

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el
método pavement condition index (pci) en la av. ricardo palma
de la ciudad de trujillo - la libertad 2019”**

Área de Investigación:

Transportes

Autor(es):

Br. Asto Polo, Roy Jener

Br. Fernandez Carranza, Jhampier Ricardo

Jurado Evaluador:

Presidente: Rodriguez Ramos, Mamerto

Secretario: Serrano Hernández, José Luis

Vocal: Galicia Guarniz Willam

Asesor:

Velásquez Dias, Gilberto Anaximandro

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8810-9224>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/03/29

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
APLICANDO EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA
AV. RICARDO PALMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO – LA LIBERTAD
2020”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LINEA DE INVESTIGACION: TRANSPORTES

AUTOR: ASTO POLO, Roy Jener

FERNANDEZ CARRANZA, Jhampier Ricardo

ASESOR: Ing. VELASQUEZ DÍAZ; Gilberto Anaximandro

TRUJILLO-PERU

2020

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO EL
MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA AV. RICARDO
PALMA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO – LA LIBERTAD 2020”**

Por: Bach.

Jurado evaluador:

Ing.

Presidente

Ing.

Secretario

Ing.

Vocal

Ing. VELASQUEZ DIAZ; Gilberto Anaximandro

Asesor

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado: De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis Asistida de la Facultad de Ingeniería, ponemos a vuestra disposición la presente Tesis titulada: “Evaluación superficial del pavimento flexible por método Pavement Condition Index (PCI) en la av. Ricardo Palma – Trujillo – la libertad 2019” para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presente trabajo ha sido desarrollado de acuerdo al manual Pavement Condition Index (PCI) orientado a la descripción de las diferentes herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles, considerándose tanto los equipos como los procedimientos y metodologías para el análisis de alternativas de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles, así como también de en consulta de fuentes bibliográficas y con la experiencia del asesor.

Los Autores.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mis tíos quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mis amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que, hasta el momento, seguimos manteniendo la amistad: Roy Asto Polo, Antony Medrano Alfaro entre otros. A mi asesor y profesores: Gilberto Anaximandro Velasquez Diaz, Cancino Rodas Cesar, Carlos Vargas Cardenás entre otros, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación académica.

Bach. FERNANDEZ CARRANZA, Jhampier Ricardo

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres Roger y Juana, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mi abuelita Segunda, a mis tías Martina, Magaly, Paulina y Marielena, por estar siempre presentes, acompañándome, por guiarme, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a mi asesor y profesores de la Universidad Privada Antenor Orrego por todas las atenciones e información brindada a lo largo de este Proyecto.

Bach. ASTO POLO, Roy Jener

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanos por su valioso, constante e incondicional apoyo; por sus muestras de amor, cariño y afecto y por alentarnos en todo momento en esta maravillosa etapa de nuestras vidas. Agradecemos a nuestro asesor Ing. Velásquez Díaz; Gilberto Anaximandro por su apoyo profesional, por participar del trabajo de campo y por su invaluable colaboración en el desarrollo y culminación de la presente tesis.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su valioso aporte de conocimientos y experiencias a nuestra formación académica y profesional.

RESUMEN

En este presente trabajo de investigación tiene la finalidad de presentar un indicador de estado superficial del Pavimento de la av. Ricardo Palma ya que es una de la avenida principal de la ciudad de Trujillo siendo así que se pueda demostrar la gradación o condición aplicando un método llamado PCI por sus siglas en inglés Pavement Condition Index. Este método se enfoca en la parte estructural del pavimento cuantificando el estado de conservación, es un método completo y preciso que requiere de inspección visual, todo ello para poder intervenir en su tratamiento o reparación.

Al ejecutar este método en un pavimento flexible como es la Av. Ricardo Palma se tuvo en cuenta que consta de dos carriles de diferente sentido con un ancho de calzada de 5.50 m.

Su longitud de todo el tramo es 1260.74 metros lineales en estudio y respecto a la indicación del método dividimos su área en 229.69 m² unidades de muestra. De las cuales se evaluó 3-6-9-12-15-18-21-24-27 y 30 unidades de muestra a inspeccionar.

En su evaluación a campo se hizo la inspección visual donde se encontró diferentes tipos de fallas como huecos, piel de cocodrilo, desprendimiento de agregado, grietas longitudinales y transversales, parches y hundimientos en el cual se registró su área de manera longitudinal y transversal con el uso de una wincha, un nivel y complementos de conos de seguridad para evitar situaciones inoportunas. Todo su proceso fue obtenido mediante visitas continuas por 2 horas es cogiendo un horario donde hay menos tráfico como las dos de la tarde.

Finalmente, se determinó que el índice de condición está en un rango de 35.1 por lo que se encuentra en un estado Malo.

ABSTRACT

In this present investigation work it has the purpose of presenting an indicator of superficial condition of the Pavement of the av. Ricardo Palma since it is one of the main avenue of the city of Trujillo, so that the gradation or condition can be demonstrated by applying a method called PCI for its acronym in English Pavement Condition Index. This method focuses on the structural part of the pavement quantifying the state of conservation, it is a complete and precise method that requires visual inspection, all this to be able to intervene in its treatment or repair. When executing this method on a flexible pavement such as Ricardo Palma Avenue, it was taken into account that it consists of two lanes of different directions with a width of 5.50 m. Its length of the entire section under study is ... and with respect to the indication of the method we divide its area into ... sample units of ... m. Of which it was evaluated ... sample units to be inspected. In its field evaluation, the visual inspection was made where different types of failures were found, such as holes, crocodile skin, detachment of the aggregate, longitudinal and transverse cracks, patches and subsidence in which its area was recorded longitudinally and transversally with the use of a wincha, a level and complements of safety cones to avoid inopportune situations. Its entire process was obtained through continuous visits for 2 hours is taking a schedule where there is less traffic like two in the afternoon. Finally, it was determined that the condition index is in a range of ... so ...

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Formulación del Problema	12
1.1.1. Realidad Problemática	12
1.1.2. Enunciado del problema o interrogante	13
1.2. Justificación	14
1.3. Objetivos: General y específicos.	15
II. MARCO DE REFERENCIA	
2.1. Antecedentes.	16
2.2. Marco teórico	19
2.3. Marco conceptual	48
2.4. Hipótesis	49
2.5. Variables. Operacionalización de variables	50
III. MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1. Material	51
3.1.1. Población	51
3.1.2. Marco muestral	51
3.1.3. Unidad de análisis	52
3.1.4. Muestra (Tamaño, características, tipo de muestreo)	52
3.2. Métodos	52
3.2.1. Diseño de contrastación:	52
3.2.2 Técnicas e Instrumentos de colecta de datos	53

IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de Resultados 74

4.2. Discusión de resultados 92

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones 93

Recomendaciones 93

REFERENCIAS

ANEXOS 95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de Clasificación del PCI	29
Tabla 2. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfáltica	31
Tabla 3. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas	57
Tabla 4. Dimensiones del tipo de falla por muestras	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. N°1. Ubicación de la Av. Ricardo Palma en la ciudad de Trujillo 20	20
Fig. N° 2: Formato de Índice de condición con Superficie Asfáltica	30
Fig. N° 3: Formato para la obtención del máximo valor reducido corregido	35
Fig. N° 4: Ubicación de la Av. Ricardo Palma en la ciudad de Trujillo 51	
Fig. N° 5: Tramo de estudio	52
Fig. N° 6. Zona de Estudio 54	
Fig. N°7. Representación de Fallas en Plano	56
Fig. N°8. Representación de las Unidades de Muestra cada 41.8 m	57
Fig. N°9. Unidades de Muestreo a Inspeccionar - 3,6,9,12,15,18,21,24,27 y 30. 59	
Fig. N°10. Análisis de la muestra 3	61
Fig. N°11. Análisis de la muestra 3 62	
Fig. N°12. Análisis de la muestra 6	63
Fig. N°13. Análisis de la muestra 6	64
Fig. N°14. Análisis de la muestra 9	65
Fig. N° 15. Análisis de la muestra 9	66
Fig. N° 16. Análisis de la muestra 12	67
Fig. N° 17. Análisis de la muestra 15	68
Fig. N° 18. Análisis de la muestra 15	69
Fig. N°19. Análisis de la muestra 18	70

1.1. Formulación del Problema

1.1.1. Realidad Problemática

En la ciudad de Trujillo se observa vías urbanas de una calidad regular y así mismo se observa muchas zonas donde se encuentran vías en mal estado o deterioradas a causas de principales factores como el incremento del tráfico en las avenidas inclusive la deficiencia durante el proceso constructivo. Es así, que estas se vienen deteriorando en el transcurso del tiempo.

Por consiguiente, en este estudio se evaluará una avenida principal donde se observó el incremento de tránsito público de la avenida. Según la fuente informativa “ TV COSMOS” nos dice que La avenida Ricardo Palma se encuentra en una zona tugurizada en la ciudad de Trujillo consecuencia del tráfico vehicular.

Así pues, en el tramo de esta avenida se denota que la principal causa de sus tipos de fallas es la prolongación de camiones estacionados para recibir cargas fuera de un horario del reglamento por la Ordenanza Municipal. N° 009 – 2018.

A pesar de ello, también se observó que en aquella avenida hay puestos de comida entre otros puestos de servicio rápido donde tienen la mala educación de echar agua sucia a las pistas. Siendo así, que perjudican a la estructura de vial y como consecuencia dando presencia de bacheos, fisuras, afloramiento de piedra en la carpeta asfáltica y desgaste de su superficie de rodadura.

En vista de problemas presentados de deterioros que presenta el pavimento flexible se ha visto necesario investigar y realizar algunas intervenciones de mantenimiento para la mejor condición de injerencia oportuna a la estructura. Debido a estos diversos factores

presentados, vale decir que es un caso grave problemático para la transitabilidad, seguridad y la comodidad de los usuarios del transporte de uso público, así como también de uso privado que circulan diario en esta importante vía urbana de la metrópolis.

Para determinar el estudio de investigación se tendrá en cuenta técnicas de evaluación superficial del pavimento flexible respecto al método a emplear para conocer su condición real en la que se encuentra. Y así dar a conocer resultados de índice de condición para prevenir el deterioro completo de la vía urbana que urge en tal sentido mejorar sus condiciones de características estructurales.

Por ende, el estudio de evaluación se encuentra en un tramo de vía situada a lo largo de la avenida ‘‘Ricardo Palma’’, siendo más específicos en las intersecciones de la avenida ‘‘Cesar Vallejo’’ hasta la intersección de la calle ‘‘Víctor Andrés Belaunde’’, perteneciente en la ciudad de Trujillo.

El método ‘‘PCI’’ a realizar determina la condición del pavimento no siendo un método complejo ya que no es necesario utilizar equipos especializado o herramientas difíciles de conseguir es así que, con este método se emplea un reconocimiento visual, clasificando el tipo de fallas y el nivel de severidad a través de unidades de muestras seleccionadas, el cual finalmente evaluaremos cualitativamente la condición del pavimento mediante rangos numéricos.

1.1.2. Enunciado del Problema o Interrogante

Anterior a lo descrito la transitabilidad y el orden de la avenida se ha convertido en un lugar inseguro en el tránsito y el deterioro de la estructura vial.

En razón a lo expuesto, la investigación propuesta busca dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE ANTE SU DESGASTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DE LA AV. RICARDO PALMA - TRUJILLO – LA LIBERTAD 2020?

1.2. Justificación

La presentación investigación se justifica en la necesidad de poder conocer sus inflexiones que se presentan en aquella estructura del pavimento flexible en la Avenida Ricardo Palma en función de sus deficiencias. Así mismo, se centra su importancia utilizando métodos de evaluación superficial que nos permitirá conocer el estado actual del pavimento.

Es así que, tiene como importancia para el uso diario en los sistemas de transporte vehicular pues es necesario tener en cuenta un sistema que nos permita cuantificar daños que se van produciendo a través del tiempo inclusive teniendo en cuenta el aumento de cargas aplicadas y como estas afectarán.

Es decir, la realización de este análisis determinaremos el índice de condición respecto a su estado de conservación real del pavimento aplicando el método PCI siendo así que podremos intervenir oportunamente para su mejora haciendo rehabilitación, mantenimiento o una nueva construcción nueva. Ya que la aplicación de las técnicas de rehabilitación y mantenimiento permitirá prolongar un mejor estado de vida útil del pavimento lo que reflejará para los usuarios una mejor comodidad y seguridad en el desplazamiento de las unidades vehiculares.

Se recomienda este uso de metodología a la Municipalidad Provincial de Trujillo, lo cual conlleva a propiciar una conservación vial económica disminuyendo su deterioro y por tanto alargando el tiempo de vida útil de la pista.

Como utilidad complementaria se brinda propiciar a ingenieros el conocimiento de esta aplicación del PCI, dado que es una metodología aplicativa completa, además de ser económica y confiable.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la superficie del pavimento flexible empleando la metodología PCI para determinar el estado de conservación de la Av. Ricardo Palma, de la ciudad de Trujillo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar sobre la superficie del pavimento flexible el tipo de falla que sufre, aplicando el método PCI.
- Determinar el nivel de severidad que presentan cada tipo de falla en cada número de muestras.
- Establecer un indicador que permita seleccionar la técnica adecuada de rehabilitación, reparación o reconstrucción del pavimento en estudio.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes

Local

- Se encontró el estudio de investigación realizado por los autores Christian M. y Roger Z. (2019), “ *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y prolongación César Vallejo, Trujillo*” (Tesis Pregrado), Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Tiene como propósito conseguir un indicador del estado de conservación superficial del pavimento flexible utilizando dos métodos como el PCI y VIZIR, (desarrollado por el Laboratorio Central de Puentes y Carreteras– Francia), donde se realiza comparaciones de ambos donde concluyeron que por método PCI obtuvieron 52.06 lo que representaba como estado regular y por el método VIZIR obtuvieron un 2.25 con la calificación de un buen estado. De lo que determinaron que por el método PCI es una mejor determinación de criterio en las fallas observadas.

Nacional

- Un primer trabajo de Clariza, L (2017) “ *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14 por el método: índice de condición de pavimentos.*” (Tesis Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. En este presente trabajo desarrollar objetivos de analiza el estado de conservación del pavimento. Pues consiste en dos etapas, la primera es su trabajo en campo donde determina a través de minuciosas observaciones visuales la severidad de cada tipo de falla encontradas. Registrando datos en los formatos establecidos por la metodología del PCI. En la segunda etapa nos dice los datos obtenidos adquiridos correspondiente a un índice de 13, es decir que el pavimento es estudio se encuentra en un rango de estado muy malo según la tabla “Grado de la condición de pavimento”.

