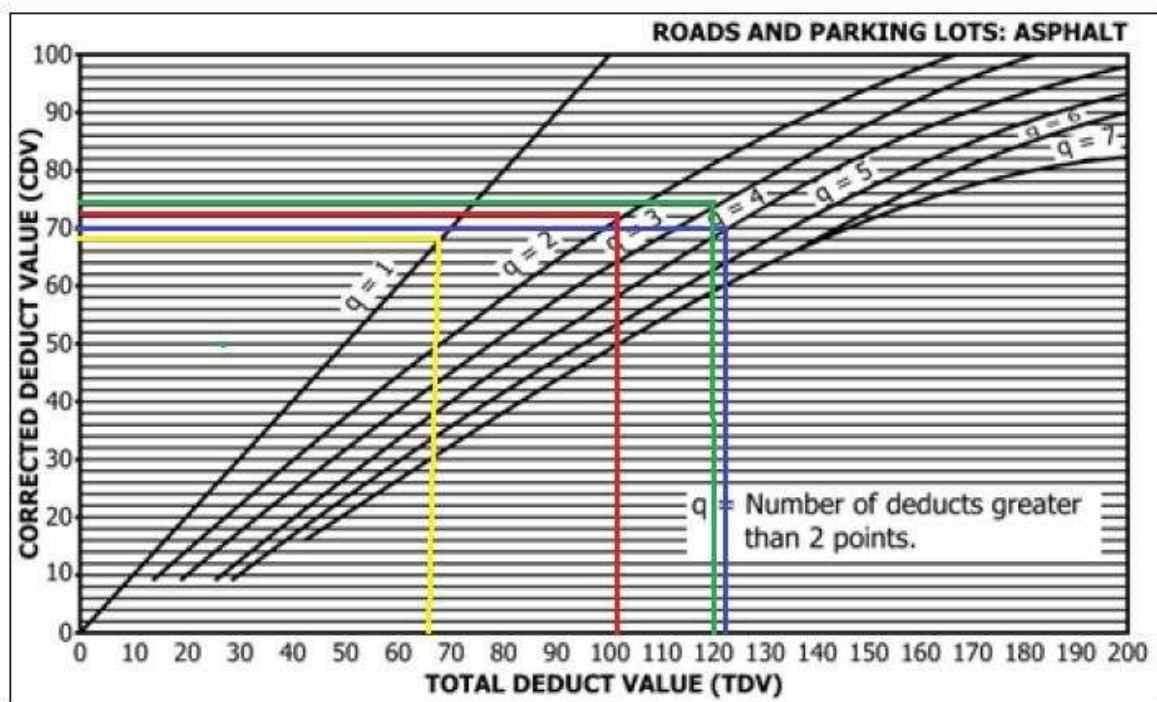


Depresión (L)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
60	40	18.10	5	123.10	4	70
60	40	18.10	2	120.10	3	75
60	40	2	2	104	2	72.5
60	2	2	2	66	1	69
Máximo CVD						75
PCI= 100 - Máx. CVD						25



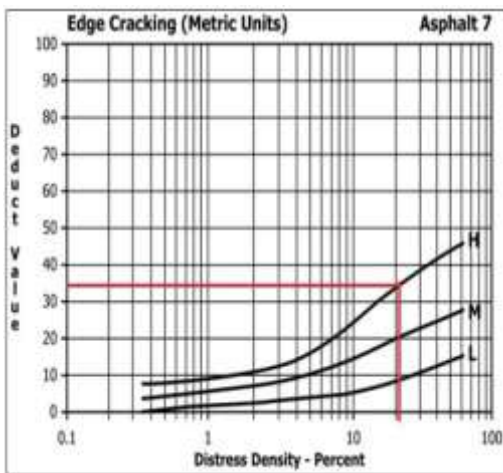
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 25 y está clasificado como un pavimento en estado MALO.

▪ **UM – 04**

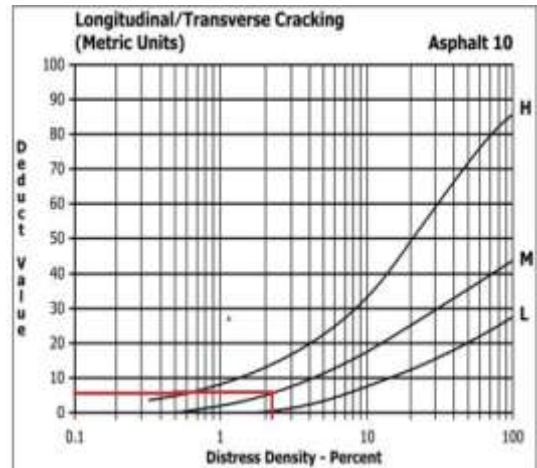
Área = 289.8 m²

Fallas	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Grietas de borde	H	45.375	16.125	11.374	72.87	25.14	34.5
Grietas longitudinales y transversales	M	3.69	1.569	7.775	13.03	4.50	7
ahuellamiento	L	114.192	44.815		159.007	54.87	44.5
corrugación	M	67.36	21.425	105.12	193.91	66.91	66.5
TOTAL VD							152.5

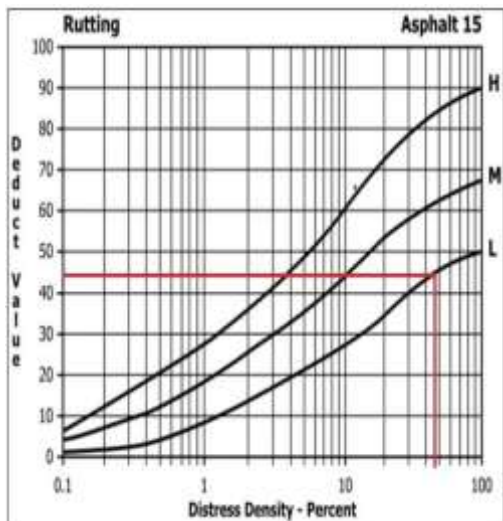
Grietas de borde (H)



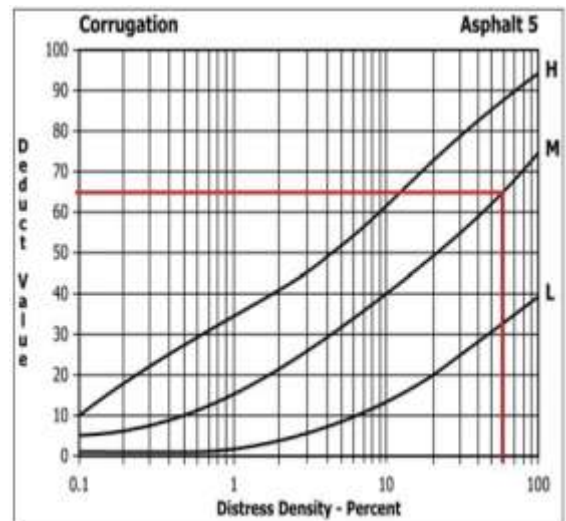
Grietas longitudinales y transversales (M)



Ahuellamiento (L)

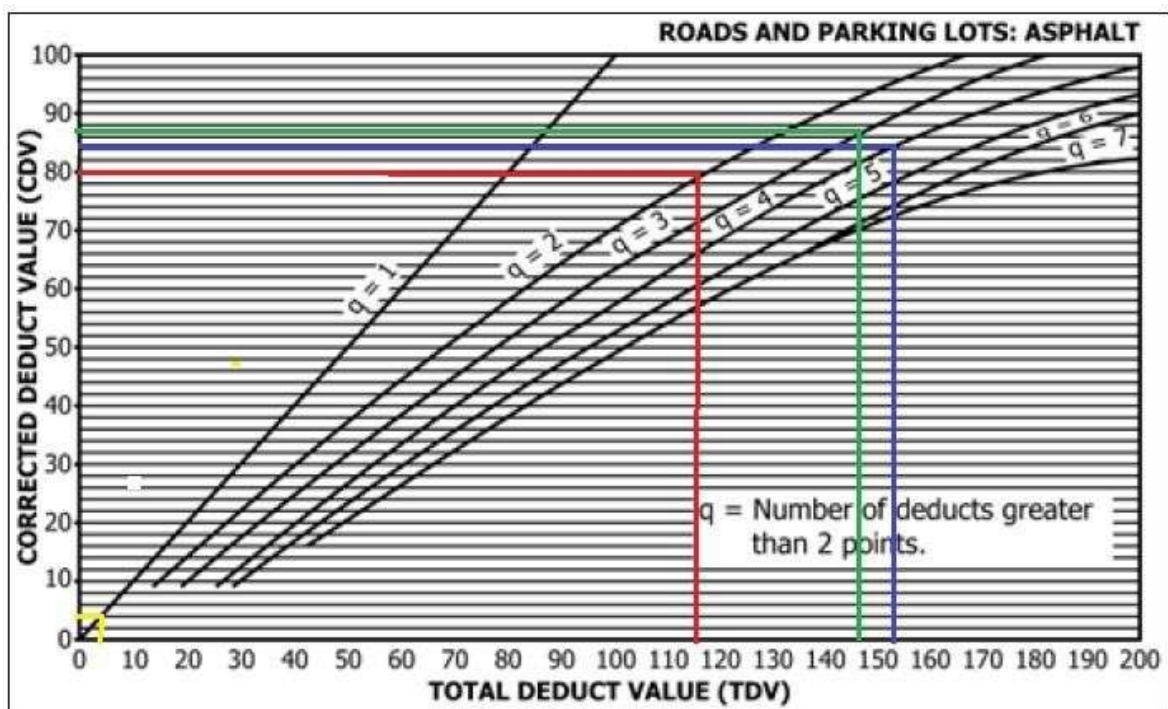


Corrugación (M)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
66.5	44.5	34.7	7	152.5	4	84.5
66.5	44.5	34.7	2	147.7	3	88.5
66.5	44.5	2	2	115	2	80
66.5	2	2	2	2.5	1	3.5
Máximo CVD						88.5
PCI= 100 - Máx. CVD						11.5



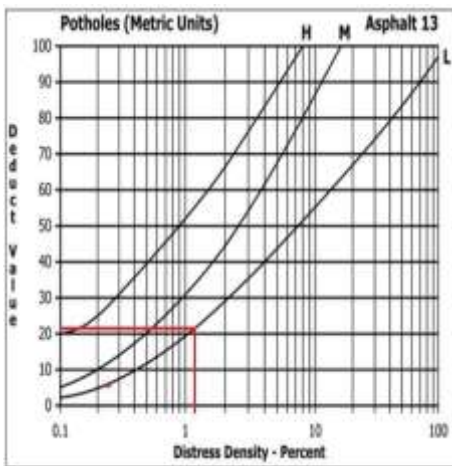
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 11.5 y está clasificado como un pavimento en estado MUY MALO.

▪ **UM-05**

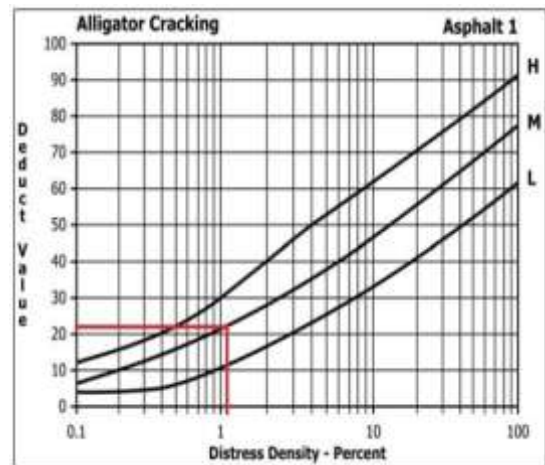
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
baches	L	0.9	1.98	1.2	6.07	2.09	23
Grieta Piel de Cocodrilo	M	1.8	0.64	1.96	5.5	1.90	24
Ahuellamiento	M	1.26	0.98		1.25	1.11	20
Grietas longitudinales y transversales	M	5.661	7.04	2.555	15.25	5.26	18
TOTAL VD							85

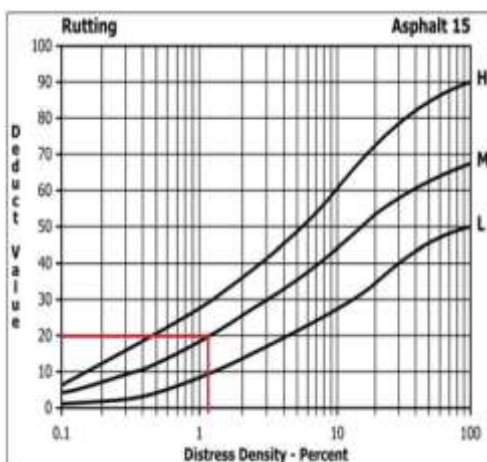
Baches (L)



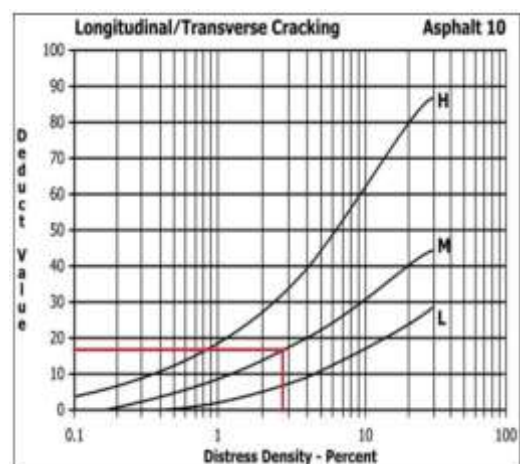
Grieta piel de cocodrilo (M)



Ahuellamiento (M)

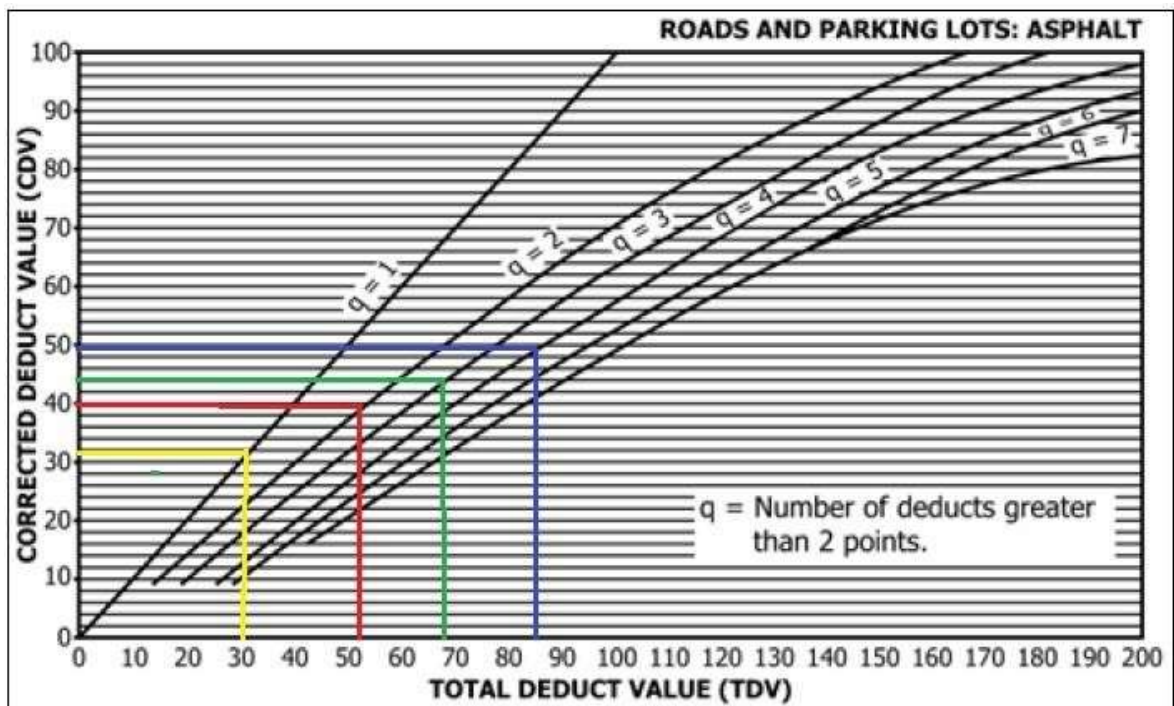


Grietas longitudinales y transversales (M)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
24	23	20	18	85	4	50
24	23	20	2	69	3	44
24	23	2	2	51	2	40
24	2	2	2	30	1	
Máximo CVD						50
PCI= 100 - Máx. CVD						50