Con estos resultados se concluyó que el estado del pavimento es afectado por la circulación normal del tránsito vehicular diario y por consiguiente no brinda un adecuado confort de seguridad a los pasajeros. Según el resultado del índice del pavimento siendo muy malo se debe ejecutar la realización de una reconstrucción del tramo en estudio.

Además, se observó que el tipo de fallas más prolongadas fueron los baches, peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados, así mismo como fisuras longitudinales y transversales y piel de cocodrilo. También vale decir que el 55% de los pavimentos en estudio está deteriorado, el 27% el 27 % en un nivel muy malo, el 9 % malo y el otro 9% en un estado regular.

El antecedente contribuye así al complemento de estudio de evaluación superficial del pavimento ya que se tiende a observar datos reales realizados en campo lo que esta tesis plantea información importante ante hechos de influencia de deterioro y brinda perspectiva del procesamiento de la información.

- Un segundo trabajo corresponde a Jenny, S. (2017), *'' Evaluación Del Estado Del Pavimento De La Av. Ramón Castilla, Chulucanas, Mediante El Método PCI''* (Tesis de pregrado), Universidad de Piura, Piura. Se basa en determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, distrito de Chulucanas, Piura, mediante el cálculo de su índice de condición, con el objetivo de realizar una serie de planteamientos para la mejoría del mismo. En su desarrollo de investigación procedió a seguir la norma ASTM D6433-03, llamado Pavement Condition Index (PCI), para determinar un índice cuantificador respecto al estado de conservación del pavimento hallando el tipo de falla, severidad y cantidad de daños presentes.

Para esta evaluación se realizó en un tramo de 2020 metros de pavimento, que se dividieron en secciones y unidades de muestra mediante la inspección visual.

Con el desarrollo se determinaron valores de PCI de 34.4 (malo), 78.3 (muy bueno), 32.4 (malo), 24.8 (muy malo) y 81.7 (muy bueno) respectivamente. Donde concluye que el pavimento deber ser reconstruido para alcanzar una condición de servicio adecuada.

El antecedente aporta un trabajo pertinente donde plantea y aborda metodologías del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y por ende son adecuados para el desarrollo del análisis en la Av. Ricardo Palma.

Internacional

- Se encontró el estudio realizado por Guaita Luján, B. (2016, septiembre 15), *`` Gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de pavimentos en la ciudad de Valencia. Cuantificación de los beneficios de la implementación de un sistema de gestión de pavimentos``* (Tesis de pregrado), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. En el cual abordó la gestión de mantenimiento en los pavimentos en la ciudad de Valencia- España en donde se basa en seguir técnicas para mejorar la eficiencia de las administraciones municipales y públicas. Opta por un sistema de evaluación a partir de un indicador utilizando el método PCI lo que es conveniente para criterios técnicos, sociales y económicos. El diagnostico permitió determinar que el indicador utilizado es adecuado y eficiente en su aplicación de evaluación mediante valores obtenidos de condición del estado del pavimento a lo largo de su vida útil.

Este estudio es pertinente porque coopera a plantear mejor la metodología a emplear realizada en otro país conveniente en la realización de la técnica y por lo tanto es oportuno esta tesina relacionado a esta investigación.

- Otra investigación es realizada por Roca Pacheco, K (2016), “ *Validación de la metodología aplicada en las intervenciones tipo mantenimiento periódico y de rehabilitación sobre pavimentos flexibles realizadas en el distrito occidente del IDU en Bogotá D.C. ” (Tesis de maestría)*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Su objetivo fue estudiar y evaluar el pavimento en el sector occidental de la ciudad de Bogotá. Siendo así que utiliza la metodología PCI (ASTM D-6433-07) con ensayos de uso del deflectómetro. Esta investigación busca obtener resultados de evaluación y a través de esa experiencia comparar con países Latinoamericanos ya que tienen la similitud de la inspección a evaluar. Concluye que el presente trabajo se ajusta a un deterioro progresivo acorde el tiempo transcurrido desde su mantenimiento por lo tanto se denota que su causa es por el proceso constructivo. El antecedente contribuye para una mejor realización de la investigación tiene como importancia la comparación que hace respecto a la misma metodología empleada en otros países donde nos sirve de guía informativa para nuestro trabajo de inspección visual.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Características de Zona de Estudio

El desarrollo del proyecto se encuentra en la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Trujillo su estructura de pavimento es flexible y cuenta con dos carriles. Es una de las vías

principales de la ciudad pues es el paso a la central de Trujillo como al paso de la vía evitamiento. Además, tiene una recurrente circulación vehicular por servicios públicos, colectivos y particulares.

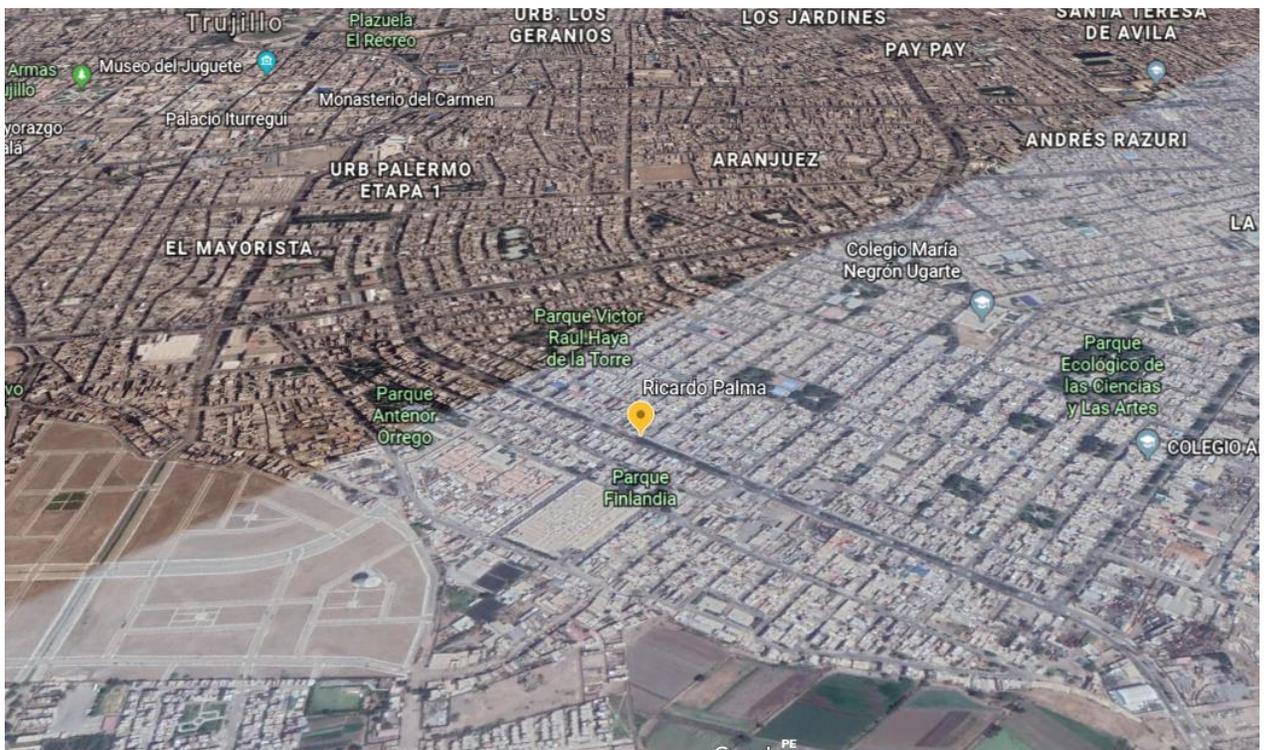
UBICACIÓN POLÍTICA

Departamento: La Libertad

Provincia: Trujillo

Ciudad: Trujillo

Fig. 1. Ubicación de la Av. Ricardo Palma en la ciudad de Trujillo



Fuente: Google Earth

2.2.2. Definición del pavimento

Según la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), para la ingeniería el pavimento es una estructura que se encuentra apoyado en la superficie del terreno llamado también en la subrasante. Vale decir que esta capa está preparada para soportar más capas de espesores de acuerdo a su diseño denominado paquete estructural tanto así que tiene un prolongado periodo de tiempo de diseño. (AASHTO,2002,p.4).

Es así que un pavimento es diseñado y construido para soportar cargas estáticas externas en su vida útil predeterminado, esto está formado por capas con espesores diferentes, así como también su calidad preparado para soportarlo, tiene como función principal proveer una superficie resistente a bajo a la acción de cargas, su desgaste y para su confort un suave deslizamiento.

2.2.3. Clasificación Del Pavimento

Como cualquier otro elemento parte de la construcción, el pavimento cuenta con una clasificación que depende según el material con el que se elabore, con la distribución de cargas recibidas en la carpeta de rodadura a la subrasante y otros factores de diseño.

2.2.4. Pavimentos Flexibles

También es llamado como pavimento asfáltico, está conformado por una capa o carpeta asfáltica en la superficie de rodadura así pues esta puede tener un espesor menor a 25mm o mayor a 75 mm dependiendo de la variedad de diseños, factores o circunstancias.

Seguidamente se encuentra las bases y sub bases consisten en un material granular compactado. (Sánchez, 2017, p.14)

Como principal ventaja resulta una economía asegurada en su construcción inicial por la utilización de materiales utilizables localmente. Así pues, que tiene un lapso de vida entre diez y quince años promedio, no obstante, tiene la desventaja de requerir conservación constante para cumplir con su servicio o función.

En nuestro enfoque de evaluación tendremos este caso de pavimento flexible para su desarrollo de la metodología a emplear.

2.2.5. Pavimento rígido

Usualmente también se le denomina pavimento hidráulico es así que se compone de losas de concreto hidráulico que incluye acero de refuerzo en algunas ocasiones dependiendo del diseño, esto es apoyado encima de la base o subbase y esto sobre la subrasante. (Hiliquín, 2016, p.25).

Este tipo de pavimento es considerado porque no permite deformaciones en las capas interiores. Sin embargo, tiene un costo más elevado contrario al pavimento flexible, no obstante, su periodo de diseño está entre 20 y 40 años. A diferencia del pavimento flexible su mantenimiento no es constante pues es mínimo y solo se basa en la restauración de juntas de las losas.

La losa, tiene un alto módulo de elasticidad y rigidez que impregna gran parte de esfuerzo que se ejercen; es decir, las cargas externas sobre el pavimento y esto produce una buena distribución de cargas respecto a la capa de rodadura, dando como rendimiento tensiones bajas en la subrasante.

2.2.6. Pavimento híbrido.

Este tercer tipo de pavimento híbrido es una combinación del pavimento flexible y rígido a esta conformación se le conoce como pavimento mixto, es la colocación de bloqueta de concreto en vez de la carpeta asfáltica. Tiene por finalidad restar la velocidad límite de los vehículos y mantenerse en su frecuente velocidad máxima de 60 Km/h. Se propone este tipo de pavimento en las zonas urbanas por seguridad y comodidad.

2.2.7. Etapas de los pavimentos

En general las etapas del pavimento bien siendo flexibles o rígidos consta de procesos constructivos diferentes y están sujetos al diseño establecido.

No obstante, se explicará en un contorno muy generalizado las etapas que comprenden estos pavimentos que están referidas a la construcción, rehabilitación y mantenimiento.

2.2.8. Diseño y construcción

En esta etapa tiene como base la investigación de campo, es decir, la búsqueda de la realización del proyecto además se recopila información de análisis de tráfico, la calidad de materiales a emplear y los otros puntos de diseño.

Para la obtención de los materiales es necesario verificar la calidad extraída de las canteras ya que es preciso realizar la evaluación de la subrasante, estas evaluaciones son realizadas con ensayos de laboratorio. Seguidamente se elabora el análisis de la resistencia del suelo donde se realizará esto con ensayos de CBR para saber que resistencia puede soportar.

Se incluye la investigación sobre el diseño de tráfico obteniendo por el ESAL en el caso de no contar con ello se realizan estimaciones necesarias con mucha prevención.

Luego de obtener toda la información ya mencionada se procede a desarrollar el diseño correspondiente. En el procedimiento de diseño consta en optar por una serie de combinaciones de espesores de capas y características de materiales para que permanezca

dentro de un límite de esfuerzos y deflexiones a las que se someterá la estructura y sea admisible durante su vida útil. Una vez demostrados todos los parámetros, se realiza la construcción del pavimento, correctamente estructurado.

2.2.9. Mantenimiento en los Pavimentos

Se tiene consideración tener presente que la estructura del pavimento sufrirá a medida del tiempo daños y deterioros inclusive cuando sea adecuadamente diseñados y construidos bajo normas y especificaciones.

El mantenimiento son las actividades o trabajos donde se operan acciones y cuidados de preservación rutinarios respecto al cuidado de la vía. En algunos casos nos son constantes se emplean periódicamente o por emergencias. Toda esta actividad para conseguir que la infraestructura vial permanezca en condiciones funcionales y de seguridad requerida, para la prolongación de asegurar la satisfacción del usuario.

Por efectos de razones operativas, el mantenimiento se subdivide en lo siguiente:

- **Rutinario:** Consta de operaciones y trabajos básicos constantes con el propósito de preservar y garantizar la condición superficial y funcional del pavimento dejando así que permanezca con su periodo de diseño.
- **Periódico:** consiste en restablecer las superficies con ciertos trabajos de tratamiento para sustentar la durabilidad de la mezcla asfáltica y precaver la aparición de grietas y fisuras. Esto se aplica cuando se mantiene en un buen estado. Los trabajos son de renovación que consiste en incluir una capa complementaria conocido como recapeo teniendo en cuenta que no se altera la estructura subyacente.

- **De emergencia:** se prolonga cuando un pavimento se encuentra en un estado deteriorado y ahí la necesidad para realizar su reconstrucción y rehabilitación. Donde hay un mejoramiento significativo de la vía.

2.2.10. Patologías del pavimento flexible

Los pavimentos es una estructura para la realización de un camino pues en general su uso es para la movilidad tanto vías urbanas como rurales. Y de ello prevalece una vital importancia respecto a una adecuada conservación con el objetivo de garantizar la seguridad en los conductores.

Es importante conocer el conjunto de daños que obstaculizan dar un buen servicio adecuado en la vía.