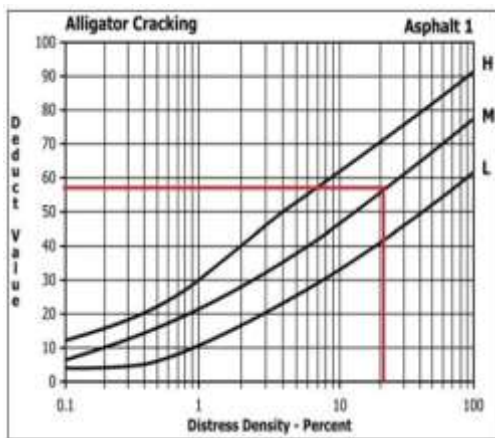
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 50 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM-06**

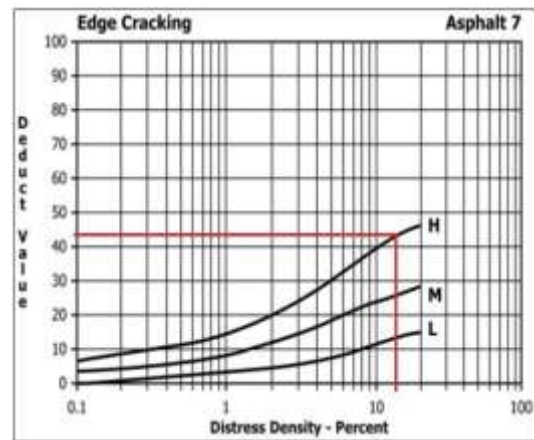
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Grieta Piel de Cocodrilo	M	18.198	77.506	2.255	97.5	33.80	58
Grieta de borde	H	12.006	29.169	5.28	46.45	16.03	44
Hinchamiento	M	18.594	28.441		47.03	16.23	40
Corrugación	M	6.9	17.816	6	30.71	10.60	41
TOTAL VD							183

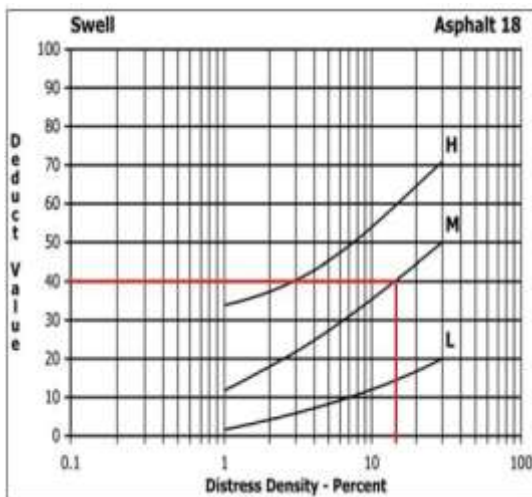
Grieta piel de cocodrilo (M)



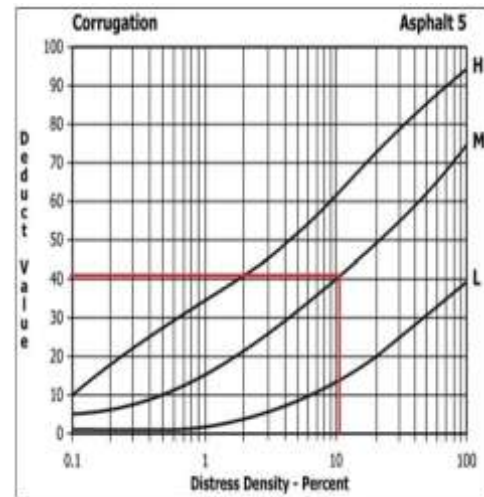
Grieta de borde (H)



Hinchamiento (M)

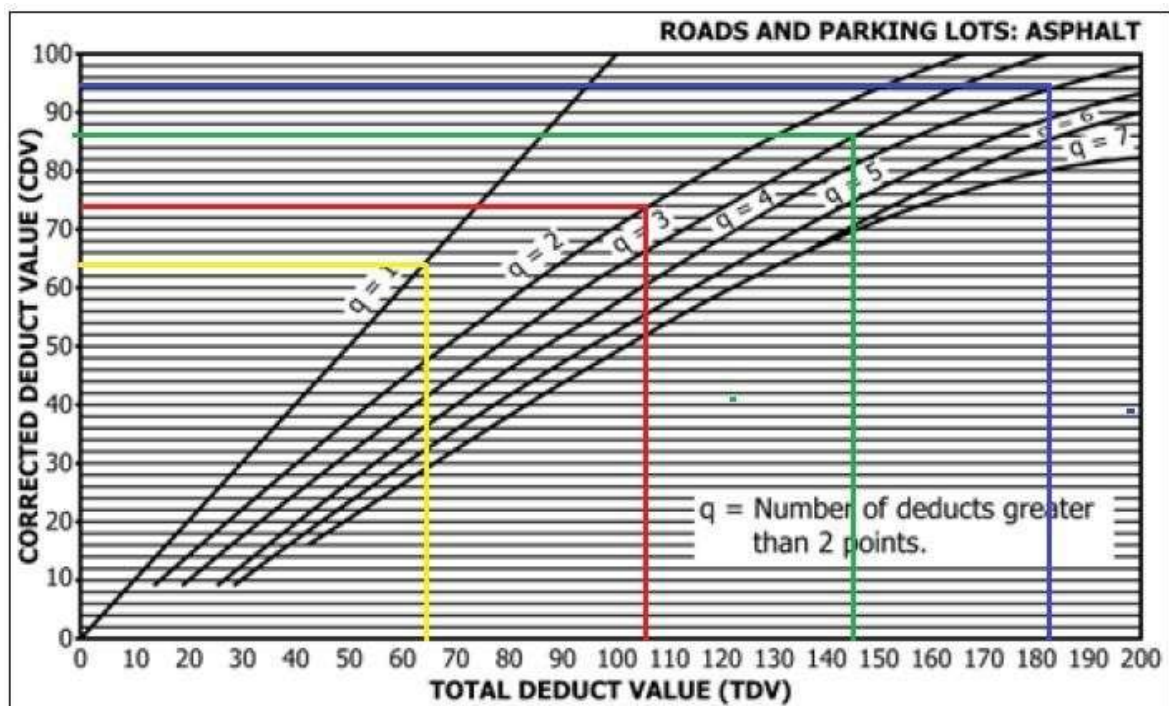


Corrugación (M)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
58	44	41	40	183	4	95
58	44	41	2	145	3	86
58	44	2	2	106	2	73.5
58	2	2	2	64	1	64
Máximo CVD						95
PCI= 100 - Máx. CVD						5



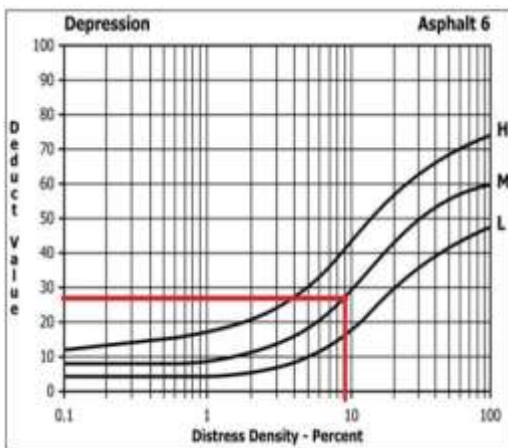
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 5 y está clasificado como un pavimento en estado FALLADO.

▪ **UM-07**

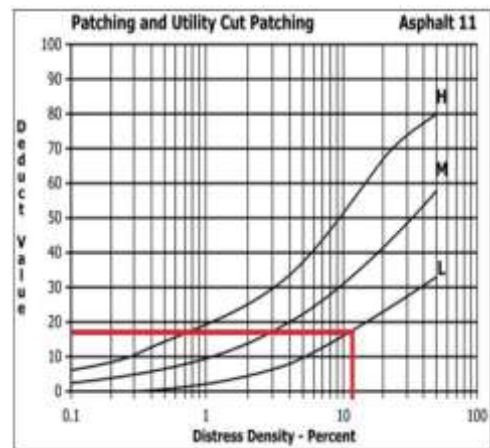
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Depresión	M	3.9	17.577	6.72	28.19	9.73	28
Parcheo y acometidas de servicio	L	2.076	12.6	15	29.67	10.24	18
Parcheo y acometidas de servicio	M	25.97			25.97	8.96	29
Meteorización/Desprendimientos de agregado	L	26.72	21.96	9	57.68	19.90	24
TOTAL VD							99

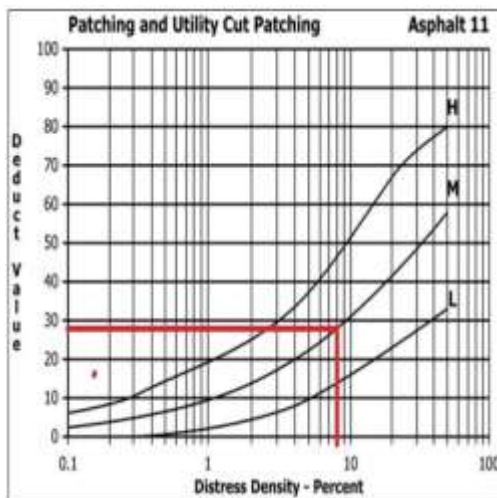
Depresión (M)



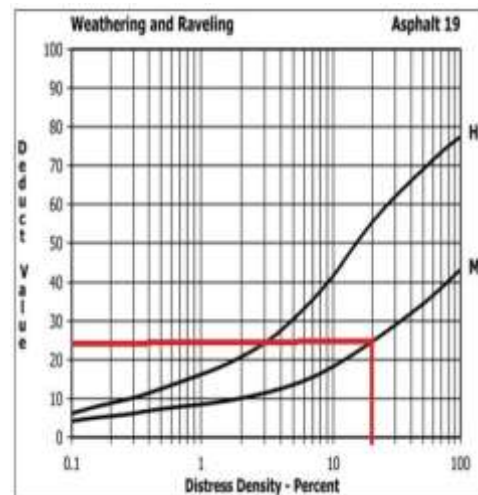
Parcheo y acometidas de servicio (M)



Parcheo y acometidas de servicio (M)

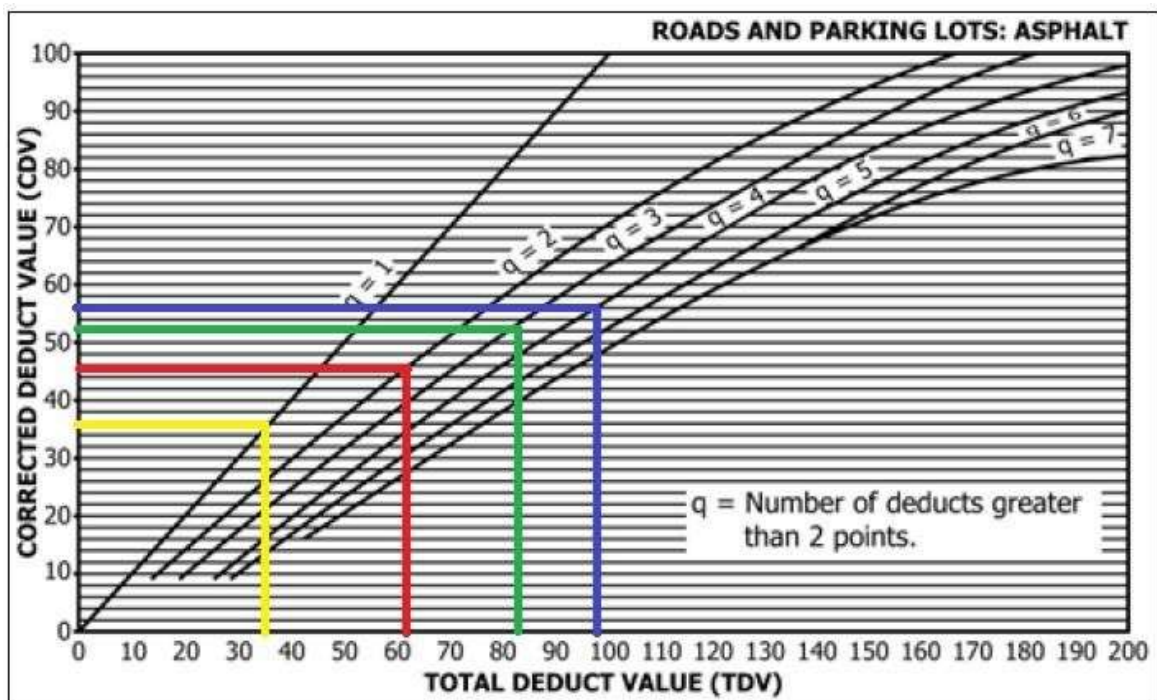


**Meteorización
Desprendimientos de
agregado (M)**



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
29	28	24	18	99	4	57
29	28	24	2	83	3	52
29	28	2	2	61	2	46
29	2	2	2	35	1	37
Máximo CVD						57
PCI= 100 - Máx. CVD						43



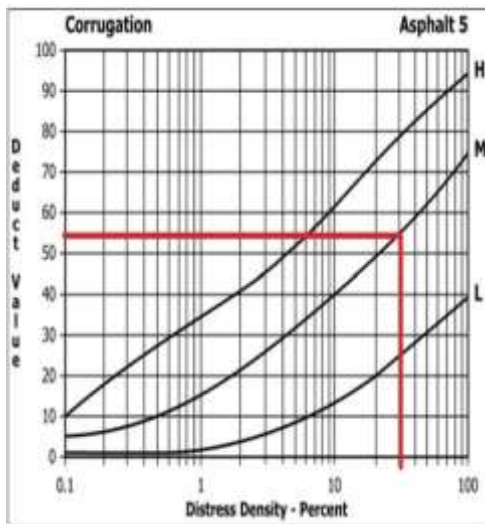
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 43 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM-08**

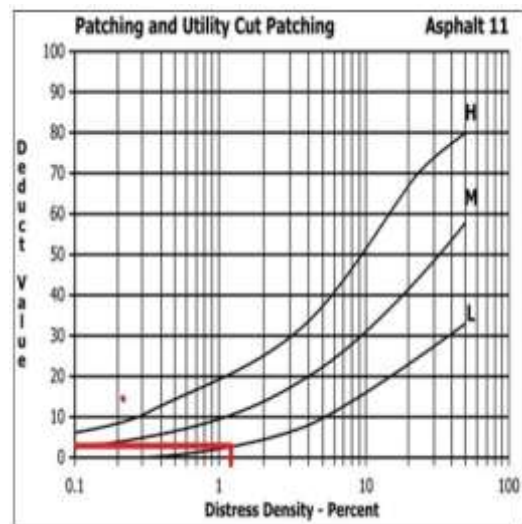
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Corrugación	M	26.72	37.75	28.125	92.5	31.92	54
Parcheo y acometidas de servicio	L	6	0.75	3.6	10.35	3.57	3
Grietas de borde	M	38.4	13.65		52.05	17.96	28
Exudación	L	38.35	25.05		63.4	21.88	8
TOTAL VD							93

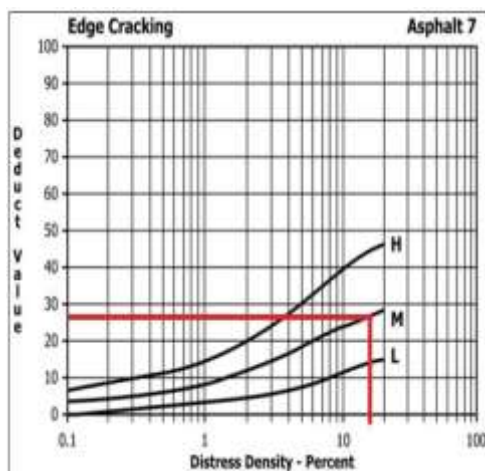
Corrugación (M)



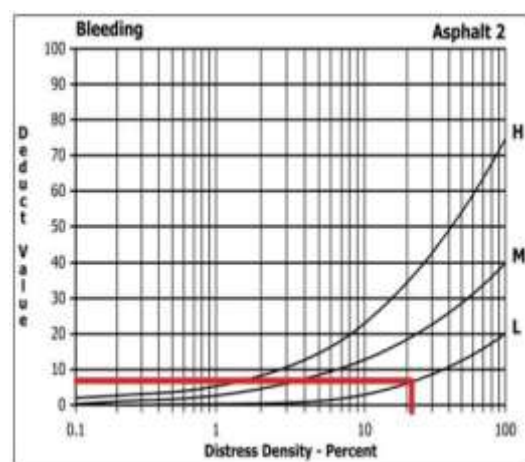
Parcheo y acometidas de servicio (L)



Grietas de borde (M)

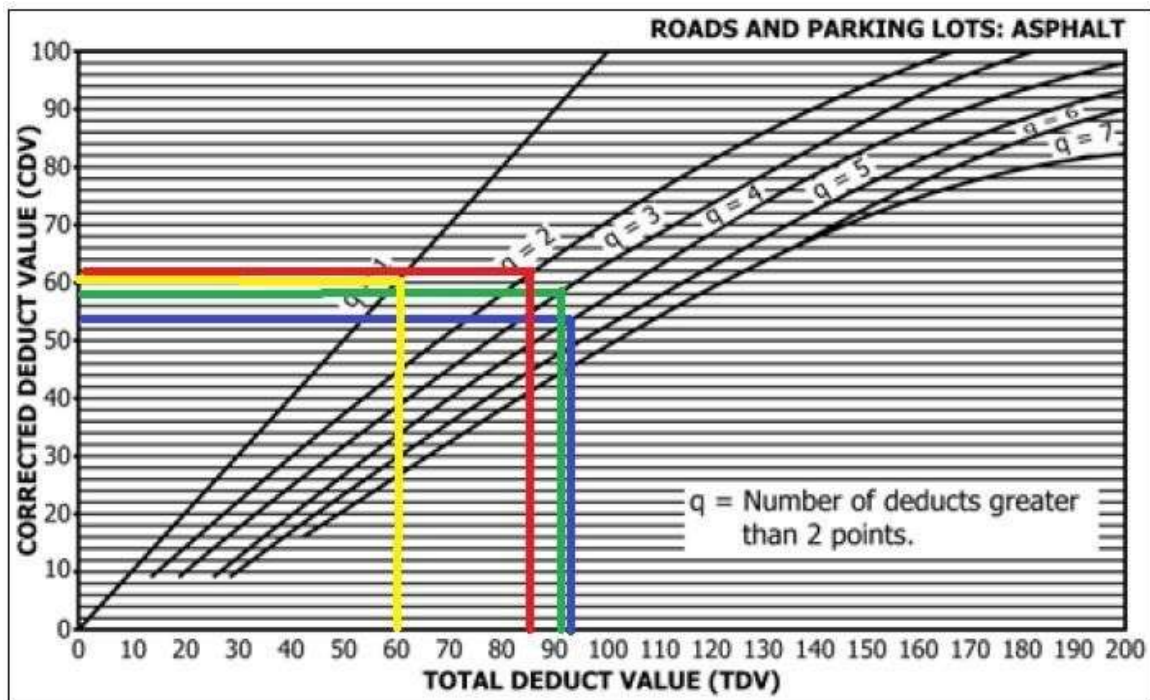


Exudación (L)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
54	28	8	3	93	4	54
54	28	8	2	92	3	58
54	28	2	2	86	2	63
54	2	2	2	60	1	60
Máximo CVD						63
PCI= 100 - Máx. CVD						37



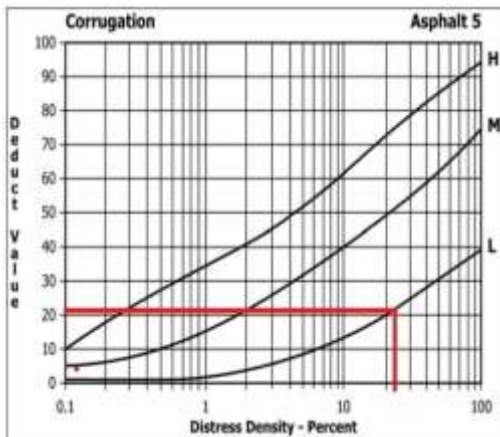
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 37 y está clasificado como un pavimento en estado MALO.

▪ **UM-09**

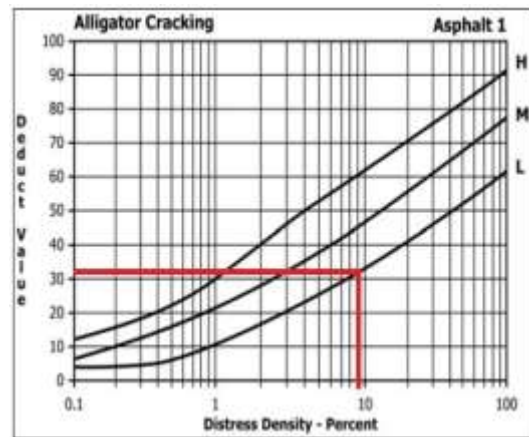
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Corrugación	L	38.37	31.36	2.10	71.84	24.79	21
Grietas piel de cocodrilo	L	8	12		28	9.66	31
Grietas de borde	M	7.2	8.25		15.45	5.33	20
Ahuellamiento	L	22.5	16.89	10.75	50.14	17.30	32
TOTAL VD							104

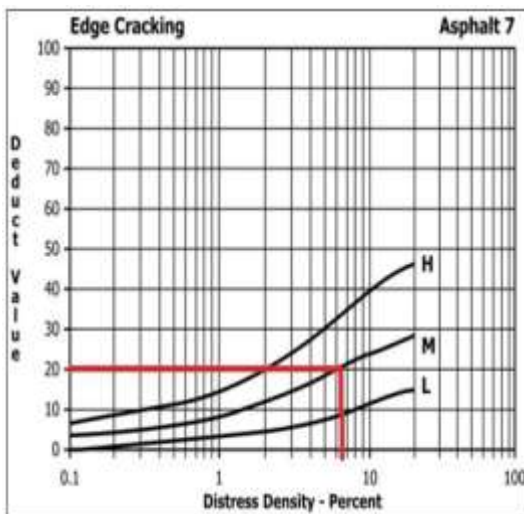
Corrugación (L)



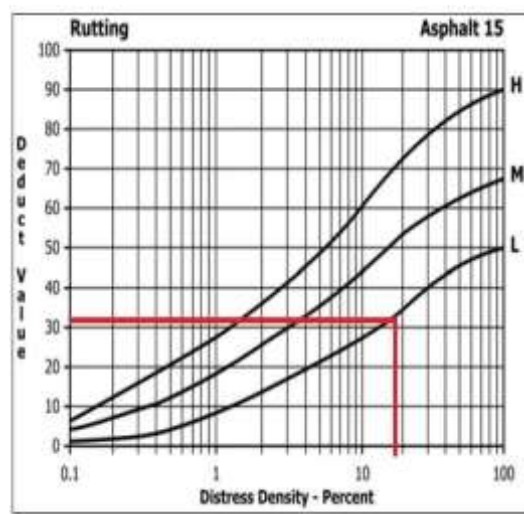
Grietas piel de cocodrilo (L)



Grietas de borde (M)

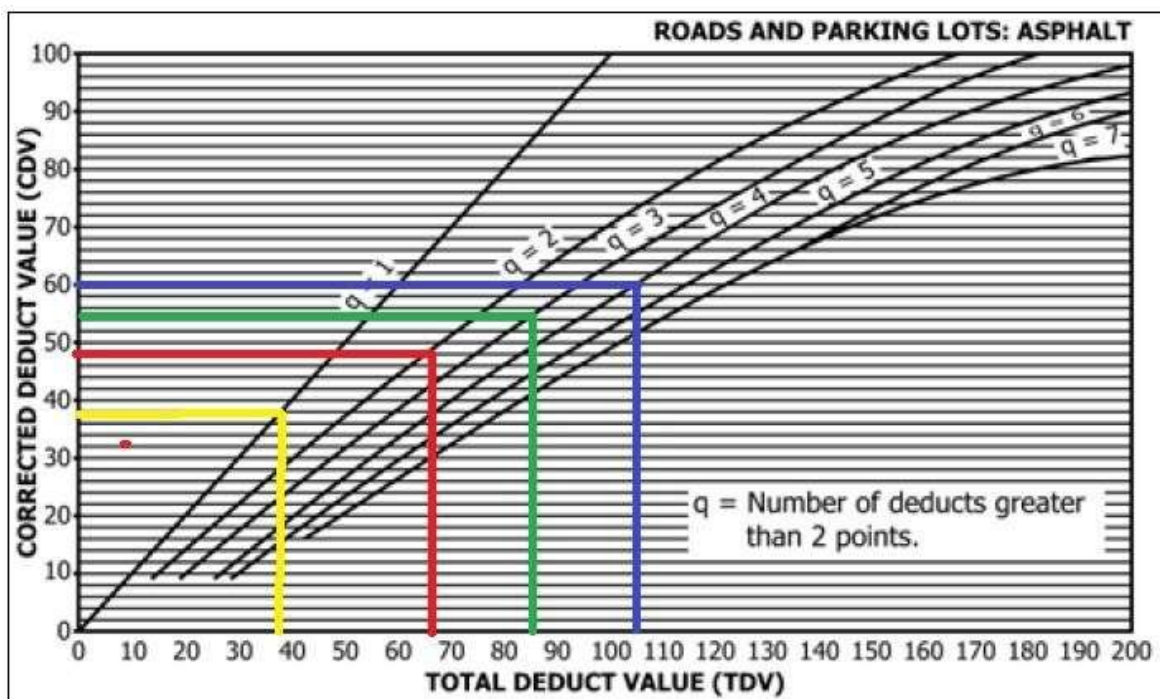


Ahuellamiento (L)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
32	31	21	20	104	4	60
32	31	21	2	86	3	55
32	31	2	2	67	2	59
32	2	2	2	38	1	38
Máximo CVD						60
PCI= 100 - Máx. CVD						40



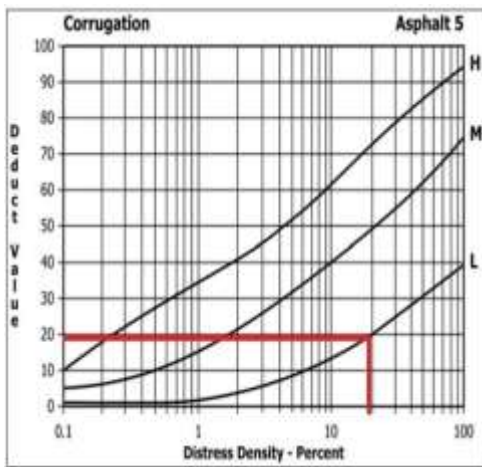
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 40 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM-10**

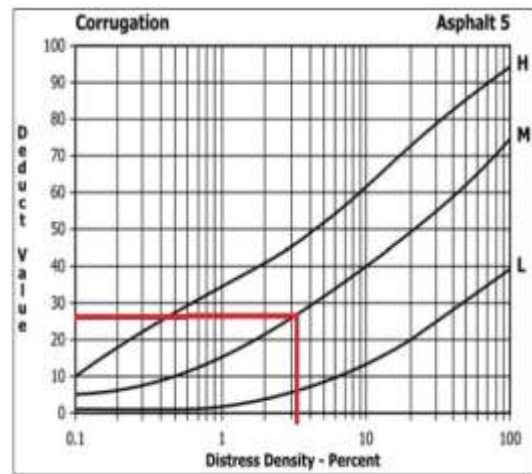
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido	
Corrugación	L	6.5	48.96		55.46	19.14	19.5	
Corrugación	M	6	1.35	2	9.35	3.23	28	
Grietas de borde	L	12	4.5	3	19.5	6.73	8	
Exudación	L	12	4.5	1.80	18.3	6.31	1.35	
TOTAL VD								56.85

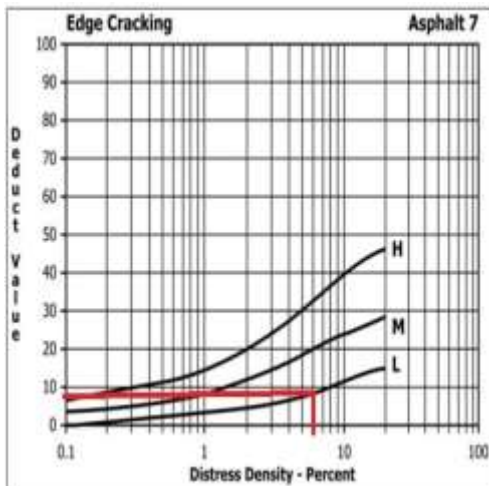
Corrugación (L)