Las fallas en los pavimentos flexibles son las secuelas de varios factores como el aumento de tránsito, factores climáticos como la oxidación, la acumulación de agua por falta de drenaje, calidad de materiales y entre otras circunstancias.

Se dará a conocer las diferentes patologías existentes en los pavimentos, visibles en la capa de rodadura y cuáles son sus causas. Estas fallas presentadas lo describen igualmente el método de Índice de Condición del Pavimento.

2.2.11. Piel de cocodrilo

Son grietas de fatiga con una serie de grietas interconectadas se prolonga en la superficie debido a la repetida carga de vehículos, comienzan sientto grietas longitudinales paralelas que con el continuo desgaste se conectan las grietas que conforman unos polígonos y se denota un patrón en el pavimento que se asimila a una malla y por ello nace el nombre de piel de cocodrilo por su apariencia.

El agrietamiento tiene inicio en el fondo de la capa de rodadura o capa asfáltica donde la aplicación de esfuerzos presenta deformaciones uniformes. (Varela, 2006, p.10).

2.2.12. Exudación

Es provocada por el exceso de asfalto durante la mezcla u otra causa es el bajo contenido de vacíos. Además, en la época de calor el asfalto llena los vacíos lo que se expande en el pavimento.

Se suele considerar como una mala mezcla realizada. Pues este procedimiento no se reintegra en tiempos de frío.

2.2.13. Fisuras en bloque

Son pedazos rectangulares de pavimento originadas por grietas interconectadas. Esto puede variar de tamaño de 30 cm hasta 3 m. todo ello provocado por la contracción del concreto asfáltico. Esta representación ocurre en áreas de tránsito, ya que está bajo cargas constantemente.

2.2.14. Abultamientos y hundimientos

Son longitudes pequeñas en dirección hacia arriba y debajo de la superficie del pavimento, que desfigura el perfil de la estructura. No es producto de un mal proceso constructivo pues depende de factores como la expansión por congelación, acumulación y filtración de material en una de las fisuras en contacto con las cargas del tráfico. (Varela, 2006, p.16).

2.2.15. Corrugación

Es la secuencia de ondulaciones o también se podría decir la secuencia de ondas en el pavimento flexible. Esto se puede denotar donde hay mayor flujo de tráfico. Las causas son una mezcla inadecuada en la realización del pavimento flexible, además, la laminación inadecuada durante su proceso de construcción provoca estas ondulaciones. (Varela, 2006, p.18).

2.2.16. Depresión

Son áreas del pavimento donde ocurren asentamiento por parte de la subrasante o por un proceso incorrecto. En algunos casos son visibles cuando vemos que el agua se empoza después de la lluvia. Sus depresiones son hundimiento de alto nivel. (León, 2017, p.26).

2.2.17. Fisuras de borde

Son la representación de grietas paralelas respecto al borde del pavimento, se origina a causa del incremento de las cargas de tránsito debilitando la base o propiamente a causa del debilitamiento de la subrasante. Además, otro factor de causa son las condiciones expuestas a climas o por efecto de abrasivo de arena suelta por los bordes, que induce peladuras hasta la desintegración.

2.2.18. Fisuras longitudinales y transversales

Las fisuras longitudinales son paralelas al eje del pavimento usualmente sus causas son por fatiga es decir espesor de calzada insuficiente y otra posible por asentamiento diferenciales.

Las fisuras transversales tienen la orientación perpendicular respecto al pavimento sus posibles causas son la pérdida de erosión, al igual que la longitudinal se produce el fisuramiento por fatiga y pérdida de soporte por la erosión.

2.2.19. Baches

Es la descomposición de losa de concreto y forma una cavidad de bordes irregulares. Sus causas son por defectos de proceso constructivo, la retención o acumulación de agua en las zonas fisuradas, espesores del pavimento inestables o insuficientes y la acción abrasiva del tránsito provocando así todo ello los baches. (León, 2017, p.30).

2.2.20. Ahuellamiento

Es una depresión longitudinal representada en la superficie del pavimento es continua a lo largo de toda la trayectoria del vehículo, además, provoca levantamiento en el pavimento a los lados de la falla. Esta falla es causada por una pobre compactación en la estructura lo que origina inestabilidad de sus capas.

2.2.21. Hinchamiento

Es un abultamiento en la superficie del pavimento en forma de una onda longitudinal mayor a los 3 m que altera el perfil de la carretera. Su causa es la por el congelamiento de la subrasante o por suelos expansivos. (León, 2017, p.34).

2.2.22. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

En la superficie del pavimento se presenta desintegración por la pérdida de su ligante asfáltico lo que el agregado pétreo nos da resultado de agregado sueltos expansivos en el

pavimento. Su causa suele ser por el aumento de cargas de tráfico superado de su diseño vial, mezcla de una calidad baja referente a su ligante, uso de los materiales (agregados) sucios y por ablandamiento de la superficie. (Varela, 2006, p.40).

2.2.23. Método de evaluación índice de condición de pavimentos (PCI)

Con la finalidad de requerir un sistema de inspección en los pavimentos tipos flexibles y rígidos éste método se desarrolla en los años 1974 y 1976 en E.E.U.U. en el Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea por los autores M.Y. Shahin y S.D. Khon y se difunde en 1978. (Leguía,2016, p.39).

Esta metodología es completa respecto a su inspección para evaluar y graduar a los pavimentos flexibles y rígidos donde no se necesita instrumentos o herramientas alguna.

En su desarrollo el cálculo se argumenta por el producto de un inventario visual de su estado del pavimento en el que se asigna severidad, clase y tipos de fallas presentes.

Es así que el método se interesa en adquirir un índice integral estructural del pavimento y en la parte superficial su condición. Dándonos un valor numérico estadístico de su estado en que podamos encontrar para su respectivo tratamiento o reconstrucción.

Tiene un rango donde se asigna la condición integral del pavimento que deriva del ‘0’ para un estado malo y un valor de ‘100’ a un estado excelente del pavimento, así como se muestra en la siguiente tabla de manera descriptiva cualitativa de su condición. (Varela, 2006, p.2).

Fuente: Pavement Condition Index

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

Tabla 1. Escala de Clasificación del PCI

2.2.24. Procedimiento De Evaluación De La Condición Del Pavimento

Es la base de una primera etapa pues consiste en el trabajo de campo donde se llega a la zona de verificación y se registra los daños en el pavimento teniendo en cuenta que tipo es para poder aplicar la clase, nivel de severidad y extensión de los mismos. Todo ello registrado en formatos o plantilla para la recopilación de la inspección como se muestra en la siguiente Figura 2.

Fuente: Pavement Condition Index

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

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

Fig. 2: Formato de Índice de condición con Superficie Asfáltica

2.2.25. Unidad de muestreo

Para la unidad de muestro comenzamos a dividir en secciones la vía. Según el manual tiene guías diferentes respecto a pavimentos flexibles o rígidos, en nuestro caso siendo de la av. Ricardo Palma es un pavimento rígido que por lo tanto mencionaremos que el área de la unidad está de acuerdo a la siguiente tabla 2.

Fuente: Pavement Condition Index

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

Tabla 2. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfáltica

2.2.26. Determinación de las Unidades de Muestreo para

Evaluación

Para la elaboración de este proyecto el manual nos dice que para el número mínimo de muestreos se obtiene de una ecuación para evaluar el promedio requerido la cual produce un estimado de su confiabilidad.

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

Donde:

n: Es el n° mínimo de las unidades de muestro a evaluarse

N: n° total de unidades de muestreo en toda la longitud del pavimento

e: Error admisible estimado del PCI de la sección (e=5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades de muestreo

Se tiene en cuenta que número mínimo de las unidades de muestreo a evaluar sea menor que cinco ($n < 5$), se cumple que todas las unidades respectivamente deberán evaluarse.

2.2.27. Selección de la Unidades de Muestreo para Inspección

Para la elección de las unidades de muestreo se recomienda que sean espaciadas a lo largo de la sección del pavimento y de ello elegir al azar en forma aleatoria de la siguiente manera en la que propone el manual:

- En el desarrollo el intervalo de unidad de muestreo es mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

N= n° total de las unidades de muestreo libre

n= n° mínimo de muestras a justipreciar

i = intervalo de muestreo, (redondear al número entero inferior, por ejemplo, 4.8 = 4)

- Selección al azar entre las unidades de muestreo.

Ejemplo explicativo, se comienza escogiendo de la unidad de muestreo entre la unidad 1 y 3. Si se escoge la unidad 2 luego con teniendo un intervalo de muestreo 4. Se procede a los siguiente: (i) es igual a 4 entonces las subsiguientes unidades a escoger son 2,6,10,14,18, etc.

2.2.28. Cálculo Del PCI De Las Unidades De Muestreo

Al realizar la inspección completa en campo y registrar la información de daños se procede a calcular el PCI donde se basa en los Valores Deducidos de cada daño reportado. Es así que se presenta para el cálculo de pavimento con capa de rodadura asfáltica y capa de cemento portland, en este caso solo describiremos respecto al pavimento flexible.

Etapas 1: Calculo de los Valores Deducidos

- Hacer una sumatoria total de cada tipo de daño registrado por el área o longitud.
- Dividir la cantidad de cada tipo de daño respecto al nivel de severidad entre el área total de todas las unidades de muestra y expresar el resultado en porcentaje. Es así que obtenemos la DENSIDAD del daño.
- Precisar el VALOR REDUCIDO para el tipo de daño y nivel de severidad en los gráficos de curvas llamadas “*Valor Deducido del Daño*” que se especifica en el Anexo A.

Etapas 2: Calculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos “m”

- Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la *Etapas 4*. (Vásquez, 2002, p. 6)
- Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación.

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

Donde:

m : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

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

- El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan. (Vásquez, 2002, p. 7)

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determinar el nº de valores deducidos ‘ q ’ siendo mayores que el número 2.
- Precisar el “Valor Deducido Total” asiendo la suma total de los valores deducidos individuales.
- Obtener el CDV con el ‘ q ’ y de igual manera con el “Valor Deducido Total” de la curva de corrección respecto al tipo de falla.
- Reducir a el valor 2 a los “Valores Deducidos” individuales donde sea mayor que 2.0 y repetir nuevamente la etapa 3 hasta que ‘ q ’ sea igual a 1.
- El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Calcular el PCI de la unidad de muestreo restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3. (Vásquez, 2002, p. 7).

Fuente: Pavement Condition Index

PAVEMENT CODITION INDEX												
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO												
Nº	Valores Deducidos									Total	q	CDV

Fig. 3: Formato para la obtención del máximo valor reducido corregido

2.2.29. Cálculo Del PCI De Una Sección De Pavimento

Respecto al cálculo si se utilizó de manera adicional unidades de muestreo y otra técnica para su obtención de esta se usa un promedio ponderado mediante la siguiente formula:

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

Donde:

PCI_S = PCI de la sección del pavimento

PCI_R = PCI del promedio sobre las unidades de muestra aleatorias

PCI_A = PCI del promedio de la unidad de muestra adicional

N= nº total de las unidades de muestra en la sección

A= nº adicional de las unidades de muestra inspeccionada.

2.2.30. Daños en la superficie de concreto asfaltico según el manual PCI

En el tipo de falla el manual considera 19 tipos en las cuales ya habíamos mencionado por lo cual mostraremos el nivel de severidad y su recurrente reparación.

PIEL DE COCODRILO				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Se presentan grietas finas de manera longitudinal de forma paralela e interconectada en el pavimento. Las grietas no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.	Se miden en metros/pies cuadrados de área afectada. Si se denota daño radical se debe registrar de manera fácil separadamente.	L	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.
M (Medium: Medio):	Se presenta grietas de piel de cocodrilo nivel L, con patrones de agrietamiento incluido el descascarimiento.		M	Parqueo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción
H (High: Alto):	Patron de grietas evolucionadas donde se presenta pedazos bien definidos siendo así que se pueden mover durante el tránsito.		H	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

EXUDACIÓN				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Se denota un grado ligero durante unos días del año. El asfalto no se pega en zapatos o en vehículos.	Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.	L	No se realiza nada
M (Medium: Medio):	Se denota que ha ocurrido hasta el punto donde el asfalto se pega en los zapatos y vehículos durante unas pocas semanas del año.		M	Se aplica arena / agregados y cilindrado.
H (High: Alto):	Ocurre de forma extensa y gran cantidad denotable de asfalto donde están incluidos ambos niveles de severidad.		H	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).

ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS).				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.	Se mide en pies lineales o metros. Se se denota un patrón perpendicular en la dirección del flujo del tránsito y se encuentran espaciados cada 3 m. Si el abultamiento tiene combinación con una grieta, ésta también se registra.	L	No se realiza nada
M (Medium: Medio):	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.		M	Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
H (High: Alto):	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.		H	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

CORRUGACIÓN				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.	Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.	L	No se realiza nada
M (Medium: Medio):	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.		M	Reconstrucción.
H (High: Alto):	Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.		H	Reconstrucción.

DEPRESIÓN				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Por su máxima depresión entres el rango: 13.0 a 25.0 mm.	Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.	L	No se realiza nada
M (Medium: Medio):	Por su máxima depresión entres el rango: 25.0 a 51.0 mm.		M	Parqueo superficial, parcial o profundo.
H (High: Alto):	Por su máxima depresión entres el rango: Más de 51.0 mm.		H	Parqueo superficial, parcial o profundo.

GRIETA DE BORDE				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.	La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).	L	No se realiza nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
M (Medium: Medio):	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.		M	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.
H (High: Alto):	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.		H	Parqueo parcial – profundo.

GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND)				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Se presenta las siguientes condiciones: Manual PCI-24: 1. Grieta sin relleno de ancho menos que 10.0 mm, o 2. Grieta rellena de cualquier ancho.	La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.	L	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
M (Medium: Medio):	Se presenta las siguientes condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho entre que 10.0 mm y 76 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. 3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.		M	Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
H (High: Alto):	Se presenta las siguientes condiciones: 1. Cualquier grieta rellenarodeada de un agrietamiento aleatorio medio. 2. Grieta sin relleno a mas de 76 mm. 3. Grieta de cualquier ancho en mayor prolongacion alrededor del pavimento fracturadas.		H	Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

DESNIVEL CARRIL / BERMA.				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.	El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).	L	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
M (Medium: Medio):	La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.		M	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
H (High: Alto):	La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.		H	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.

GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (NO SON DE REFLEXIÓN DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND).				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Se presentan: 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm 2. Grieta rellena de cualquier ancho.	Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo Nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.	L	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm
M (Medium: Medio):	Se presentan las siguientes condiciones: 1. Grietas sin relleno de ancho 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada de grietas aleatorias pequeñas. 3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.		M	Sellado de grietas.
H (High: Alto):	Se presenta las condiciones: 1. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.		H	Sellado de grietas. Parcheo parcial.

PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.	Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un sólo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m ² puede tener 0.9 m ² de severidad media y 1.35 m ² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente.	L	No se hace nada.
M (Medium: Medio):	El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.		M	No se hace nada. Sustitución del parche.
H (High: Alto):	El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.		H	Sustitución del parche.

PULIMENTO DE AGREGADOS				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.	Se mide en pies cuadrados (6 metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.	L	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
M (Medium: Medio):			M	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.
H (High: Alto):			H	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.

HUECOS				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.	Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.	L	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
M (Medium: Medio):	Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies ² (0.47 m ²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la		M	Parcheo parcial o profundo.
H (High: Alto):	profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.		H	Parcheo profundo.

CRUCE DE VÍA FÉRREA.				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.	El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.	L	No se hace nada.
M (Medium: Medio):	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.		M	Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
H (High: Alto):	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.		H	Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

AHUELLAMIENTO				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	En profundidad: 6.0 a 13.0 mm.	El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.	L	No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.
M (Medium: Medio):	En profundidad: >13.0 mm a 25.0 mm.		M	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
H (High: Alto):	En profundidad: > 25.0 mm.		H	Parqueo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

DESPLAZAMIENTO				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.	Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.	L	No se hace nada. Fresado.
M (Medium: Medio):	El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.		M	Fresado. Parqueo parcial o profundo.
H (High: Alto):	El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.		H	Fresado. Parqueo parcial o profundo.

GRIETAS PARABÓLICAS (SLIPPAGE)				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
<i>L (Low: Bajo)</i>	Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.	El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.	<i>L</i>	No se hace nada. Parcheo parcial.
<i>M (Medium: Medio):</i>	Existe una de las siguientes condiciones: Manual PCI – 41 1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.		<i>M</i>	Parcheo parcial.
<i>H (High: Alto):</i>	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.		<i>H</i>	Parcheo parcial.

HINCHAMIENTO				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
<i>L (Low: Bajo)</i>	El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.	El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.	<i>L</i>	No se hace nada.
<i>M (Medium: Medio):</i>	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.		<i>M</i>	No se hace nada. Reconstrucción.
<i>H (High: Alto):</i>	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.		<i>H</i>	Reconstrucción

METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
NIVEL DE SEVERIDAD		MEDIDA	OPCIONES DE REPARACIÓN	
L (Low: Bajo)	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.	La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.	L	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
M (Medium: Medio):	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.		M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
H (High: Alto):	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.		H	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

2.3.Marco conceptual

1. ESAL: (Equivalent Single Axle Load) es el diseño proyectado relacionado con el volumen de tránsito del carril teniendo un parámetro para la estructura del pavimento. Que consta de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el desarrollo de cálculos ya que esto está compuesto por vehículos de diferente peso y numero de ejes.
2. Capa de rodadura: es la capa superior del pavimento que está compuesto por mezclas bituminosas. Donde soporta las cargas del tráfico e impide la penetración de agua protegiendo así a las capas interiores parte de la estructura del pavimento.
3. Capa Base del Pavimento: esta capa es la mezcla de agregados grueso y resistentes de grava y piedras acompañado de arena natural cumpliéndose con un índice plástico en el $CBR \geq 80 \%$. Se encuentra bajo la capa de rodadura del pavimento asfáltico.
4. Capa Sub base del Pavimento: son de material granular que se encuentra sobre la subrasante y debajo de la capa base. Es la capa de apoyo para la base de pavimentos asfálticos.
5. Capa Sub rasante del Pavimento: es la parte del suelo que nos sirve para la fundación de todo el paquete estructural del pavimento. Constituyéndose de una clasificación de suelos respecto a su plasticidad y resistencia al corte.
6. Módulo de Elasticidad: Está relacionado con el parámetro que indica su rigidez y que resistencia tendrá respecto a sus cargas que intervienen en la losa del pavimento. De acuerdo a la tensión y la deformación.
7. CBR: Con sus siglas en inglés California Bearing Ratio, es un ensayo en laboratorio de soporte que mide la resistencia aplicando esfuerzo cortante de un suelo para así

evaluar la calidad del terreno bajo condiciones de humedad optima y densidad, y sea válido para la subrasante, sub base y base en la estructura del pavimento.

8. **Asfalto:** Es la mezcla de compactación con hidrocarburos y minerales entre sus propiedades físicas están la viscosidad y su pegajosidad denotado con un color negro destacado. Interviene como aglomerante en las mezclas asfáltica para pavimentos ya que es capaz de favorecer al tránsito.
9. **Fisuramiento:** son las roturas en las superficies del pavimento generadas por tensiones térmicas o hidráulicas que se manifiesta y desarrolla a través del tiempo. Como otro factor desfavorable afecta las condiciones ambientales. Es decir, un enemigo que reduce la vida útil del pavimento.
10. **Método VIZIR:** Es un método francés que califica la condición superficial del pavimento flexible. A diferencia del PCI se le puede distinguir por su sistema de clasificación de dos tipos de daños las cuales son Tipo A y B. donde el Tipo A asocia daños estructurales en el pavimento y en el Tipo B asocia a sus funciones estructurales. Como conclusión determina un (IS) Índice de deterioro superficial sectorizando tramos de vías por áreas.

2.4.Hipótesis

La aplicación de la metodología PCI mostrará un estado de conservación regular del pavimento flexible de la Av. Ricardo Palma provincia de Trujillo según la evaluación.

2.5. Variables. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Método Pavement Condition Index	Es un método de evaluación superficial del pavimento mediante una calificación de índices de condición respecto al tipo de fallas presentadas.	Índice de condición	Cálculo del valor deducido
			Determinar el número máximo admisible de valor deducido
			Cálculo del máximo valor deducido corregido
		Patologías en pavimentos flexibles	Tipos de fallas
		Nivel de severidad	Alto
Medio			
Bajo			
Estado de conservación del pavimento flexible	Proceso realizado in situ que permite conocer la condición de los pavimentos.	Evaluación liminar	Determinar el PCI
		Evaluación prolija	Identificar el rango de clasificación PCI

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Población

Para la presente investigación la población estará dado por los pavimentos de la ciudad de Trujillo.

3.1.2. Marco Muestral

Esta investigación se desarrolla en ciudad de Trujillo del departamento de La Libertad. Su localización exacta de la avenida Ricardo Palma se encuentra entre la intersección de la avenida Cesar Vallejo hasta Laredo-Samne como se muestra en la figura 4.

Fuente: Google Maps

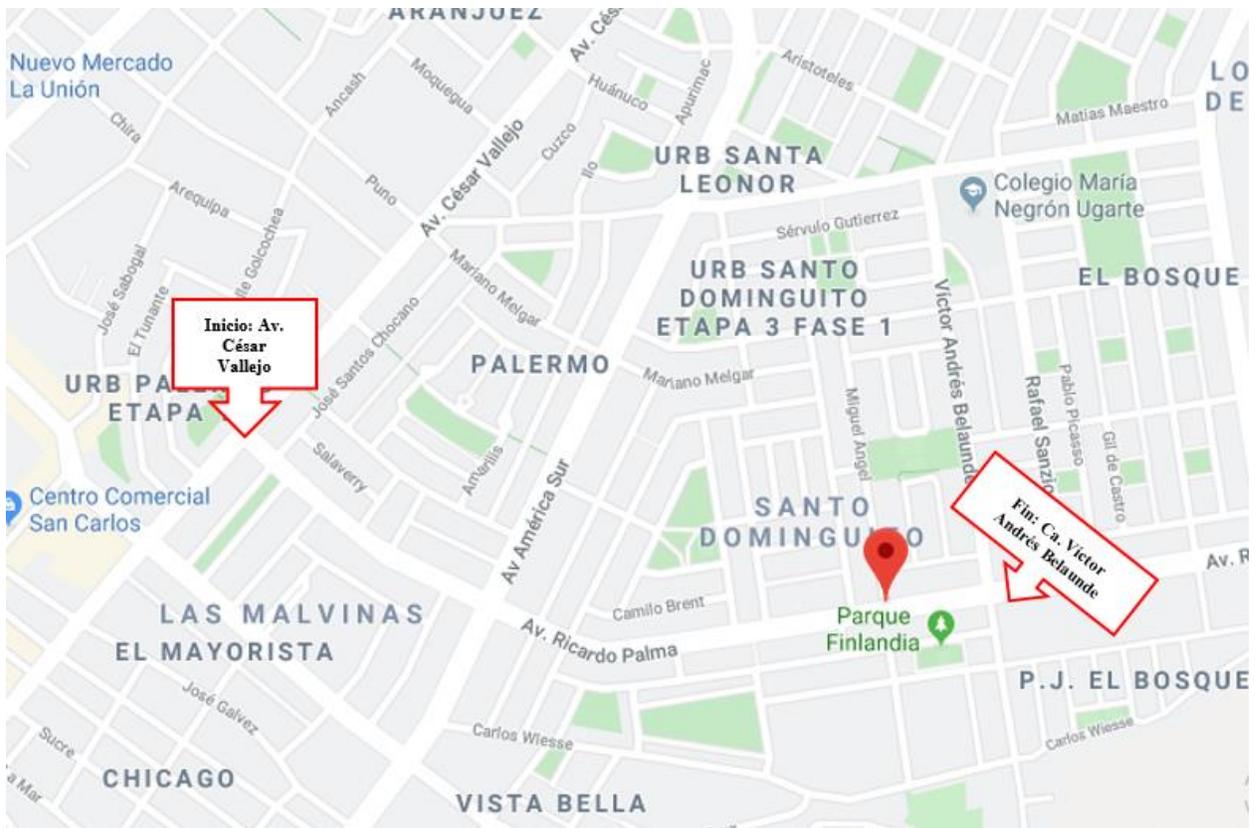


Fig. 4: Ubicación de la Av. Ricardo Palma en la ciudad de Trujillo

3.1.3. Unidad de Análisis

Avenida Ricardo Palma, de la Urbanización Santo Dominguito, del Distrito de Trujillo.

Fuente: Google Earth

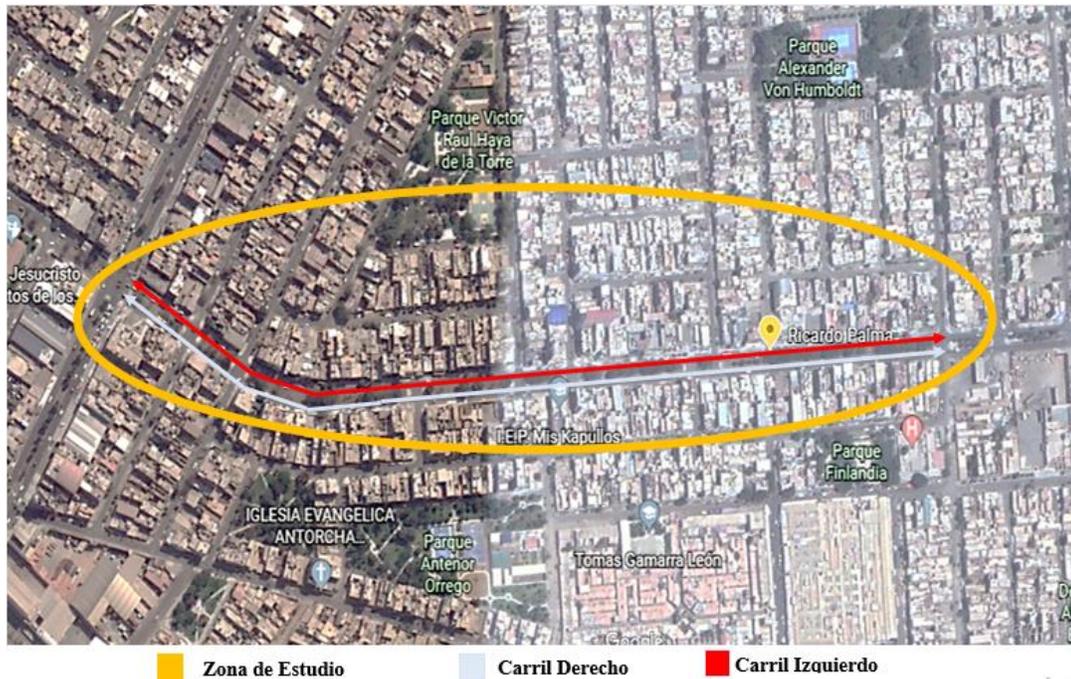


Fig. 5: Tramo de estudio

3.1.4. Muestra

La muestra de estudio es la Av. Ricardo Palma entre la intersección de la avenida César Vallejo y calle Víctor Andrés Belaunde.

3.2. Métodos

3.2.1. Diseño de contrastación

El tipo de estudio de investigación es experimental, siendo el objetivo del presente proyecto determinar el estado superficial del proyecto utilizando técnicas de evaluación en su desarrollo y con una metodología completa.

El diseño de contrastación de hipótesis, es válido por su aporte y su consistencia científica referentes a otros estudios evaluados.

3.2.2. Técnica e instrumentos de colecta de datos

Como técnica de evaluación inicial a través de auscultación se realizó recorrido personal por todo el tramo de la avenida para que finalmente detallemos la obtención de datos acerca del empleo de la metodología PCI.

1. Técnica de Gabinete: para la recopilación de información permitió desarrollar el marco teórico de la investigación donde se utilizó el método PCI según su procedimiento y con apuntes de una libreta de campo.
2. Técnicas de campo: para la obtención de la información nos basamos en la observación y en forma analítica para adquirir el análisis del pavimento.
3. Hoja de Registro: con el fin de anotar en forma precisa y ordenado la colecta de datos como sugerencia del manual PCI y facilitarse con la determinación de condiciones sobre la superficie del pavimento flexible.
4. Fotografías: con el objeto de conseguir detalladamente imágenes críticas y directas de su estado de conservación actual del pavimento.

3.2.3. Procesamiento y análisis de datos

Para el desarrollo de esta metodología vamos a considerar dos etapas para su inspección y procesamiento bajo la guía del Manual Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos.

Para el procesamiento de la ejecución se realizó las guías del Manual PCI mediante la hoja de cálculo según la metodología. El análisis y reporte de datos se presentará en cuadros estructurados mediante el programa Excel de datos numéricos con los gráficos de tipo de fallas según el nivel de severidad.