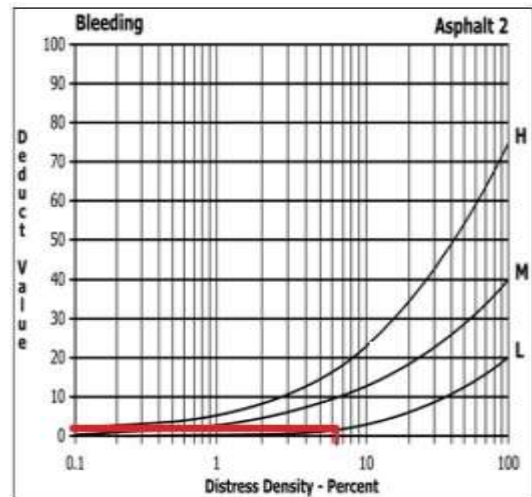
Corrugación (M)



Grietas de borde (L)

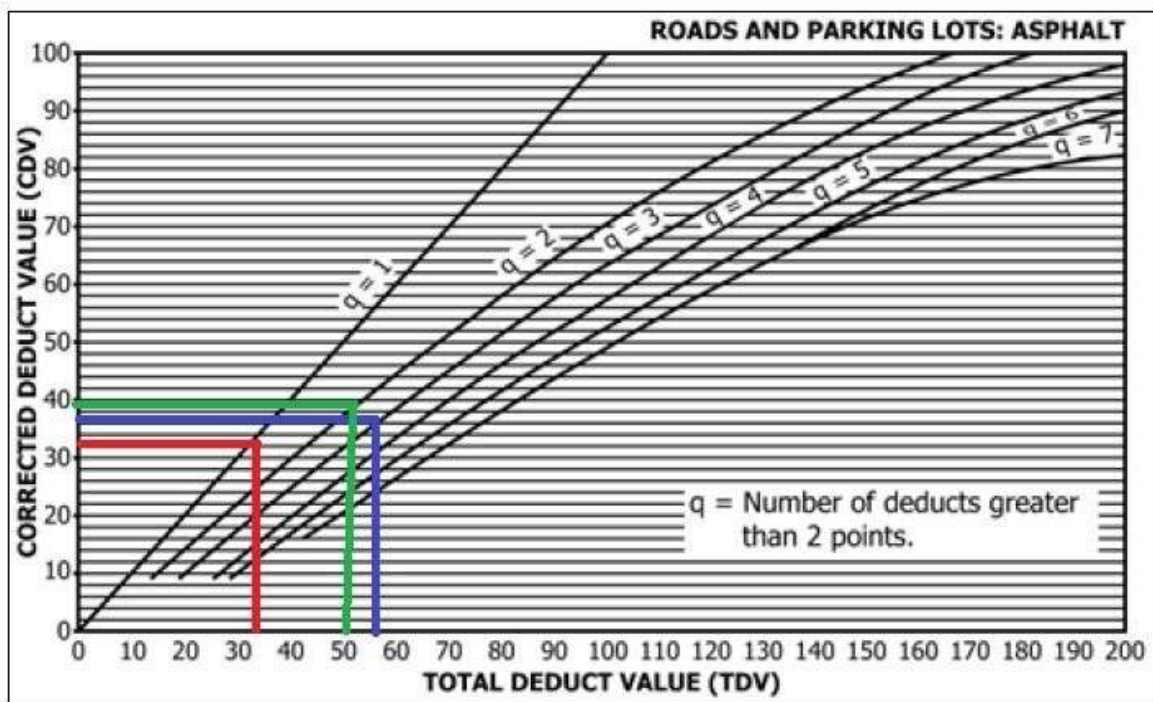


Exudación (L)



Cálculo del máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
28	19.5	8	1.35	56.85	3	38
28	19.5	2	1.35	50.85	2	40
28	2	2	1.35	33.35	1	33
Máximo CVD						40
PCI= 100 - Máx. CVD						60



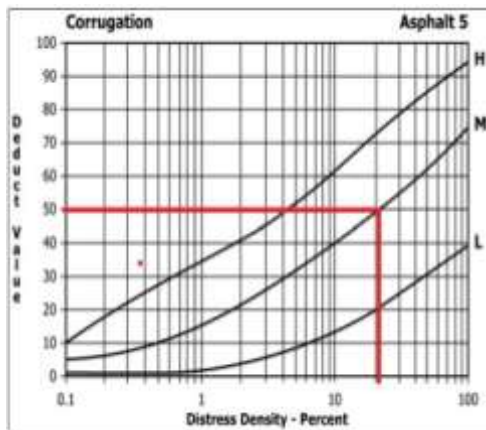
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 60 y está clasificado como un pavimento en estado BUENO.

▪ **UM-11**

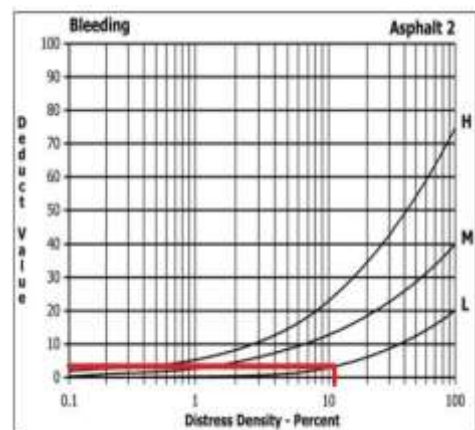
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Corrugación	M	28.194	29.488	5.7	63.38	21.78	50
Exudación	L	18.55	13.335	0.87	32.75	11.30	3
Grietas de borde	M	21.95	12.455	32.149	66.5	22.95	20
Grietas longitudinal/ Transversal	L	8.7	4.12	0.875	13.70	4.73	4
TOTAL VD							77

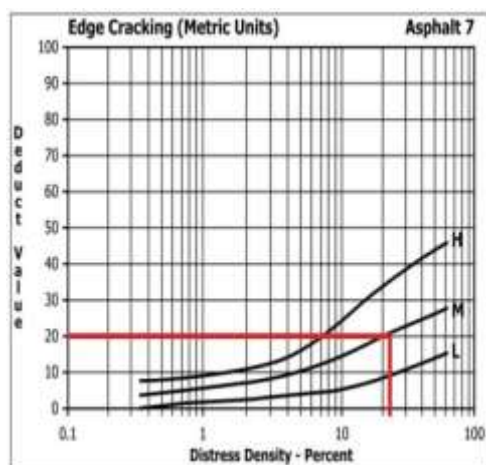
Corrugación (M)



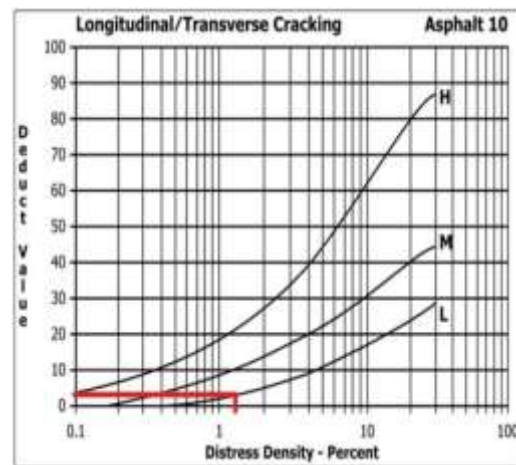
Exudación (L)



Grietas de borde (M)

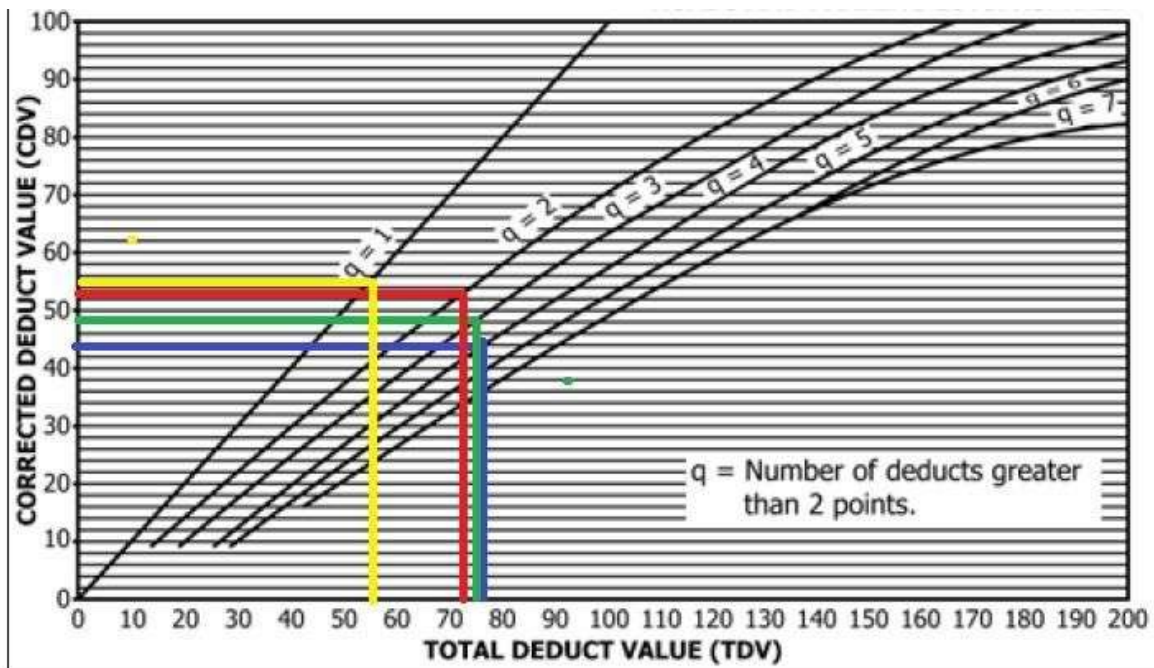


Grietas longitudinal/Transversal (L)



Calculamos el máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
50	20	4	3	77	4	44
50	20	4	2	76	3	49
50	20	2	2	74	2	53
50	2	2	2	56	1	55
Máximo CVD						55
PCI= 100 - Máx. CVD						45



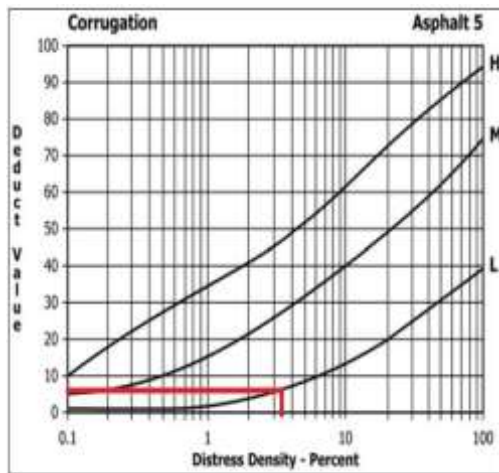
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 45 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM-12**

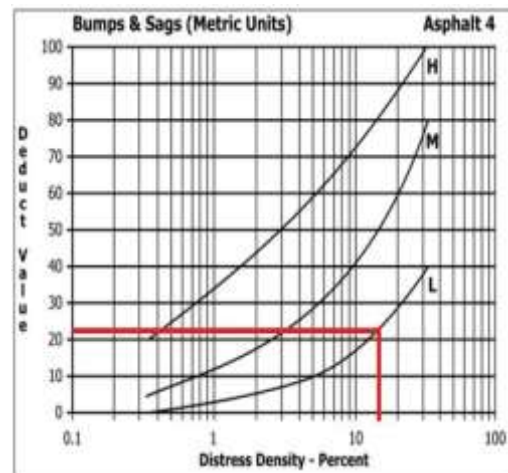
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Corrugación	L	21.173	36.22	44.29	10.16	3.51	6
Abultamientos/Hundimientos	L	25.55	11.5	10	47.05	16.24	22
Grietas de borde	L	59.572	16.158	12.54	88.28	30.46	11
Grietas de borde	M	18.15	10.8	10.695	39.45	13.61	26
TOTAL VD							65

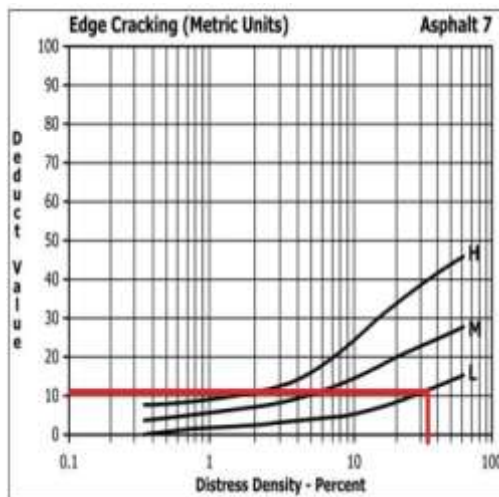
Corrugación (L)



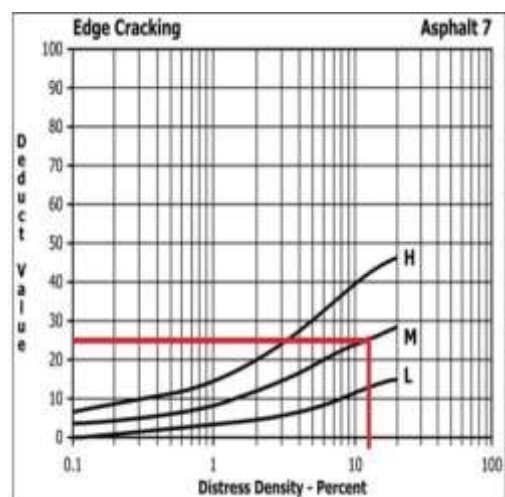
Abultamientos/Hundimientos (L)



Grietas de borde (L)

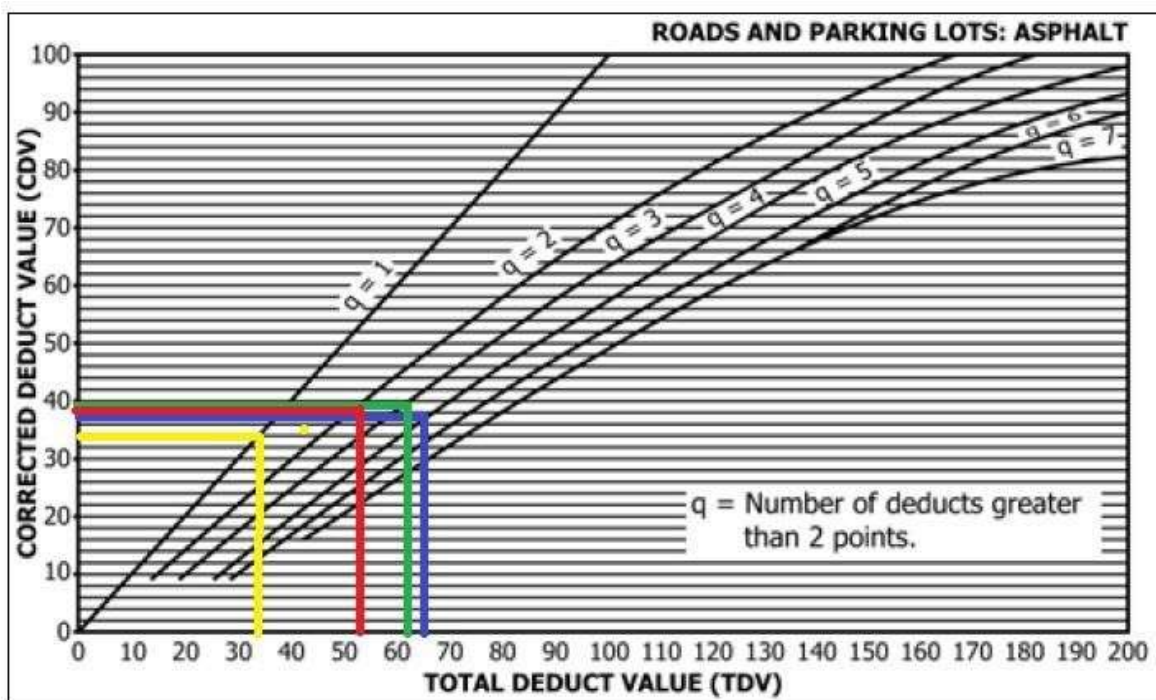


Grietas de borde (M)



Calculamos el máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
26	22	11	6	65	4	38
26	22	11	2	61	3	40
26	22	2	2	52	2	39
26	2	2	2	32	1	34
Máximo CVD						40
PCI= 100 - Máx. CVD						60



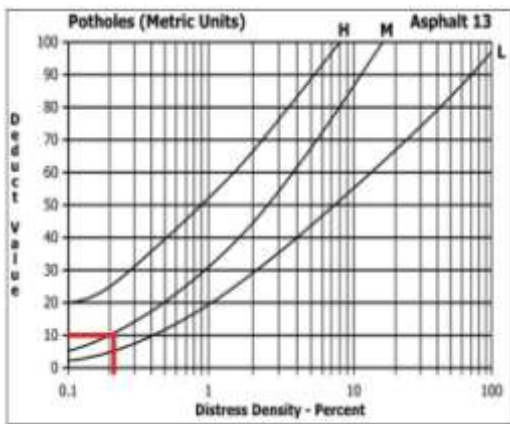
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 60 y está clasificado como un pavimento en estado BUENO.