PRIMERA ETAPA

1. Identificar el tramo de estudio

El tramo a analizar es la Avenida Ricardo Palma siendo un pavimento flexible que cuenta con 1260.74 metros lineales con intersecciones de la avenida Cesar Vallejo y la calle Víctor Andrés Belaunde.

Fuente: Google Earth

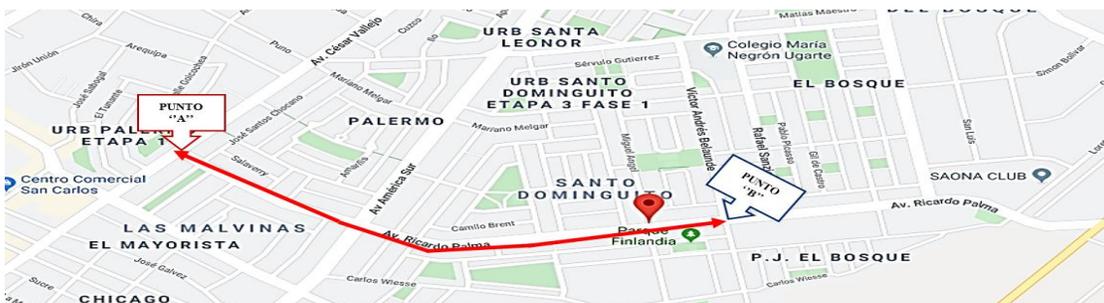


Fig. 6. Zona de Estudio

PUNTO DONDE INICIA (A): Entre la intersección Av. Cesar Vallejo.

PUNTO DONDE TERMINA (B): Entre la intersección de la calle Víctor Andrés Belaunde.

2. Identificación de los daños

Corresponde en realizar el trabajo en campo para registrar los tipos de daños encontrados según su clase y nivel de severidad.

Esta información se registra en el siguiente formato:

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.						
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR			FECHA			
<input type="text"/>			<input type="text"/>			
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Luego representamos en un plano las fallas encontradas de la siguiente manera:

Fuente: Propia

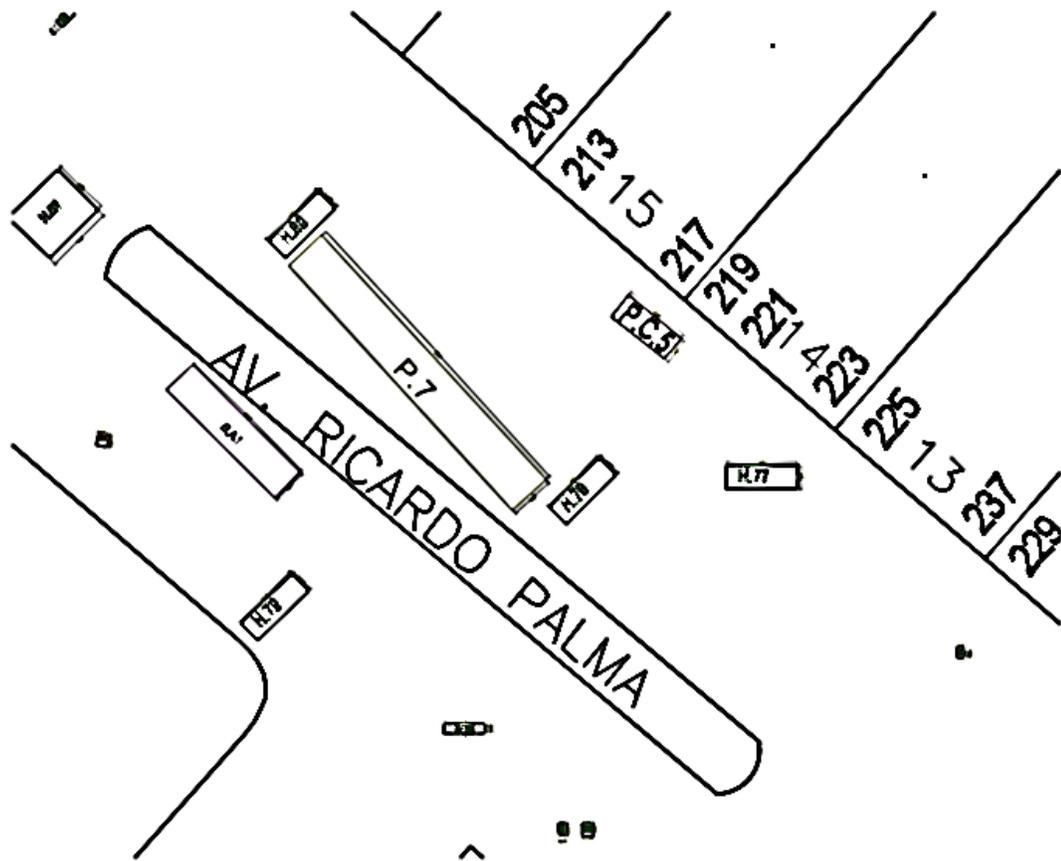


Fig. 7. Representación de Fallas en Plano

3. Unidad de Muestreo

La vía se divide en unidades de muestra cuyas dimensiones depende de la capa de rodadura, en este caso siendo de capa asfáltica en manual nos da la siguiente relación de longitud de ancho de calzada para escoger las unidades de muestra:

Tabla 3. Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas

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

El ancho de calzada de la Av. Ricardo Palma es de 5.50 m por lo tanto, de acuerdo a la relación de la tabla corresponde a una longitud de 41.8 m en unidades de muestreo teniendo un área de 229.9 m^2 .

Es así que en toda la vía tendremos unidades de muestra cada 41.8 m como se muestra en la siguiente figura:

Fuente: Propia

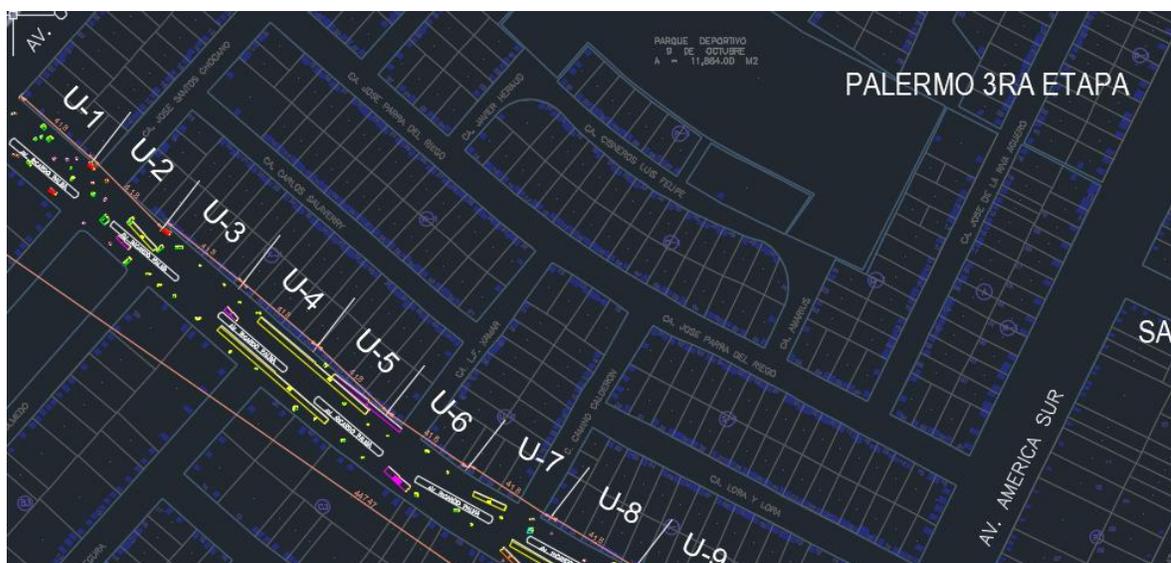


Fig. 8. Representación de las Unidades de Muestra cada 41.8 m

Es toda la vía cada 41.8 m de unidades se obtuvo 30 unidades de muestreo para la avenida Ricardo Palma.

4. Determinación del mínimo de las Unidades de Muestreo

El manual PCI nos sugiere que de no ser posible inspeccionar todas las unidades apliquemos la siguiente ecuación donde obtendremos muestras aleatorias.

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

Donde:

n: número mínimo de unidad de muestreo a obtener para la evaluación

N: es el número total de las unidades de muestra obtenidas en toda la vía en este caso de la Av. Ricardo Palma

e: es el Error admisible estimado en el manual del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. Para pavimento asfáltico se asume 10.

Tenemos en cuenta que el resultado de 'n' es menor que cinco se deberá evaluar todas las unidades de muestra.

Reemplazando:

$$n = \frac{30 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (30 - 1) + 10^2} = 10$$

5. Selección de las Unidades de Muestra para la Inspección

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

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

Reemplazando:

$$i = \frac{30}{11} = 3$$

b) Las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serán 3,6,9,12,15,18,21,24,27 y 30.

Fuente: Propia

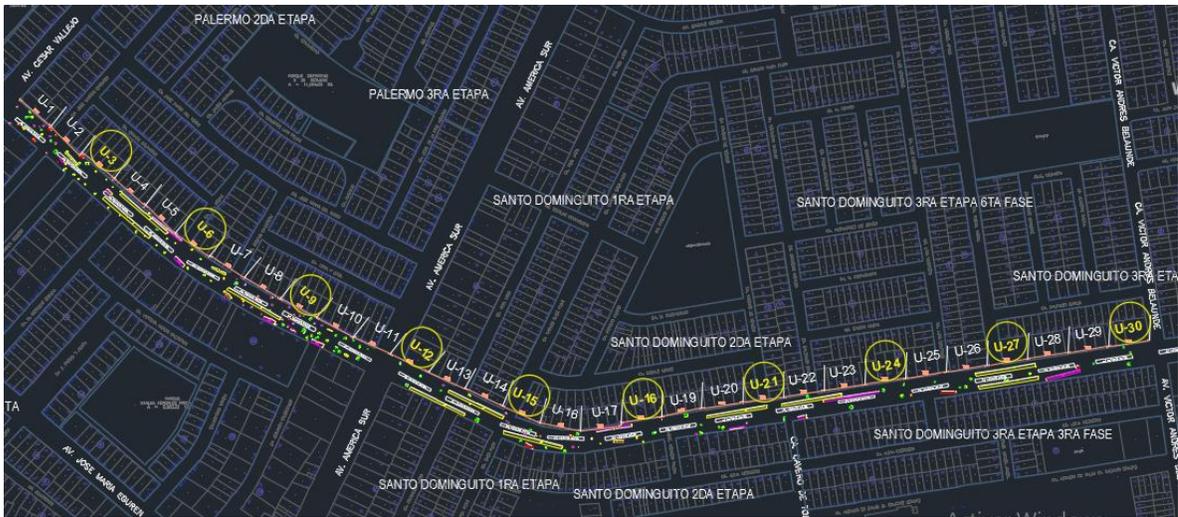


Fig. 9. Unidades de Muestreo a Inspeccionar - 3,6,9,12,15,18,21,24,27 y 30.

5. Determinación del PCI de la unidad de muestra

- Hacer la sumatoria total de cada tipo de falla encontrada según por su nivel de severidad y registrar la información en "Total de Severidades". Se debe tener en cuenta que las cantidades deben ser en metro lineal o cuadrado.
- La columna total de severidades se dividirá entre el área total de la unidad de muestra en este caso $A = 229.9 \text{ m}^2$ y multiplicar el valor resultante por 100 para obtener la densidad porcentual.

- Determinar el valor deducido (DV) para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad utilizando las curvas de valor deducido de fallas que se encuentran en el anexo. Determinar el máximo valor deducido corregido (CDV), mediante los siguientes pasos:

Crear una lista de valores deducidos individuales en orden descendente.

Determinar el número de deducciones permisibles, “m” empleando la siguiente formula:

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

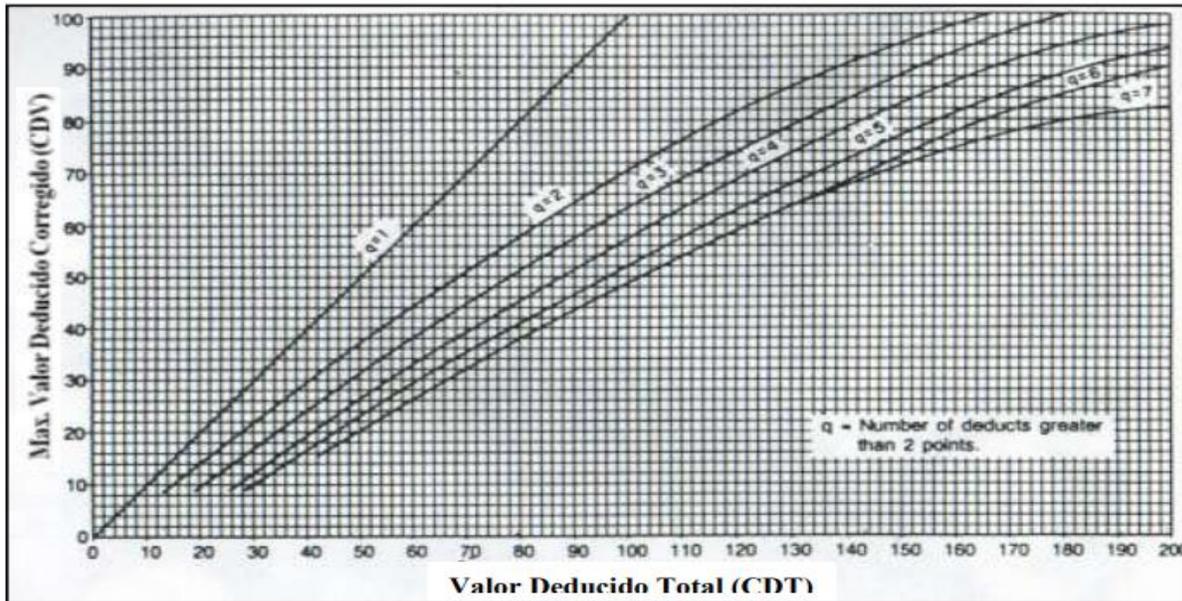
Dónde:

m = número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

Máx.VD = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

- Determinar “q” como el número de valores deducidos mayores a 2. Y hallar con el siguiente gráfico.