- **UM-13**

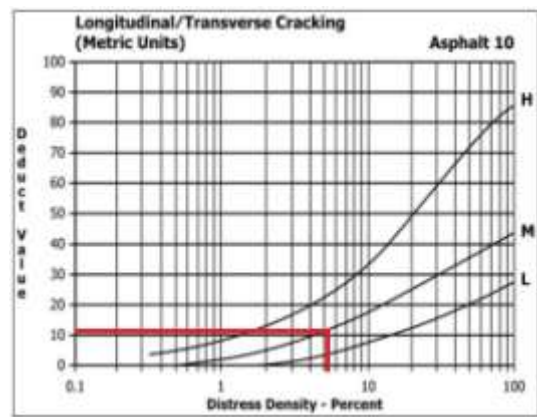
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor Deducido
Huecos	M	0.61		0.61	0.21	10
Grietas longitudinal/Transversal	M	16		16	5.52	11
Grietas longitudinal/Transversal	L	9		9	3.11	3
Grietas de piel de cocodrilo	L	0.39		0.39	0.13	5
TOTAL VD						28

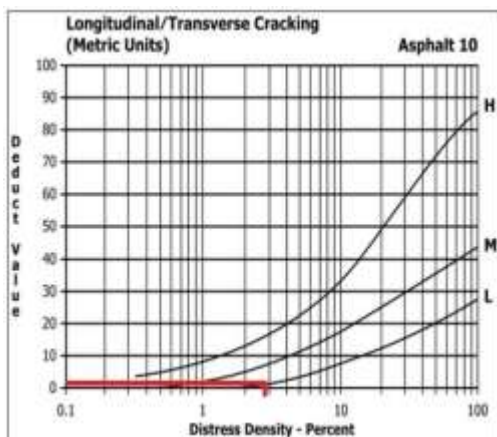
Huecos (M)



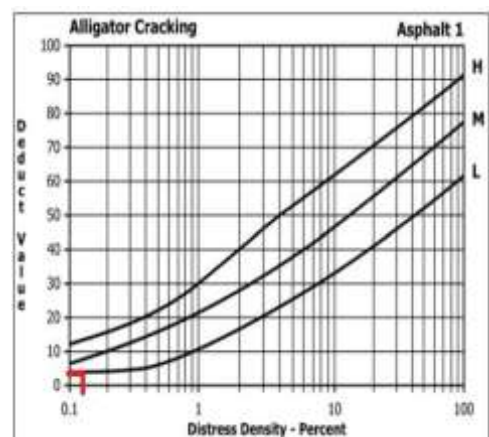
Grietas longitudinal/Transversal (M)



Grietas longitudinales/Transversal (L)

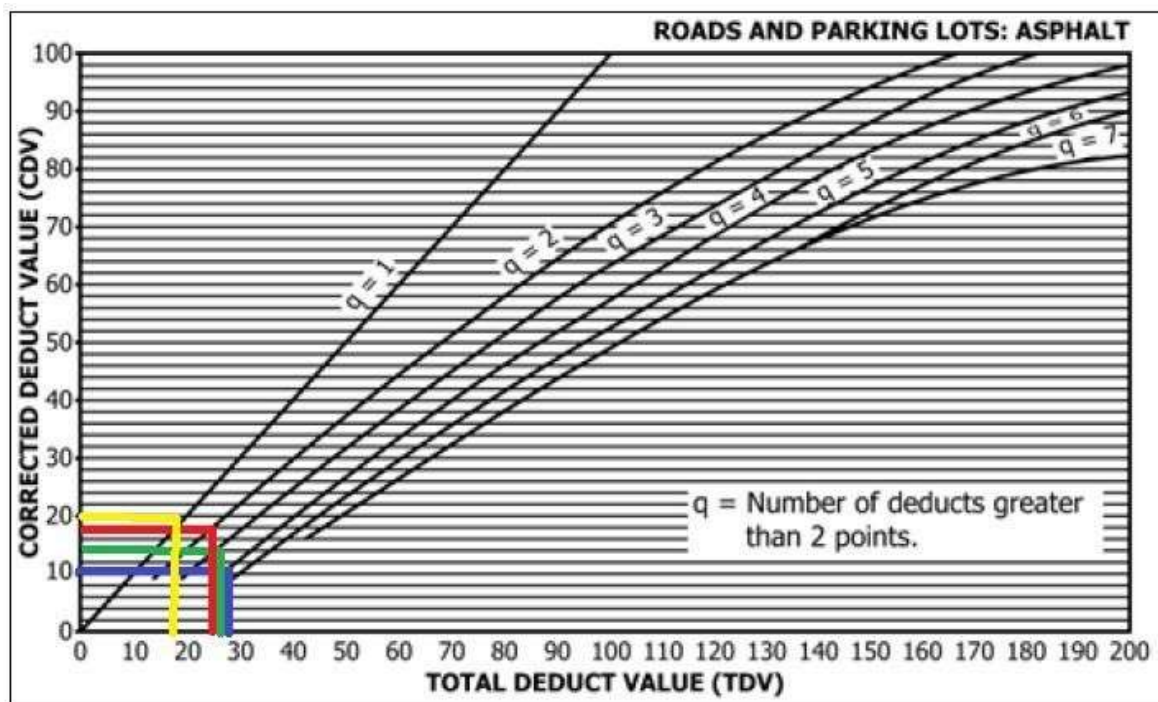


Grietas de piel de cocodrilo (L)



Calculamos el máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
11	10	5	3	29	4	10
11	10	5	2	28	3	14
11	10	2	2	25	2	18
11	2	2	2	17	1	20
Máximo CVD						20
PCI= 100 - Máx. CVD						80



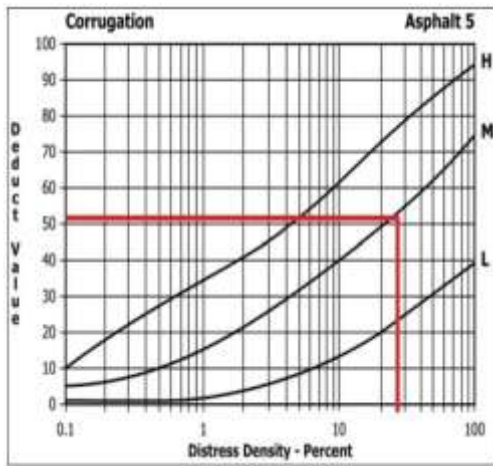
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 80 y está clasificado como un pavimento en estado MUY BUENO.

▪ **UM-14**

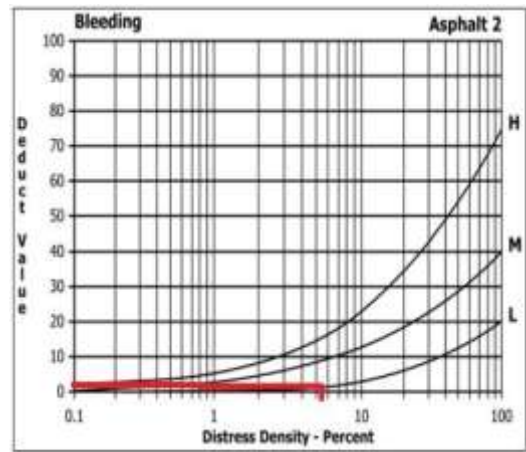
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor Deducido
Corrugación	M	23.52	13.125	42.124	78.76	27.18	51
Exudación	L	10	2.95	0.367 1.899	15.22	5.25	2
Grietas de borde	M	21.45	18.432	20.385	60.26	20.79	21.5
Grietas de borde	L	11.025	3.501	12.0089	26.53	9.15	10
TOTAL VD							84.5

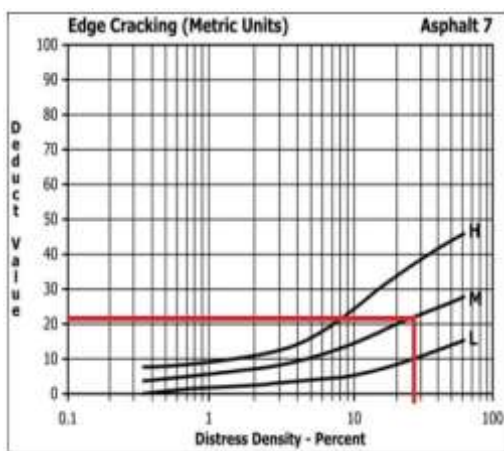
Corrugación (M)



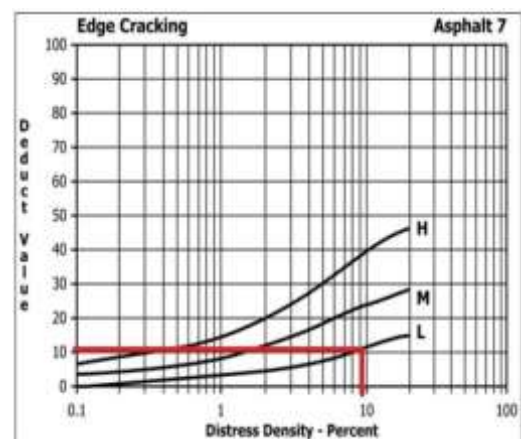
Exudación (L)



Grietas de borde (M)

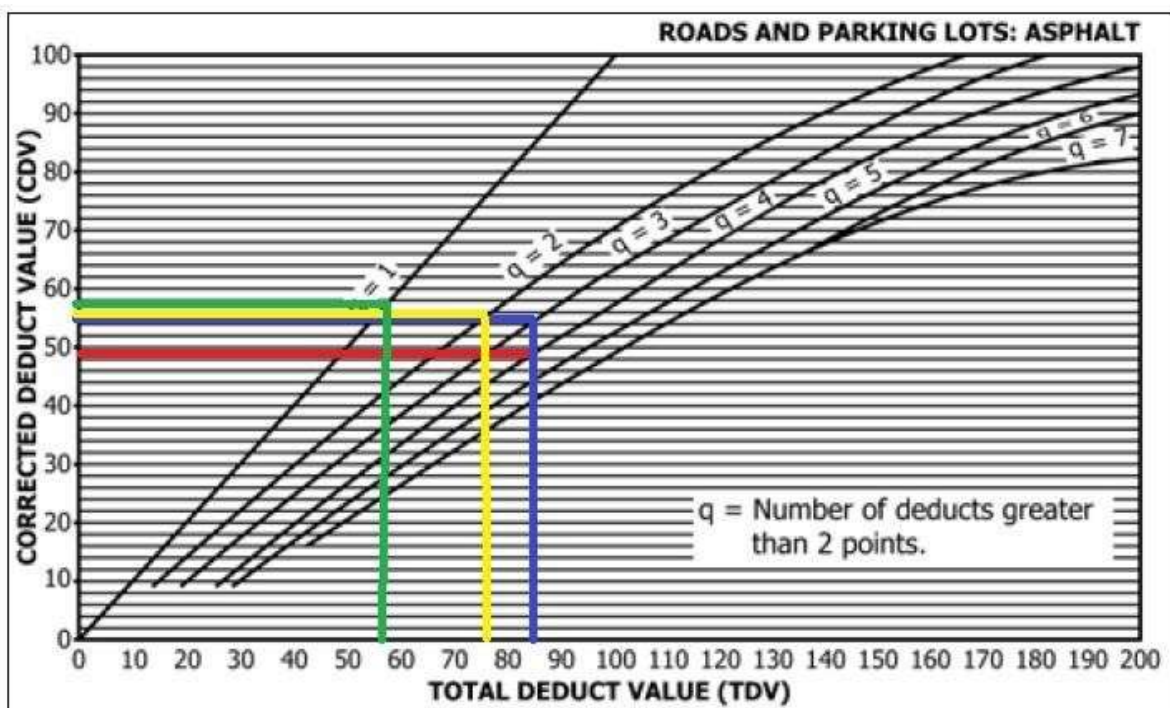


Grietas de borde (L)



Calculamos el máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
51	21.5	10	2	84.5	4	49
51	21.5	10	2	84.5	3	55
51	21.5	2	2	76.5	2	56
51	2	2	2	57	1	58
Máximo CVD						58
PCI= 100 - Máx. CVD						42



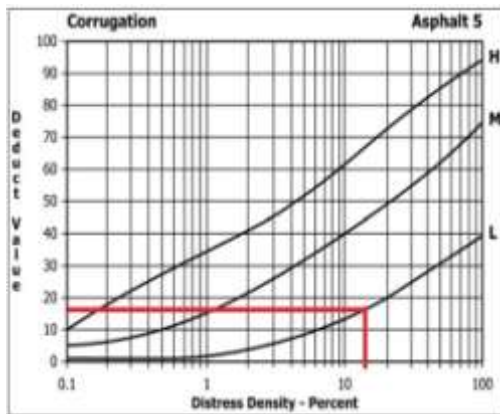
Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 42 y está clasificado como un pavimento en estado REGULAR.

▪ **UM-15**

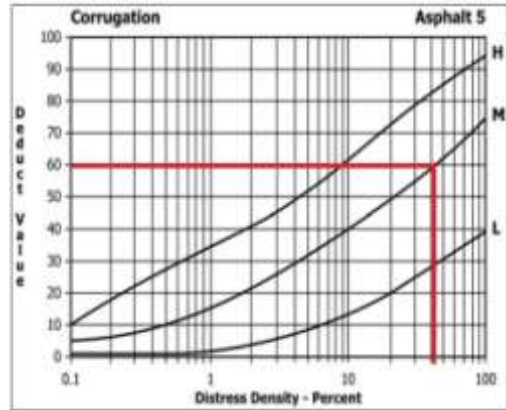
Área = 289.8 m²

Fallas	severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad	Valor Deducido
Corrugación	L	28.194	4.708	10.875	0.15	43	14.84	18
Corrugación	M	33.637	4.73	80.454		118.82	41	60
Grietas de borde	L	27.45	34.42	6.822		68.69	23.70	10
Grietas de borde	M	19.02	10.032	26.79		55.84	19.27	28
TOTAL VD								116

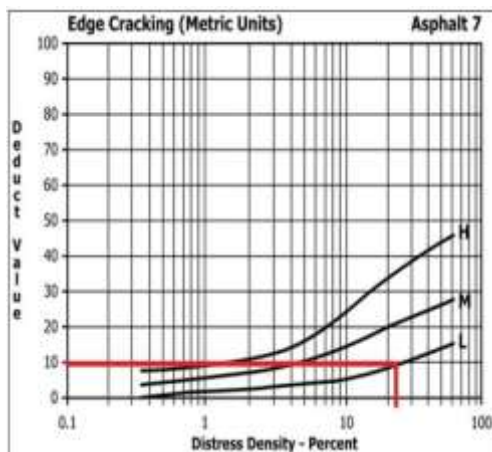
Corrugación (L)



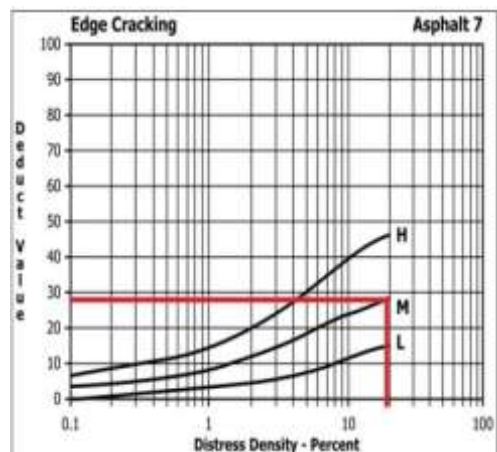
Corrugación (M)



Grietas de borde (L)

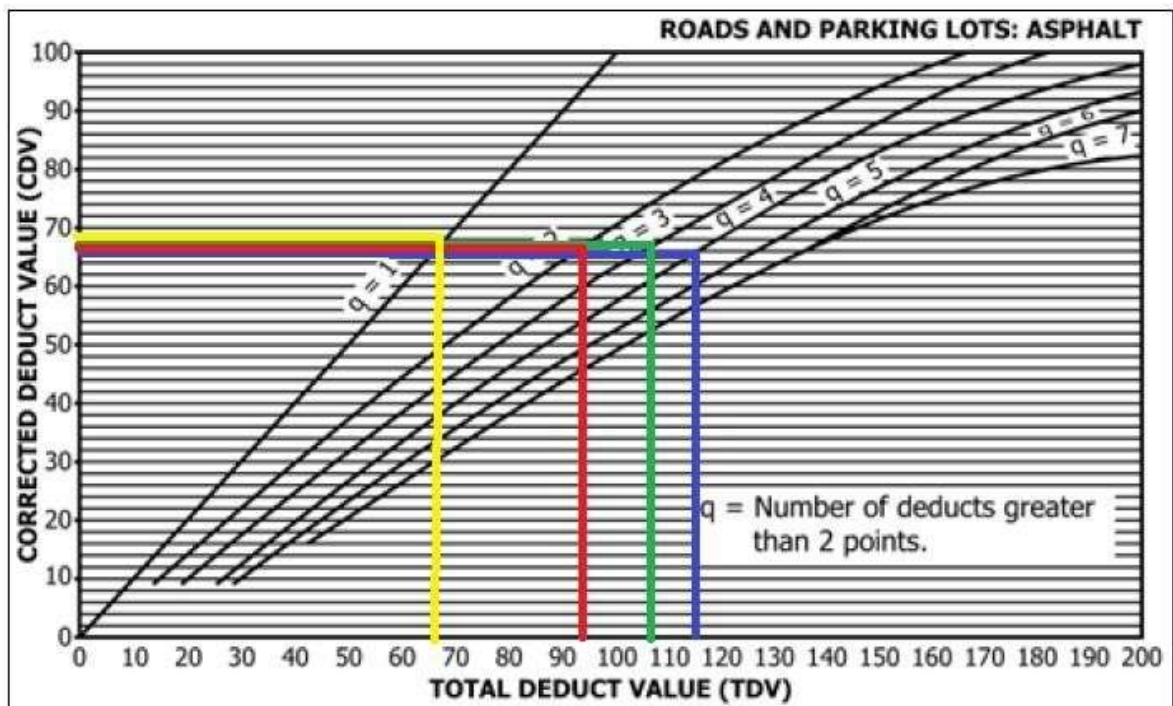


Grietas de borde (M)



Calculamos el máximo valor corregido

Valores Deducidos				Total	q	CDVD
60	28	18	10	116	4	66
60	28	18	2	108	3	68
60	28	2	2	92	2	67
60	2	2	2	66	1	69
Máximo CVD						69
PCI= 100 - Máx. CVD						31



Interpretación: el Índice de condición de pavimento (PCI), en la tercera unidad de muestra el resultado será 31 y está clasificado como un pavimento en estado MALO.

Después de haber evaluado las 15 muestras del índice de condicionamiento de pavimento (PCI), se va a desarrollar un promedio de todas las muestras que se van especificar en el siguiente cuadro:

Tabla N° 03
Índice de Condición del Pavimento

Unidad de Muestra	Cota inicial	Cota final	Área del Tramo	PCI	Clasificación
UM-01	0+000	0+289.8	289.8	46.5	REGULAR
UM-02	0+289.8	0+579.6	289.8	47	REGULAR
UM-03	0+579.6	0+869.4	289.8	25	MALO
UM-04	0+869.4	1+159.2	289.8	11.5	MUY MALO
UM-05	1+159.2	1+449	289.8	50	REGULAR
UM-06	1+449	1+738.8	289.8	5	FALLADO
UM-07	1+738.8	2+028.6	289.8	43	REGULAR
UM-08	2+028.6	2+318.4	289.8	37	MALO
UM-09	2+318.4	2+608.2	289.8	40	REGULAR
UM-10	2+608.2	2+898	289.8	60	BUENO
UM-11	2+898	3+187.8	289.8	45	REGULAR
UM-12	3+187.8	3+477.6	289.8	60	BUENO
UM-13	3+477.6	3+767.4	289.8	80	MUY BUENO
UM-14	3+767.4	4+057.2	289.8	42	REGULAR
UM-15	4+057.2	4+347	289.8	31	MALO
PCI				41.53	REGULAR

Fuente: Manual del PCI

Interpretación:

Del cuadro anterior se observa las (UM) unidades de muestras calculadas conforme al PCI, calificándolos cada unidad de muestra en un determinado tramo, obteniendo el siguiente detalle:

La UM-03, UM-08, UM-15 se clasifica en una condición MALA porque se encuentran en un rango de 25 – 40.

La UM-01, UM-02, UM-05, UM-07, UM-09, UM-11 y UM-14 se clasifica en una condición REGULAR porque está ubicado en un rango de 40 – 55.

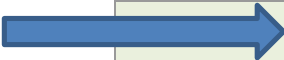
La UM-12 y UM-10 están clasificados en una condición BUENA porque se encuentran en un rango de 55 – 70.

La UM-13 se clasifica en una condición MUY BUENA porque está en un rango de 70 – 85.

La UM-04 está clasificada en una condición MUY MALO porque está en un rango de 10 – 25.

La UM-06 se clasifica en una condición FALLADO porque está en un rango de 0 – 10.

Tabla N° 4
Rangos de calificación del PCI

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

Fuente: Manual PCI (ASTM D 6433)

Interpretación:

Asimismo, el promedio obtenido de las 15 unidades de muestra nos arrojó un resultado de 41.53, clasificándolo como REGULAR, por encontrarse al margen del rango 40 – 55. Por lo tanto, la superficie de la carretera de la Av. Industrial cuenta con un índice de condición de pavimento de regular.

**ANEXO 03: ÍNDICE DE RUGOSIDAD
(IRI) APLICANDO LA VIGA
BENKELMAN**

ÍNDICE DE RUGOSIDAD (IRI)

Características del pavimento:

La estructura evaluada fue el pavimento de la avenida industrial, que componen el tramo entre prolongación M. Villavicencio y a la Prolongación Malecón Grau. Este tramo comprende de 2 carriles, cada una con un ancho de calzada de 9.20 metros y longitudes diferentes.

Carril izquierdo:

- 9.20 m de ancho
- 2265 m de longitud

Carril Derecho:

- 9.20 m de ancho
- 2295 m de longitud

La longitud de la vía es de 4.5 km está asentado en terreno de grava arenosa, es decir, granos medios a finos. El modelo que se utilizó en la carga de la estructura del pavimento es de 1800 lb, contando con una precisión de inflado de llantas de 80 Psi obteniendo un valor de $A=10.75$ cm. Se consideró para la comparación del modelo de Hogg, un módulo de Poisson de la sub rasante igual a 0.40 y en relación $\frac{H}{L_0} = 10$, para los cálculos que se realizó.

Medición de las deflexiones de campo:

Para este proceso. Se aplicó la metodología de la viga Benkelman, y esta herramienta fue facilitada por la universidad Cesar Vallejo de Chimbote, por lo cual tiene estas características.

Características de la viga Benkelman de la UCV Chimbote

Relación de Brazo	1:2
Dial de precisión	0.002 mm
Distancia (L) de brazo de prueba del pivote al punto de prueba	2.45 m +/- 50.00 mm
Distancia (L) del brazo desde el pivote hasta el extensómetro	1.23 m +/- 50.00 mm
Longitud desde el pivot hasta las patas delanteras	255 mm
Longitud desde el pivot hasta las patas posteriores	1.665 m

Fuente: Elaboración Propia



**ANEXO 04: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
DE VIGA BENKELMAN**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 330 - 2019**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	16604	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.	
3. Dirección	Av. Victor Larco Nº 1770 Urb. Las Flores - Victor Larco Herrera - Trujillo - LA LIBERTAD.	
4. Equipo	VIGA BENKELMAN (2 BRAZOS)	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Fabricante	TAMIEQUIPOS	
Serie	353	
Modelo	TCP099	
5. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	BAKER / BAKER (*)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	JO8A / JO8A (*)	
Número de Serie	N7389 / N6774 (*)	
Alcance de Indicación	0 a 25 mm / 0 a 25 mm (*)	
División de Escala	0,01 mm / 0,01 mm (*)	
6. Fecha de Calibración	2019-09-29	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
7. Lugar de calibración	LABORATORIO DE METROLOGIA & TECNICAS S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lt. 14 Urb. San Diego SMP.	

Fecha de Emisión

2016-10-04

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


 JUAN C. QUISPE MORALES


Metrología & Técnicas S.A.C.
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
 Telf.: (511) 540-0642
 Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
 RPM: *849272 / #971439282 / #942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
 ventas@metrologiatecnicas.com
 WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 330 - 2019**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

8. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando como referencia la norma internacional ASTM D - 4695 "Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements" y el manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú MTC E 1002-2000 "Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman".

9. Trazabilidad

La calibración brinda la trazabilidad hacia la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Longitud del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) CNM-CC-740-509/2011	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Vertex Modelo VGB-87-0	INDECOPI/SNM LLA-061-2014
PATRONES DE REFERENCIA DE INDECOPI / SNM	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,1 mm.	INDECOPI / SNM LLA - 234 - 2019

10. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,9 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	50 %	52 %

**11. Resultados**

PRIMER BRAZO		
VALOR PATRON (mm)	INDICACION DEL DIAL DEL EQUIPO (mm)	RELACION (BRAZO / DIAL)
2,54	0,633	4,0
5,08	1,260	4,0
7,62	1,927	4,0
10,16	2,547	4,0

Relación Promedio Brazo : 1 : 4
Incertidumbre de Indicación : 0,2 μ m (para k = 2)

SEGUNDO BRAZO

VALOR PATRON (mm)	INDICACION DEL DIAL DEL EQUIPO (mm)	RELACIÓN (BRAZO / DIAL)
2,54	0,633	4,0
5,08	1,260	4,0
7,62	1,920	4,0
10,16	2,567	4,0

Relación Promedio Brazo : 1 : 4Incertidumbre de indicación : 0,2 μ m (para k = 2)

Posiciones	A - B	B - C
Longitud del primer brazo de ensayo prueba	0,55 m	0,61 m
Longitud del segundo brazo de ensayo prueba	2,20 m	2,45 m

posición A : Punto de apoyo del vástago del Dial registrador.

posición B : Ubicación del Pivote en el equipo.

posición C : Punto de prueba.