Curvas de Corrección



Corrección del Valor Deducido para pavimentos asfálticos

- Calcular el PCI restándole a 100 el máximo CDV

6. Determinar las fallas, cuantificando el nivel de severidad y registrando la información en su respectivo formato.

NIVEL DE SEVERIDAD

Fig. 10. Análisis de la muestra 3



En la muestra 3 se presenta hueco. Con profundidad de 0.04 m y diámetro de 25.00 cm

Según la tabla para Huecos:

Profundidad máxima del Huevo.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
M =	Parcheo parcial o profundo.
H =	Parcheo profundo.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta un tipo de falla Huevo con nivel de severidad medio por lo cual su opción de reparación es parcheo parcial o profundo.

Fig.11. Análisis de la muestra 3



En la muestra 3 se presenta huevo. Con profundidad de 0.1 m y diámetro de 40.00 cm

Profundidad máxima del Hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
M =	Parcheo parcial o profundo.
H =	Parcheo profundo.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta un tipo de falla Hueco con nivel de severidad medio por lo cual su opción de reparación es parcheo parcial o profundo.

Fig. 12. Análisis de la muestra 6



En la muestra 6 se presenta hueco. Con profundidad de 0.08 m y diámetro de 35.00 cm

Profundidad máxima del Hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
M =	Parcheo parcial o profundo.
H =	Parcheo profundo.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta un tipo de falla Hueco con nivel de severidad medio por lo cual su opción de reparación es parcheo parcial o profundo.

Fig. 13. Análisis de la muestra 6



En la muestra 6 se presenta desprendimiento de agregado. Con una longitud de 1.70 m

Nivel de severidad:

Su nivel de severidad es medio ya ha perdido el ligante.

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento Superficial.
M =	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
H =	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje.Reconstrucción.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta desprendimiento de agregado teniendo un nivel de severidad Medio que por lo tanto su opción de reparación es sello superficial.

Fig. 14. Análisis de la muestra 9



En la muestra 9 se presenta desprendimiento de agregado. Con una longitud de 1.40 m

Nivel de severidad:

Su nivel de severidad es medio ya ha perdido el ligante.

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento Superficial.
M =	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
H =	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje.Reconstrucción.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta desprendimiento de agregado teniendo un nivel de severidad Medio que por lo tanto su opción de reparación es sello superficial.

Fig. 15. Análisis de la muestra 9



En la muestra 9 se presenta Parcheo.

Nivel de severidad:

Su nivel de severidad es bajo ya que se encuentra en buena condición

OPCIÓN DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada.
M =	No se hace nada. Sustitución del parche.
H =	Sustitución del parche.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta tipo de falla Parcheo con un nivel de severidad bajo por lo que su opción de reparación nos dice que no se hace nada.

Fig. 16. Análisis de la muestra 12



En la muestra 12 se presenta hueco. Con profundidad de 0.05 m y diámetro de 45.00 cm

Profundidad máxima del Hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
M =	Parcheo parcial o profundo.
H =	Parcheo profundo.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta un tipo de falla Hueco con nivel de severidad medio por lo cual su opción de reparación es parcheo parcial o profundo.

Fig. 17. Análisis de la muestra 15



En la muestra 15 se presenta grietas longitudinales. Con un ancho de grieta sin relleno de 3 cm.

Su nivel de severidad es medio ya que se encuentra en el rango de 10.0 mm a 76.0 mm en su ancho de grieta sin relleno.

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
M =	Sellado de grietas.
H =	Sellado de grietas. Parcheo parcial.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta tipo de falla Grieta longitudinal con un nivel de severidad medio con la opción de reparación de sellado de grietas.

Fig. 18. Análisis de la muestra 15



En la muestra 15 se presenta piel de cocodrilo.

Su nivel de severidad es medio pues presenta un patrón o red de grietas ligeras sin rotura.

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada.
M =	Parqueo parcial o en toda la profundidad. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
H =	Parqueo parcial o Full Depth.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta tipo de falla Piel de Cocodrilo con un nivel de severidad medio con la opción de reparación es parqueo superficial.

Fig. 19. Análisis de la muestra 18



En la muestra 18 se presenta depresión. Tiene una profundidad de 1 cm.

Su nivel de severidad es bajo ya que se encuentra en un rango de 13.0 a 25.0 mm.

OPCIONES DE REPARACIÓN	
L =	No se hace nada.
M =	Parqueo superficial, parcial o profundo.
H =	Parqueo superficial, parcial o profundo.

Conclusión:

La unidad de muestra presenta tipo de falla Depresión con un nivel de severidad bajo sin reparación.

SEGUNDA ETAPA

Llenamos el registro en una hoja de cálculo sobre las dimensiones del tipo de fallas por unidad de muestras.

Tabla 4. Dimensiones del tipo de falla por muestras

PIEL DE COCODRILO					
MUESTRA	CÓDIGO	X (m)	Y (m)	ÁREA (m2)	SUBTOTAL
M-15	P.C.6	2.6	0.5	1.3	17.3
	P.C.7	8	2	16	
M-24	P.C.10	15	2	30	30
M-30	P.C.11	3	2	6	6

HUECOS						
MUESTRA	CÓDIGO	X (m)	Y (m)	Z (m)	ÁREA (m2)	SUBTOTAL
M-3	H.69	0.3	0.2	0.045	0.06	34.765
	H.70	0.2	0.7	0.05	0.14	
	H.71	0.8	0.4	0.064	0.32	
	H.72	0.7	0.9	0.05	0.63	
	H.73	0.8	30	0.065	24	
	H.74	0.5	0.6	0.058	0.3	
	H.75	0.5	0.35	0.054	0.175	
	H.76	0.3	0.4	0.08	0.12	
	H.77	1.8	1.1	0.07	1.98	
	H.78	3.2	1.1	0.08	3.52	
	H.79	3.2	1.1	0.09	3.52	
M-6	H.54	0.6	0.5	0.07	0.3	0.3
	H.55	1.1	1	0.07	1.1	
	H.56	0.7	0.8	0.08	0.56	
	H.57	0.3	0.6	0.09	0.18	
	H.58	0.47	1.1	0.1	0.517	
M-9	H.20	3.1	2.6	0.09	8.06	2.357
	H.21	2.5	1	0.078	2.5	
	H.22	2	0.5	0.65	1	
	H.23	0.28	0.4	0.04	0.112	
	H.24	0.3	0.3	0.053	0.09	
	H.25	0.45	0.5	0.045	0.225	
	H.26	1.1	1.1	0.08	1.21	
	H.27	0.4	0.5	0.09	0.2	
	H.28	0.4	0.4	0.064	0.16	
	H.29	0.4	0.5	0.05	0.2	
	H.30	0.3	0.8	0.065	0.24	
	H.31	0.7	0.8	0.09	0.56	
	H.32	0.9	0.7	0.1	0.63	
	H.33	0.4	0.51	0.09	0.204	
	H.34	0.28	0.4	0.078	0.112	
	H.35	0.5	0.45	0.65	0.225	
	H.36	0.3	0.3	0.08	0.09	
	H.37	0.9	0.7	0.075	0.63	
H.38	1	1.4	0.085	1.4		
H.39	0.26	0.8	0.076	0.208		
M-12	H.99	2	0.5	0.063	1	11.987
	H.100	2	2.03	0.09	4.06	
	H.101	1.5	1	0.65	1.5	
M-15	H.107	0.4	0.4	0.09	0.16	3.86
	H.108	0.3	0.3	0.85	0.09	
	H.109	0.5	1	0.75	0.5	
	H.110	1	1.4	0.85	1.4	
	H.111	0.5	1	0.07	0.5	
	H.112	1.1	1.1	0.065	1.21	
M-18	H.122	2.1	0.8	0.058	1.68	6.04
	H.123	0.6	0.5	0.09	0.3	
	H.124	2	2.03	0.078	4.06	
M-24	H.134	2	2.03	0.65	4.06	9.12
	H.135	2.3	2	0.05	4.6	
	H.136	2.3	0.2	0.08	0.46	
M-27	H.141	0.9	0.8	0.09	0.72	4.2
	H.142	0.8	0.5	0.1	0.4	
	H.143	2.2	1.4	0.085	3.08	
M-30	H.144	2.3	2	0.09	4.6	6.27
	H.145	1.1	1.1	0.85	1.21	
	H.146	2.3	0.2	0.75	0.46	

PARCHES					
MUESTRA	CÓDIGO	X (m)	Y (m)	ÁREA (m2)	SUBTOTAL
M-3	P.7	2	15	30	195.35
	P.5	2.5	61.1	152.75	
	P.6	6	2.1	12.6	
M-12	P.8	2.55	75.78	193.239	366.1695
	P.9	2.49	69.45	172.9305	
M-15	P.10	2.5	61.1	152.75	152.75
M-21	P.11	2.5	61.1	152.75	349.686
	P.12	2.39	82.4	196.936	
M-27	P.13	2.51	99.36	249.3936	402.1436
	P.14	2.5	61.1	152.75	

DEPRESIÓN					
MUESTRA	CÓDIGO	X (m)	Y (m)	ÁREA (m2)	SUBTOTAL
M-9	D.1	1.85	6.28	11.618	11.618
M-18	D.2	1.85	10.05	18.5925	18.5925

DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO					
MUESTRA	CÓDIGO	X (m)	Y (m)	ÁREA (m2)	SUBTOTAL
M-6	D.A.3	1.79	37.16	66.5164	101.5164
	D.A.4	2.8	12.5	35	
M-9	D.A.4	2.8	12.5	35	35
M-24	D.A.9	2.15	57.1	122.765	122.765

GRIETAS LONGITUDINALES					
MUESTRA	CÓDIGO	X (m)	Y (m)	ÁREA (m2)	SUBTOTAL
M-15	G.L.4	1.85	6.28	11.618	11.618
M-21	G.L.6	1.85	10.05	18.5925	18.5925

Hacer el mismo procedimiento para cada unidad de muestreo en la inspección.

IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de Resultados

A continuación, se detalla el procedimiento de la obtención del índice de condición del pavimento de cada muestra en la Av. Ricardo Palma.

Unidad de muestra U3

La unidad de muestreo U3 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Hueco con un área total registrada de 34.76 m^2 y parche con un área total registrada de 168.32 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									ESQUEMA		
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)							
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9							
INSPECCIONADA POR:				FECHA							
				8/10/2019							
Nº	Daño			Nº	Daño						
1	Piel de cocodrilo			11	Parcheo						
2	Exudación			12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación			15	Ahuellamiento						
6	Depresión			16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/berma			19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal										
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21			
13	M	34.76							34.76	15.12	98
11	L	114.64							114.64	49.87	32

Cálculo del Valor Deducido:

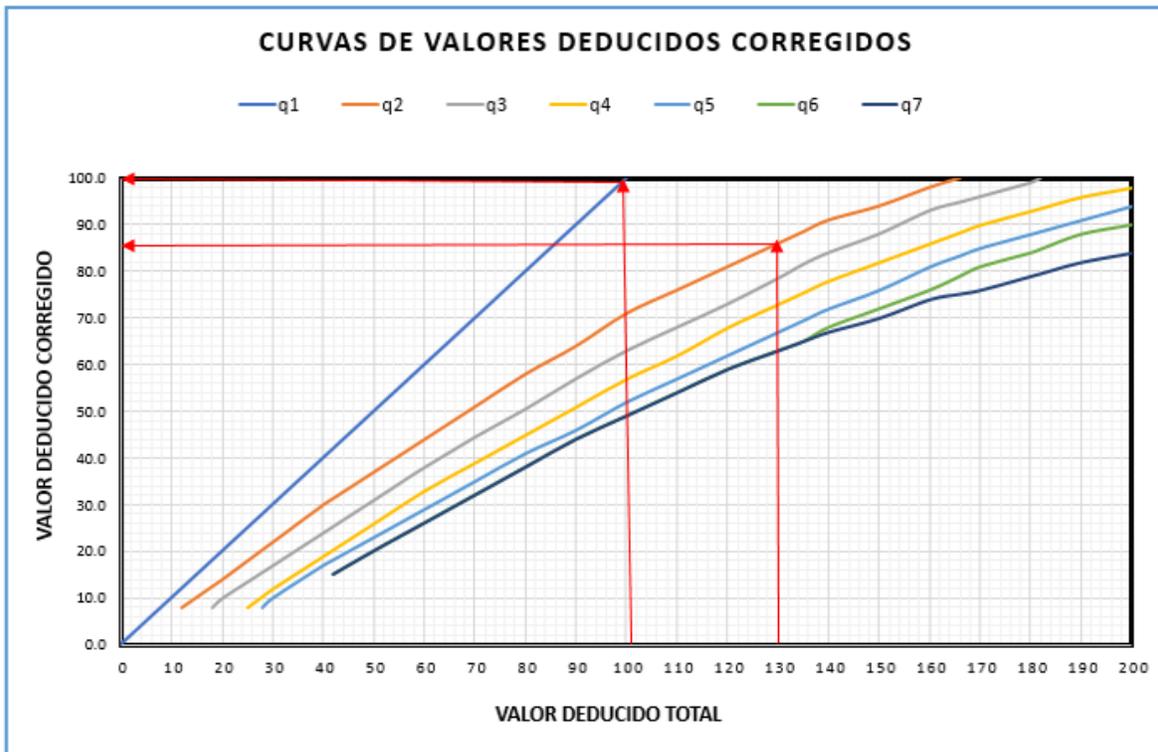
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 98) = 1.18$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo uno de los dos valores resultantes obtenidos.

PAVEMENT CODITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	98	32							130	2	85
2	98	2							100	1	100
3											
4											



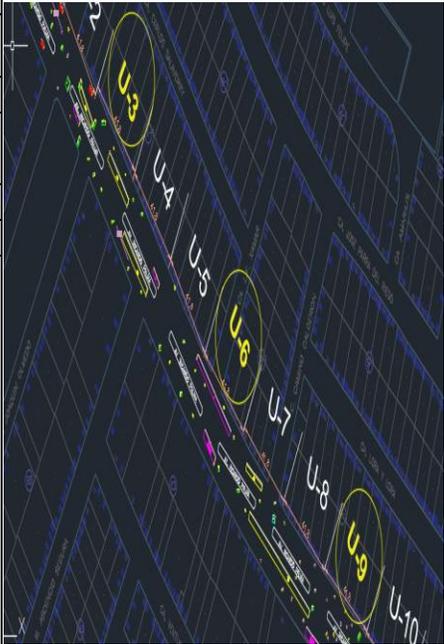
Unidad de muestra U6

La unidad de muestreo U6 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Hueco con un área total registrada de 2.65 m^2 y

desprendimiento de agregados con un área total registrada de 101.51 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA			
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)							
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9							
INSPECCIONADA POR:				FECHA							
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				8/10/2019							
Nº	Daño	Nº	Daño								
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo								
2	Exudación	12	Pulimento de agregados								
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos								
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea								
5	Corrugación	15	Ahuellamiento								
6	Depresión	16	Desplazamiento								
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)								
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento								
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agregados								
10	Grietas long y transversal										
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21			
13	M		2.65						2.65	1.15	35
19	M		101.51						101.51	44.15	35

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

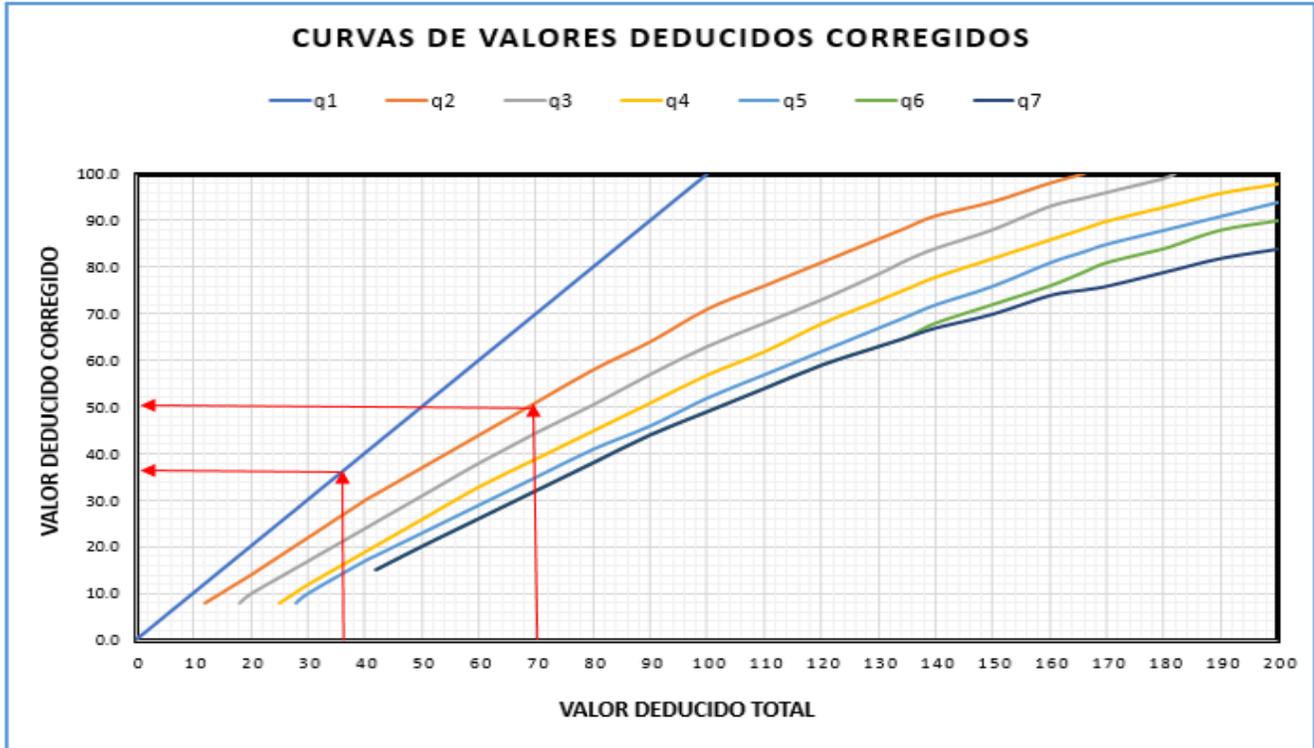
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 35) = 6.97$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo seis. En este caso solo hay dos por lo que se tomará esos valores.

PAVEMENT CODITION INDEX

FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	35	35							70	2	50
2	35	2							37	1	37
3											
4											



Unidad de muestra U9

La unidad de muestreo U6 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Hueco con un área total registrada de 18.05 m^2 ,

Depresión con un área total registrada de 11.62 m^2 y Desprendimiento de agregados con un área total registrada de 35 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA			
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)							
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9							
INSPECCIONADA POR:				FECHA							
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				8/10/2019							
Nº	Daño			Nº	Daño						
1	Piel de cocodrilo			11	Parcheo						
2	Exudación			12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación			15	Ahuellamiento						
6	Depresión			16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/berma			19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal										
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido	
		M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21			
6	M			101.51					101.51	44.15	54
13	M			18.05					18.05	7.85	75
19	M			35					35.00	15.22	22

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

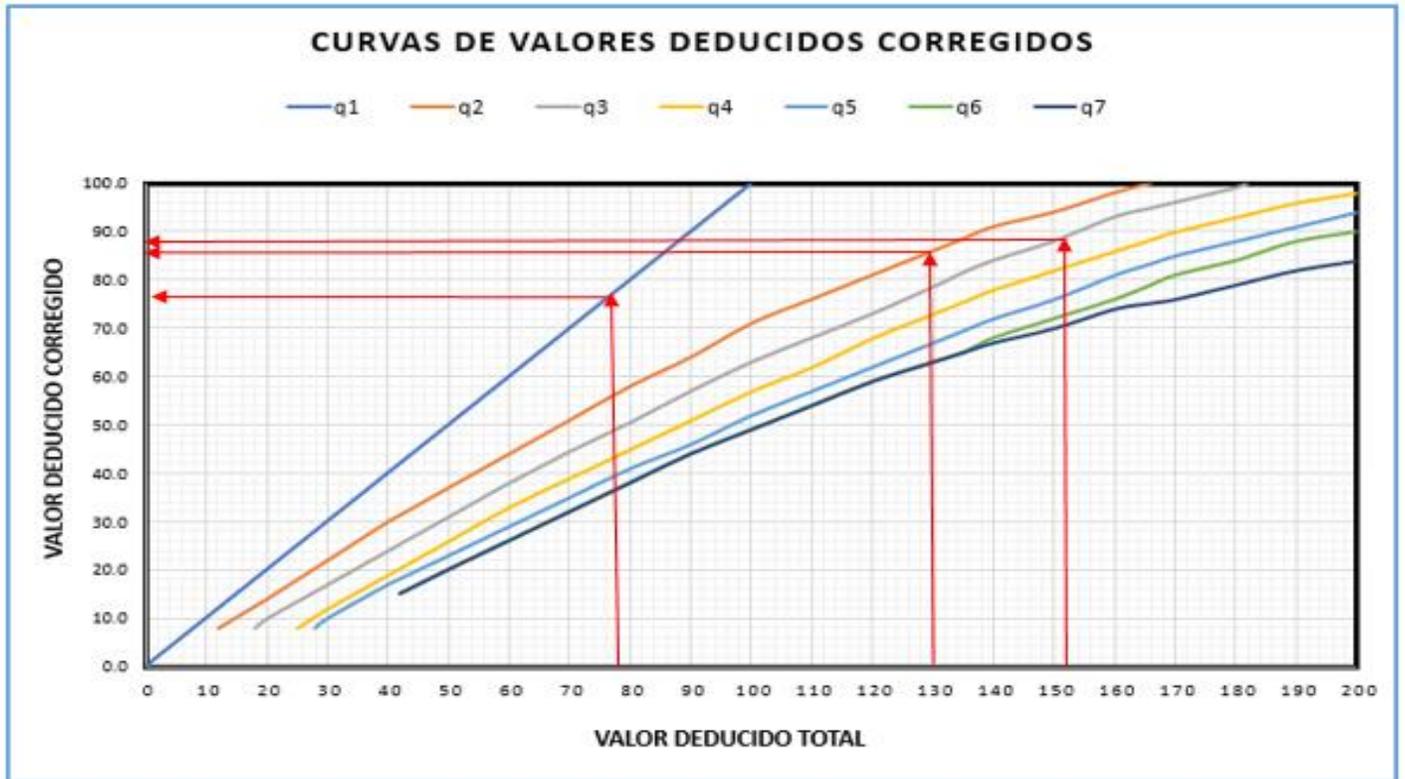
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 75) = 3$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo tres. En este caso se tomará todos los valores.

**PAVEMENT CODITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO**

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	75	54	22						151	3	89
2	75	54	2						131	2	87
3	75	2	2						79	1	78



Unidad de muestra U12

La unidad de muestreo U12 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Huevo con un área total registrada de 6.56 m^2 y

Parche con un área total registrada de 94.24 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA			
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)							
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9							
INSPECCIONADA POR:						FECHA					
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo						8/10/2019					
Nº	Daño			Nº	Daño						
1	Piel de cocodrilo			11	Parcheo						
2	Exudación			12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación			15	Ahuellamiento						
6	Depresión			16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/berma			19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal										
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21			
11	L				94.24				94.24	40.99	31
13	M				6.56				6.56	2.85	53

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

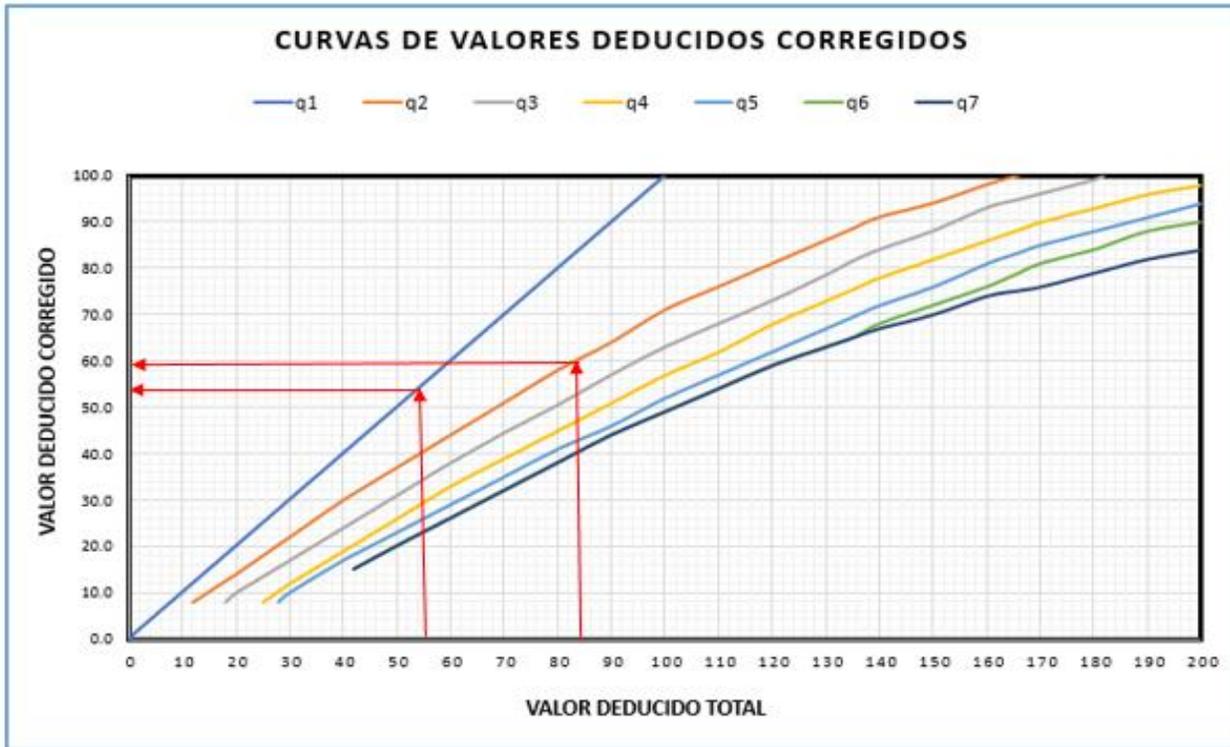
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 53) = 5$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo cinco. En este caso se tomará todos los valores.

PAVEMENT CODITION INDEX

FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	53	31							84	2	60
2	53	2							55	1	55



Unidad de muestra U15

La unidad de muestreo U15 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma. Los tipos de falla encontradas fueron: Piel de cocodrilo con un área total registrada de 17.3 m^2 , Grieta Longitudinales con un área registrada total de 11.62 m^2 , Hueco con un área total registrada de 3.86 m^2 y Parche con un área total registrada de 94.98 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA			
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)							
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9							
INSPECCIONADA POR:				FECHA							
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				8/10/2019							
Nº	Daño			Nº	Daño						
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo						
2	Exudación			12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación			15	Ahuellamiento						
6	Depresión			16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento						
9	Desnivel carril/berma			19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal										
Daño	Severidad	Cantidades parciales							Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21			
1	M					17.3			17.30	7.53	42
10	M					11.62			11.62	5.05	12
11	L					94.98			94.98	41.31	53
13	M					3.86			3.86	1.68	41

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

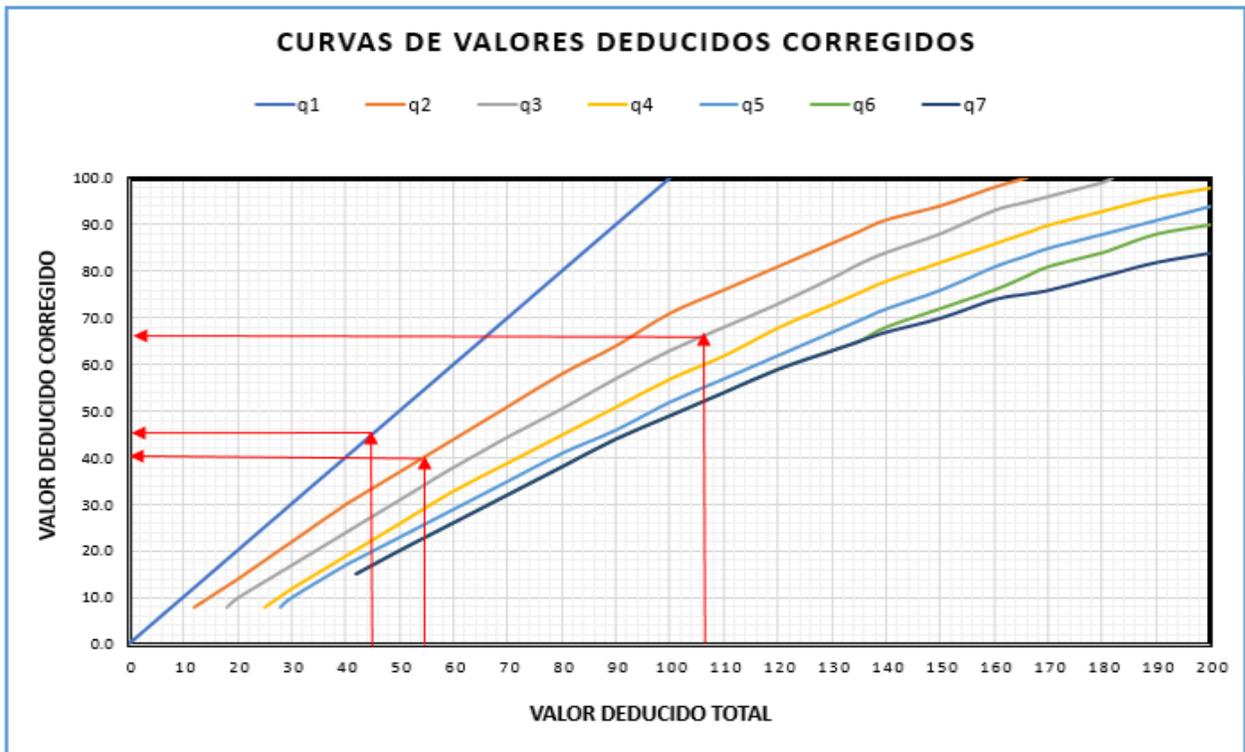
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 53) = 5$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo cinco. En este caso se tomará los tres valores ya que la densidad es 1.68 no corresponde con ``q=2``.