**12. Observaciones**

- (*) Características del dial del Segundo Brazo del equipo a calibrar.
- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
- El instrumento pertenece al **CAMPUS CHIMBOTE - Av. Central, Urb. Buenos Aires del Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia de Santa, Departamento de Ancash.**

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

ANEXO 05: ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS



Evaluación de la Superficie del Pavimento Flexible en la Av. Industrial aplicando el método de Rugosidad

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA INDUSTRIAL APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI Y ÍNDICE DE RUGOSIDAD, CHIMBOTE - ANCAHOTE - ANCAHOTE 2019
 SOLICITA : SURGA MUTTO MARCOS EULOGIO

MODELO DE HOGG

EQUIPO : VEGA BENHELIAM
 FECHA : SETIEMBRE 2019
 RELACIÓN DE VEGAS : 1 de 2
 SEPARACIÓN : C100 /cm.
 TRAMO : 00-100-00 AL 2+000.00
 SECCIÓN : 1

Nº	PROG. Km.	LADO	P.L.A. cm.	Tempo Pav. °C	LECTURA DE CAMPO					DEFLECCIONES		RAD. CURV.	R _s cm.	L _s cm.	E Kg/cm ²	E psi	E' Kg/cm ²	S'/So	CBR %	MR kg/cm ²	HSQ mm.
					E'' mm					E'' mm											
					L ₁₀₀	L ₂₀	L ₃₀	L ₄₀	L ₅₀	D ₁₀₀	D ₃₀										
1	0+100.00	IZQ	10	27	19.2	14.0	8.1	4	2.0	34.4	16.3	140.77	25.43	10.13	1546.12	22248.79	199.99142	10.23	14.92	17.38	28.41
2	0+200.00	IZQ	10	27	17.3	12.7	7.9	4	1.9	34.4	13.0	139.44	25.81	10.31	1732.53	24434.30	79.83147	43.77	14.50	16.54	29.22
3	0+300.00	IZQ	10	28	16.2	14.3	8.1	3	2.3	34.4	16.2	171.70	30.00	15.46	1294.59	21814.38	45.45743	29.52	14.41	17.15	25.75
4	0+400.00	IZQ	10	28	16.2	14.4	7.9	4	2.0	34.4	16.8	166.25	28.20	12.91	1732.90	24923.90	66.03415	37.67	14.40	16.70	27.89
5	0+500.00	IZQ	10	25	17.5	14.4	8.1	4	2.0	34.4	16.2	166.22	27.65	11.82	1471.76	23770.21	53.77505	32.17	15.92	16.19	24.45
6	0+600.00	IZQ	10	27	16.3	14.9	7.8	4	2.0	34.4	15.6	148.87	33.49	10.78	1642.71	25387.79	66.30179	42.74	15.44	17.93	28.94
7	0+700.00	IZQ	10	28	19.3	13.0	8.3	3	2.3	34.4	18.4	134.25	28.83	12.45	1483.40	21077.47	37.00175	24.94	14.12	16.77	34.22
8	0+800.00	IZQ	10	27	16.2	13.8	8.5	4	2.1	34.4	17.0	161.06	27.91	12.00	1400.18	22732.50	78.00909	48.75	13.24	17.43	30.40
9	0+900.00	IZQ	10	27	17.6	14.4	7.8	4	1.9	34.4	14.8	147.40	24.72	9.52	1479.29	25871.28	14.29427	66.06	15.99	18.38	33.87
10	1+000.00	IZQ	10	27	16.3	13.3	8.1	4	2.0	34.4	16.2	190.55	26.80	13.32	1720.39	34441.70	64.66818	50.45	16.38	18.47	30.75
11	1+100.00	IZQ	10	25	17.2	13.1	7.8	4	2.0	34.4	15.8	164.22	27.08	11.48	1748.55	24412.78	57.50037	33.49	16.33	16.43	24.82
12	1+200.00	IZQ	10	24	17.6	14.2	9.2	3	2.3	34.4	16.2	183.82	31.74	14.23	1347.39	32909.89	75.43707	48.75	14.74	17.24	30.40
13	1+300.00	IZQ	10	27	18.2	14.8	9.3	3	2.3	34.4	16.6	175.28	30.73	13.94	1330.07	27470.35	78.83430	52.27	14.38	16.97	31.11
14	1+400.00	IZQ	10	27	17.1	13.8	8.3	4	2.1	34.4	16.6	177.34	29.05	13.81	1693.59	23562.52	28.44248	35.70	13.80	16.09	29.88
15	1+500.00	IZQ	10	28	16.2	12.8	7.8	4	1.9	34.4	15.2	145.41	25.21	9.99	1453.21	23507.47	53.00554	32.17	15.75	14.00	24.44
16	1+600.00	IZQ	10	25	16.9	13.7	7.9	4	2.0	34.4	13.8	173.41	27.83	12.02	1722.42	34490.56	53.39016	30.88	16.40	18.49	26.10
17	1+700.00	IZQ	10	28	18.4	13.7	8.1	4	2.0	34.4	16.2	188.25	26.40	13.19	1717.03	24414.25	48.78810	38.41	16.35	18.45	25.38
18	1+800.00	IZQ	10	24	17.8	14.8	9.4	3	2.4	34.4	16.8	186.01	30.91	14.74	1304.13	21306.70	70.77022	47.05	14.33	16.93	30.04
19	1+900.00	IZQ	10	26	16.6	14.2	9.1	3	2.0	34.4	18.2	164.47	29.30	12.98	1333.50	21642.75	57.35138	37.67	14.31	17.07	27.88
20	2+000.00	IZQ	10	27	16.6	13.4	8.4	4	2.1	34.4	16.8	190.55	30.40	13.73	1467.41	23714.40	70.35335	42.19	15.88	18.19	26.96
21	2+100.00	IZQ	10	28	18.2	12.7	8.6	4	2.2	34.4	17.2	161.06	28.09	12.13	1584.14	22553.07	54.62933	47.05	15.11	17.82	30.04
22	2+200.00	IZQ	10	25	19.4	14.8	7.8	4	1.8	34.4	14.6	124.12	23.19	7.82	1499.11	20744.44	54.54441	37.67	13.90	16.40	27.89
23	2+300.00	IZQ	10	27	17.1	14.4	9.2	3	2.3	34.4	16.4	197.28	32.41	15.27	1541.04	21921.11	49.01477	42.19	14.48	17.20	28.94

ESTAD.	PROMEDIO		17.7	15.9	8.3	4.2	3.1	34.4	16.7	168.33	28.31	13.21	1471.25	22905.9	67.64032	41.80	15.40	17.74	28.33	
	D. ESTÁNDAR	-	1.0	0.9	0.7	0.7	0.3	0.2	1.9	1.4	18.20	2.43	1.83	91.62	25.02823	16.60215	1.81	0.87	0.65	1.29
	MÁXIMO	10	28	19.4	14.9	9.4	4.7	3.4	34.4	18.8	197.18	32.61	15.31	1732.00	34923.90	14.294	70.23	16.99	18.70	33.97
	MÍNIMO	16	24	16.2	12.7	7.3	3.7	1.8	34.4	14.4	129.11	23.16	7.82	1499.11	20744.44	37.602	14.94	13.90	16.40	24.22

DATOS	DEFLECCIÓN CARACTERÍSTICA:		44.9	E'' mm
	Ho DE ESI EQUIVALENTES (W _{ESQ} /W)			4.3 E''
	DEFORMACIÓN ADMISIBLE (Da)			71.9 E'' mm
	COEFICIENTE DE PRISIÓN (C)			6.4
	RADIO HUELLA CIRCULAR CONTACTO (a)			10.748 mm
	PRESIÓN DE INFLADO (p)			99 psi
	(DISTANCIA MED DEFLECCIÓN (B))			30 mm
CARGA SOBRE LA LLANTA			8.5 Ton	
			8000 LBS	



Ing. Víctor Herrera Lázaro
 CIP 114697 - Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.





Evaluación de la Superficial del Pávilmento Flexible en la Av. Industrial aplicando el método de Rugosidad

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA INDUSTRIAL APLICANDO EL MÉTODO DEL IPI Y ÍNDICE DE RUGOSIDAD, CHIMBOTE - ANCASH 2019
 SOLICITA : BURGA MUTUO MARCOS EULOGIO

MODELO DE HOJO

EQUIPO : UCA BENJAMIN
 FECHA : SETIEMBRE 2019
 RELACIÓN DE VAGA : 7 en 2
 SEPARACIÓN : 0.200 mds
 TRAMO : 00+000.00 AL 00+900.00
 SECCIÓN : 2

NR	PROGR.	LADO	K n.a	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO						DEFLECCIONES		RAD. CURV.	MODELO DE HOJO									
					E' mm						D mm	Dm		Rn	Lp	S	E	E'	E'/Eo	CBR	MR	REQ	
					L1	L2	L3	L4	L5	L6													
1	0+000.00	DER	10	27	18.3	14.0	7.7	4	1.9	36.4	15.4	147.41	25.38	10.08	1,645.53	23,366.64	95,911.42	57.67	10.40	17.92	26.82		
2	0+200.00	DER	10	27	16.2	12.7	5.4	4	1.9	33.4	14.8	177.36	37.28	11.35	1,817.18	25,827.90	97,713.20	50.49	17.31	18.14	30.75		
3	0+300.00	DER	10	28	17.9	14.3	8.0	4	2.2	38.8	17.8	173.60	39.83	13.34	1,846.01	22,266.69	42,640.14	37.23	14.91	11.38	28.05		
4	0+400.00	DER	10	26	17.3	14.4	8.3	5	2.3	34.4	16.6	197.78	52.81	15.33	1,823.43	21,089.69	103,823.87	68.06	14.53	12.08	33.97		
5	0+500.00	DER	10	25	18.1	14.4	8.6	4	2.3	36.3	17.2	125.47	35.41	12.36	1,898.90	22,662.20	51,379.42	35.49	15.18	17.38	26.82		
6	0+600.00	DER	10	27	18.5	14.9	9.1	5	2.3	37.9	18.2	166.32	39.47	13.70	1,826.81	24,923.96	71,245.03	40.64	38.89	18.70	28.61		
7	0+700.00	DER	10	28	16.3	13.0	7.9	4	2.0	33.4	15.0	188.25	35.20	12.91	1,792.00	24,923.96	71,245.03	40.64	38.89	18.70	28.61		
8	0+800.00	DER	10	27	17.4	13.8	8.2	4	2.1	34.8	16.4	199.84	38.17	12.79	1,865.65	23,663.43	55,787.39	33.40	15.30	18.09	25.82		
9	0+900.00	DER	10	27	18.6	14.4	8.1	4	2.0	37.3	18.2	148.91	35.03	10.60	1,606.73	23,888.27	67,390.49	43.18	15.33	12.60	28.90		
10	1+000.00	DER	10	27	19.5	15.3	8.8	4	2.2	31.9	17.6	233.21	34.83	16.48	1,817.00	22,990.59	78,830.24	48.73	15.40	17.74	30.40		
11	1+100.00	DER	10	25	16.4	13.1	7.9	4	2.0	33.8	15.6	183.82	38.82	12.65	1,744.89	24,800.02	70,379.33	40.64	18.82	18.64	28.61		
12	1+200.00	DER	10	25	16.9	14.2	8.2	5	2.3	33.8	18.4	202.92	35.07	13.31	1,548.18	21,941.69	62,043.37	33.18	14.70	11.21	31.29		
13	1+300.00	DER	10	27	17.8	14.8	9.5	5	2.4	33.8	19.0	190.25	32.20	10.60	1,490.77	21,996.86	60,595.31	40.64	14.20	16.83	28.61		
14	1+400.00	DER	10	27	16.9	13.8	8.8	4	2.2	33.8	17.2	188.25	30.50	13.85	1,816.23	23,194.03	70,379.37	43.28	15.34	17.84	31.63		
15	1+500.00	DER	10	28	15.4	12.8	8.1	4	2.0	33.8	16.2	214.04	31.76	14.64	1,744.81	24,801.84	70,379.37	40.64	16.64	18.64	28.61		
16	1+600.00	DER	10	25	16.7	13.7	8.5	4	2.1	33.8	17.0	190.25	30.60	13.87	1,680.91	23,468.14	40,464.50	48.75	15.72	17.98	30.40		
17	1+700.00	DER	10	25	17.6	13.7	7.9	4	2.0	33.8	15.8	181.04	26.81	11.20	1,884.89	23,956.82	58,703.41	34.81	16.05	18.23	27.18		
18	1+800.00	DER	10	24	18.1	14.8	9.2	5	2.3	33.3	18.4	173.56	30.55	13.83	1,834.40	21,674.98	57,426.98	37.67	14.32	17.28	27.89		
19	1+900.00	DER	10	26	18.0	14.3	8.1	4	2.0	33.8	16.2	153.19	28.44	13.92	1,638.50	23,195.19	60,806.76	48.67	15.31	17.60	30.17		
20	2+000.00	DER	10	27	16.4	13.6	8.7	4	2.3	33.8	17.4	202.92	32.06	14.80	1,626.36	23,024.47	61,267.31	37.67	15.40	17.81	27.89		
21	2+100.00	DER	10	25	17.8	14.4	9.1	5	2.3	33.8	18.0	195.01	31.25	14.17	1,249.24	22,078.24	65,398.73	43.19	14.75	17.26	28.96		
22	2+200.00	DER	10	26	19.3	15.1	8.7	4	2.2	33.8	17.4	147.41	28.90	13.28	1,533.91	21,890.23	74,780.08	48.75	14.81	17.14	30.40		
23	3+300.00	DER	10	27	18.4	14.1	7.8	4	2.0	36.8	15.6	147.41	25.54	10.22	1,633.35	23,224.07	66,386.09	40.64	15.18	17.86	28.61		

ESTAD.	PROMEDIO		D. ESTÁNDAR						D	Dm	Rn	Lp	S	E	E'	E'/Eo	CBR	MR	REQ										
	IS	IS	1.04	1.00	0.7	0.6	0.3	0.1																					
	26.44	17.4	14.0	8.5	4.2	2.1	34.7	17.0												178.63	28.49	11.06	1,621.88	23,266.99	70,393.61	43.24	15.45	17.77	28.02
	-	-	-	-	-	-	3.1	3.2												22.89	3.66	1.88	85.63	1,230.84	14,296.20	8.88	0.82	0.61	1.97
MÁXIMO	10	28	19.3	15.1	9.5	4.8	2.4	33.8	19.0	233.21	34.83	16.48	1,817.18	25,827.90	103,823	68.06	17.31	18.14	33.97										
MÍNIMO	10	24	15.4	12.7	7.4	3.7	1.9	33.8	14.8	177.41	25.38	10.08	1,490.77	21,796.86	42,640	37.23	14.20	16.83	25.09										

DEFLECCIÓN CARACTERÍSTICA: 47.3 E' mm

DATOS	
Nº DE EES EQUIVALENTES (N _{ES})	4.9 E'
DEFLECCIÓN ADMISIBLE (D _a)	71.9 E' mm
CÓEFICIENTE DE POSICIÓN (C)	0.4
RADIO HUELLA CIRCULAR CONTACTO (a)	10.75 cm
PRESIÓN DE INFLADO (P)	89 psi
DISTANCIA MED DEFLECCIÓN (D)	30 cm
CARGA SOBRE LA LLANTA	8000 LBS




[Firma]
 Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 216087
 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



INFORME DE ENSAYO										
MEDIDA DE LAS DEFLEXIONES DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN										
Condiciones del ensayo: clima templado a 21°C										
Eje:		Factor correccion brazo:			4		Hora:			1:00 pm
Inicial - final:		temperatura asfalto:			28 °C					
Espesor carpeta asfaltica:		Ejes equivalentes de carga (EALS):			2					
I. LECTURAS DE CAMPO										
Tramo N°.	Abscisa Km	L ₂ *10 ⁻² mm	L ₂₅ *10 ⁻² mm	L ₅₀ *10 ⁻² mm	L ₁₀₀ *10 ⁻² mm	L _{max} *10 ⁻² mm			T °C	
1	0+100	13.9	8.3	4.2	2.1	17.7			26.48	
2	0+100	14	8.5	4.2	2.1	17.4			26.44	
II. CALCULO DE DEFLEXIONES										
Tramo N°.	Abscisa Km	D ₀ *10 ⁻² mm	D ₂₅ *10 ⁻² mm	D ₅₀ *10 ⁻² mm	D ₁₀₀ *10 ⁻² mm	D _{max} *10 ⁻² mm			T °C	
1	0+100	55.31325608	33.02877881	16.71335795	8.356678976	70.43486566			26.48	
2	0+100	55.7129668	33.82572984	16.71389004	8.356945019	69.24325873			26.44	
III. CALCULO SN										
tramo N°.	R m	Rd ₀ adl.	LogE _{sc} adl.	E _{sc} kgf/cm ²	H ₁₀₀ cm	E ₁₀₀ kgf/cm ²	ISC adl.	SN adl.	SNC adl.	
1	140.2321429	7756.696429	2.877028868	753.4073759	18.8608707	4656.057583	10.76296251	1.105030413	2.286928913	
2	142.7772727	7954.545455	2.889943129	741.2131731	19.14970139	4580.69741	10.58875962	1.107066484	2.274444925	
III. CUENCO DE DEFLEXIÓN										
										

Observaciones: Ensayo realizado por el solicitante



Victor Herrera Lazaro
C.P. 14467 Ute de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO



GRÁFICO N° 1: INICIO DE TOMA DE MUESTRA
EXUDACIÓN



GRÁFICO N° 2: TOMA DE MUESTRA DE
PARCHEO



GRÁFICO N° 3: TOMA DE MUESTRA
PIEL DE COCODRILO



GRÁFICO N° 4: TOMA DE MUESTRA
DESPRENDIMIENTOS
DE AGREGADO



GRÁFICO N° 5 Y 6: TOMA DE MUESTRA
GRIETAS LONGITUDINALES

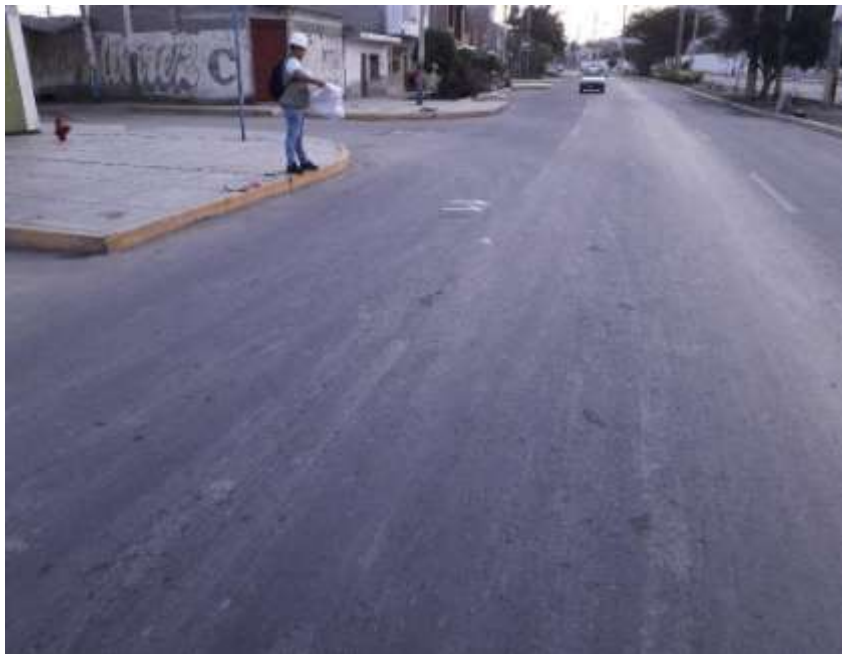


GRÁFICO N° 7: TOMA DE MUESTRA
AHUELLAMIENTO



GRÁFICO N° 8: TOMA DE MUESTRA
DEPRESIÓN



GRÁFICO N° 9: TOMA DE MUESTRA
CORRUGACIÓN



GRÁFICO N° 10: TOMA DE MUESTRA
DESPLAZAMIENTO



GRÁFICO N° 11: TOMA DE MUESTRA
EXUDACIÓN DE BORDE



GRÁFICO N° 12: TOMA DE MUESTRA
HUECOS



GRÁFICO N° 13: TOMA DE MUESTRA
ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



GRÁFICO N° 14: ARMADO DEL INSTRUMENTO VIGA BENKELMAN



GRÁFICO N° 15: DIAL DE LECTURA



GRÁFICO N° 16: COLOCACIÓN DE
DIALES CALIBRADOS



GRÁFICO N° 17: PUNTA Y COMBA,
PARA LA PERFORACIÓN DE LA CAPA
DE RODADURA, PARA LA TOMA DE
TEMPERATURA DEL PAVIMENTO



GRÁFICO N° 18: TERMÓMETRO
CONVENCIONAL PRECISIÓN DE 1°C.



GRÁFICO N° 19: CALIBRACIÓN DE
INSTRUMENTO



GRÁFICO N° 20: CAMIÓN A UTILIZAR Y
MARCADO DE PRUEBA



GRÁFICO N° 21: UBICACIÓN DE LA
LLANTA DOBLE EN EL CENTRO DE
GRAVEDAD



GRÁFICO N° 22: COLOCACIÓN DE LA VIGA BENKELMAN EN EL PUNTO A EVALUAR



GRÁFICO N° 23: EVALUANDO LA CARGA APLICADA



GRÁFICO N° 24: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN TOTAL PARA HACER EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



GRÁFICO N° 25: TOMAS DE BM, UTILIZANDO EL PRISMA Y PORTAPRISMA

ANEXO 07: PROTOCOLO



PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14



Lima, Abril de 2014



CAPÍTULO IV

SUELOS

En este capítulo se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú.

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

4.1 Exploración de suelos y rocas

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69; para el presente manual, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este capítulo se dan pautas complementarias para llevar a cabo el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- cambio en la topografía de la zona en estudio;
- por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren Insuficientes o inadecuados;
- zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m);
- en zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del



- g. Ensayos CBR:** (ensayo MTC E 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Para la obtención del valor CBR de diseño de la sub rasante, se debe considerar lo siguiente:

1. En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante en función a los siguientes criterios:
 - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
 - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100 m.

Son valores de CBR parecidos o similares los que se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según **Cuadro 4.11**.

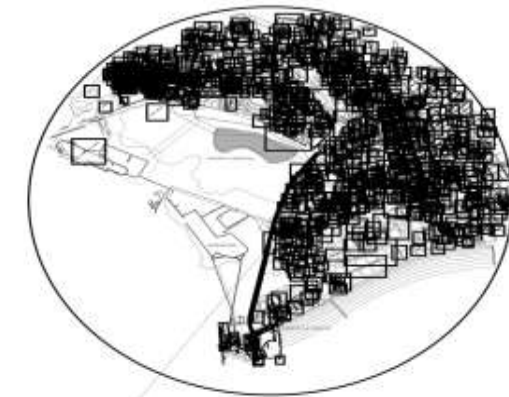
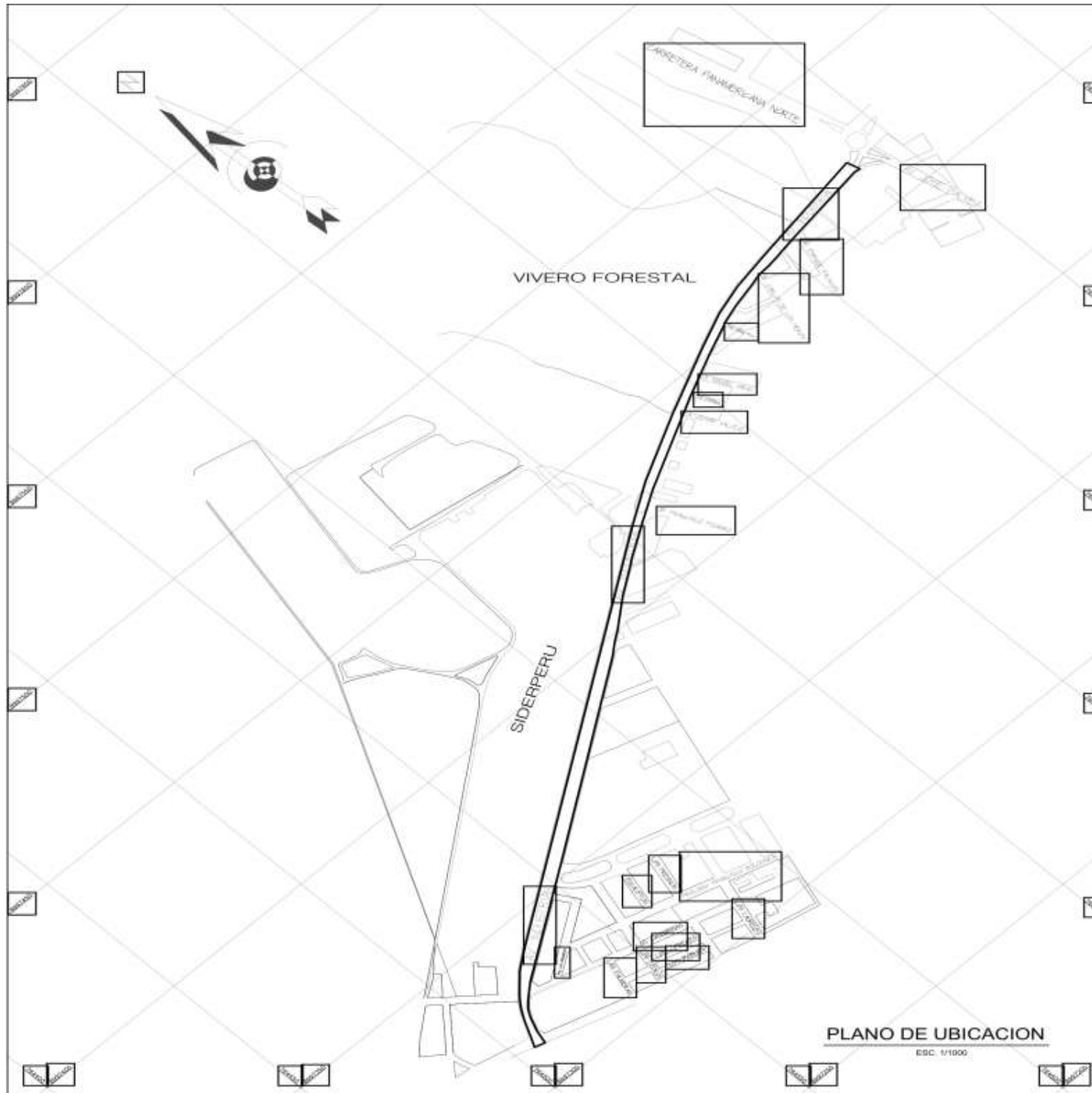
3. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de sub rasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Cuadro 4.11
Categorías de Sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 08: PLANOS



PLANO DE LOCALIZACION

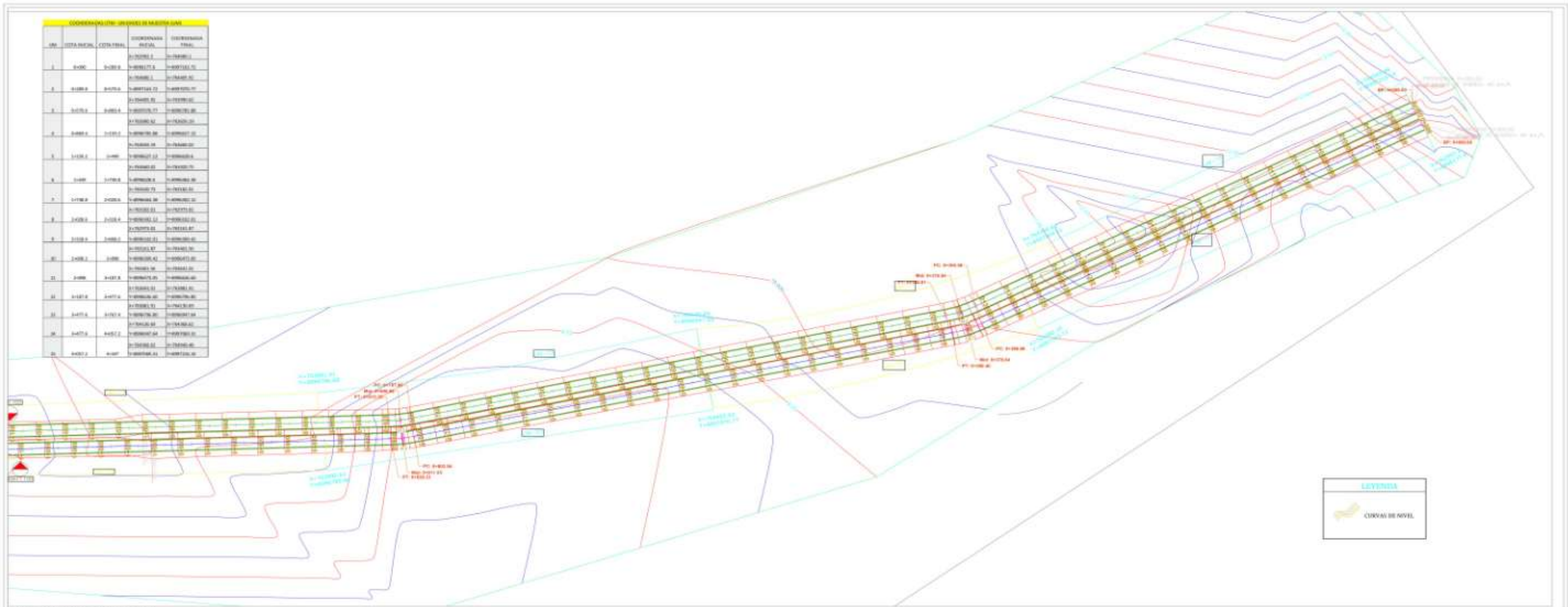
ESC. 1/5000

COORDENADAS DE INICIO	COORDENADAS DE FIN
X = 764785.7483	X = 764507.5441
Y = 8997467.6513	Y = 8997313.4584

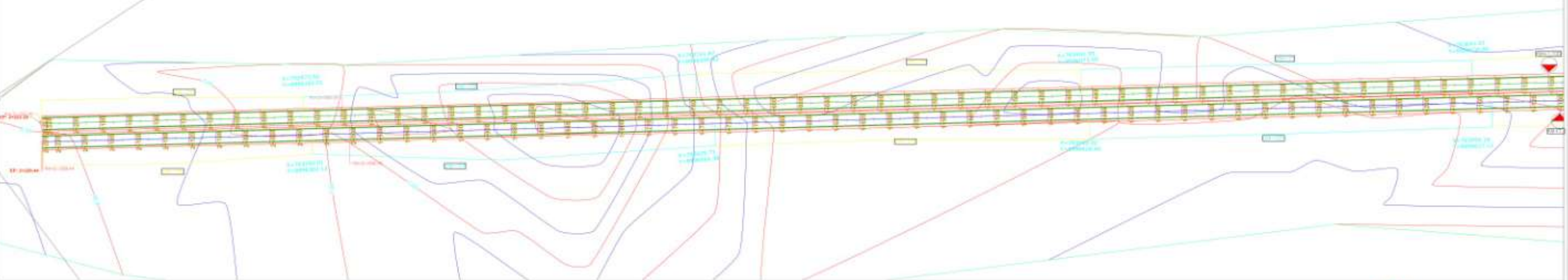
LONGITUD TOTAL

4+500 km

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
Título: "EVALUACION DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. INDUSTRIAL APLICANDO EL METODO DEL PCI Y INDICE DE RUGOSIDAD, CHIMBOTE - ANCASH 2019"			
Departamento:	Provincia:	Distrito:	Localidad:
SANTA	ANCASH	CHIMBOTE	AV INDUSTRIAL
Plano: PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION			N° Lámina:
Alumno: BURGA MITTO MARCOS EULOGIO			U - 01
Escala:	Fecha:		
1/1000	23/09/2019		



PLANTA DE 0+000 A 1+100 / ESC: 1:1000



PLANTA DE 1+100 A 2+223 / ESC: 1:1000

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 "EVALUACION DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. INDUSTRIAL APLICANDO EL METODO DEL PCI Y INDICE DE RUGOSIDAD. CHIMBOTE - ANCASH 2018"

ALUMNO	FECHA	PROFESOR

99-01