**PAVEMENT CODITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO**

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	53	42	12						107	3	66
2	41	12	2						55	2	40
3	41	2	2						45	1	46



Unidad de muestra U18

La unidad de muestreo U18 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Depresión con un área total registrada de 18.59 m^2 y

Hueco con un área total registrada de 6.04 m^2 .

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA				
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO							
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma							
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)							
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9							
INSPECCIONADA POR:				FECHA							
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				8/10/2019							
Nº	Daño			Nº	Daño						
1	Piel de cocodrilo			11	Parcheo						
2	Exudación			12	Pulimento de agregados						
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos						
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea						
5	Corrugación			15	Ahuellamiento						
6	Depresión			16	Desplazamiento						
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hincharamiento						
9	Desnivel carril/berma			19	Desprendimiento de agregados						
10	Grietas long y transversal										
Cantidades parciales											
Daño	Severidad	M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21	Total	Densidad (%)	Valor deducido
6	L						18.59		18.59	8.09	12
13	M						6.04		6.04	2.63	50

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

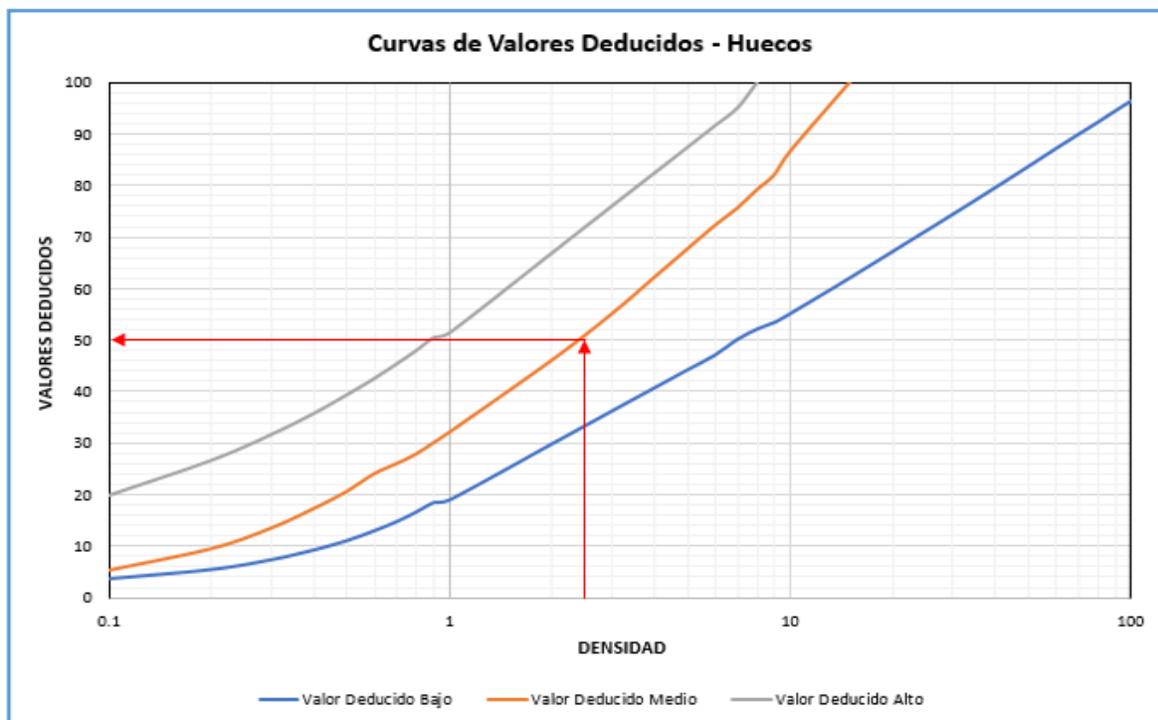
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 50) = 5$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo cinco. En este caso se tomará todos los valores.

PAVEMENT CODITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	50	12							62	2	45
2	50	2							52	1	55



Unidad de muestra U21

La unidad de muestreo U21 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Grieta Longitudinales con un área total registrada de 18.59 m^2 y Parcheo con un área total registrada de 123.24 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA				
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO								
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma								
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)								
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9								
INSPECCIONADA POR:				FECHA								
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				8/10/2019								
Nº	Daño	Nº	Daño									
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo									
2	Exudación	12	Pulimento de agregados									
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos									
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea									
5	Corrugación	15	Ahuellamiento									
6	Depresión	16	Desplazamiento									
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)									
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento									
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agregados									
10	Grietas long y transversal											
		Cantidades parciales								Total	Densidad (%)	Valor deducido
Daño	Severidad	M3	M6	M9	M12	M15	M18	M21				
10	M							18.59	18.59	8.09	15	
11	M							123.24	113.94	49.56	32	

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

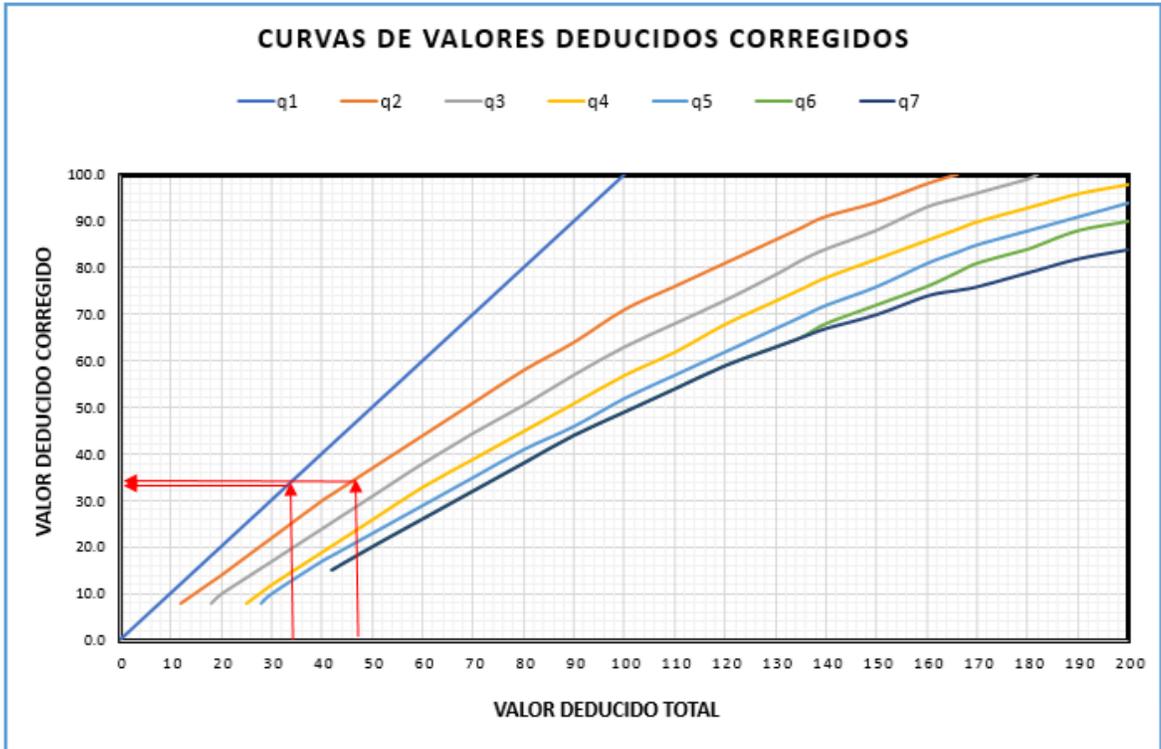
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 32) = 7$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo siete. En este caso se tomará todos los valores.

PAVEMENT CODITION INDEX

FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	32	15							47	2	35
2	32	2							34	1	32



Unidad de muestra U24

La unidad de muestreo U24 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Grieta Longitudinales con un área total registrada de

18.59 m^2 y Parcheo con un área total registrada de 123.24 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA			
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO						
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo		Av. Ricardo Palma						
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		ÁREA MUESTREO (m2)						
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		229.9						
INSPECCIONADA POR:				FECHA						
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				8/10/2019						
Nº	Daño			Nº	Daño					
1	Piel de cocodrilo			11	Parqueo					
2	Exudación			12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque			13	Huecos					
4	Abultamientos y hundimientos			14	Cruce de vía férrea					
5	Corrugación			15	Ahuellamiento					
6	Depresión			16	Desplazamiento					
7	Grieta de borde			17	Grieta parabólica (slippage)					
8	Grieta de reflexión de junta			18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril/berma			19	Desprendimiento de agregados					
10	Grietas long y transversal									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M24	M27	M30						
1	M	30					30.00	13.05	50	
13	M	9.12					9.12	3.97	55	
19	M	122.76					122.76	53.40	32	

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

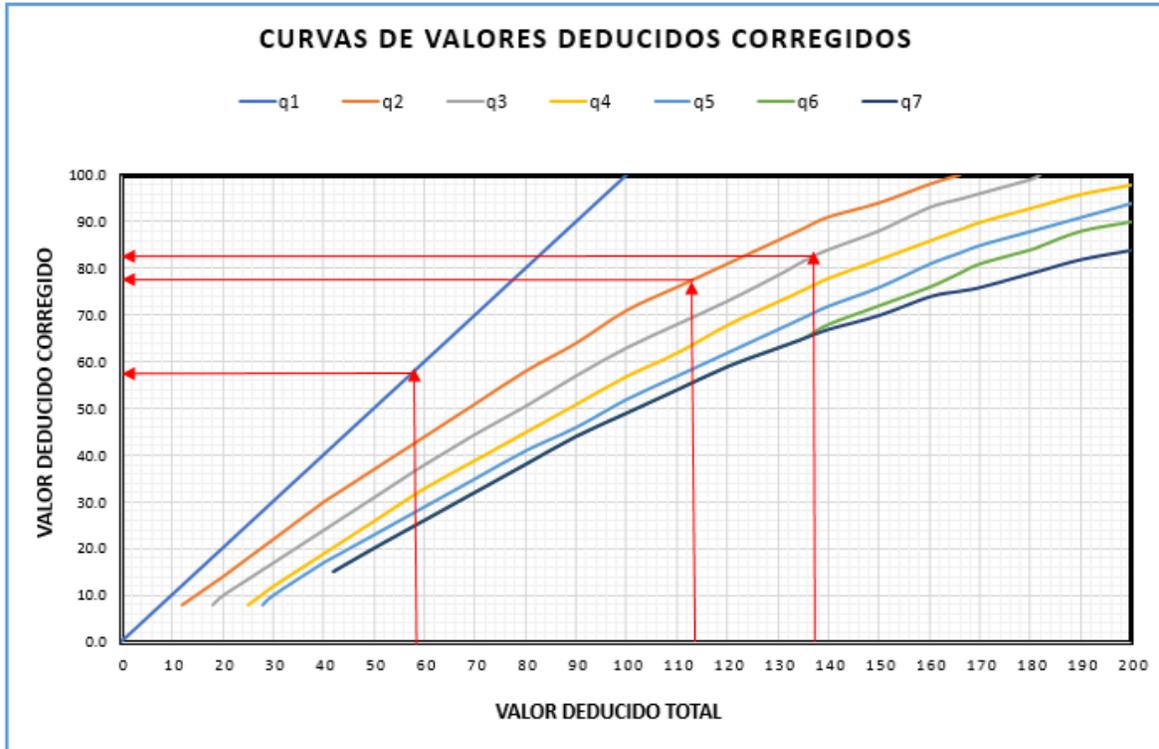
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 55) = 5$$

Entonces esto quiere decir que los valores que ha escoger es solo cinco. En este caso se tomará todos los valores.

**PAVEMENT CODITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO**

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	55	50	32					137	3	82	
2	55	55	2					112	2	78	
3	55	2	2					59	1	58	



Unidad de muestra U27

La unidad de muestreo U27 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Huecos con un área total registrada de 4.2 m^2 y

Parqueo con un área total registrada de 107.56 m^2 .

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

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA				
ZONA Trujillo - La Libertad		ABSCISA INICIAL Intersección Av. Cesar Vallejo		UNIDAD DE MUESTREO Av. Ricardo Palma						
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde		ÁREA MUESTREO (m2) 229.9						
INSPECCIONADA POR: Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo				FECHA 8/10/2019						
Nº		Daño		Nº					Daño	
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo	12	Pulimento de agregados	13	Huecos			
2	Exudación	12	Pulimento de agregados	14	Cruce de vía férrea	15	Ahuellamiento			
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos	16	Desplazamiento	17	Grieta parabólica (slippage)			
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea	18	Hinchamiento	19	Desprendimiento de agregados			
5	Corrugación	15	Ahuellamiento							
6	Depresión	16	Desplazamiento							
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)							
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento							
9	Desnivel carril/berma	19	Desprendimiento de agregados							
10	Grietas long y transversal									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M24	M27	M30						
11	M		107.56					107.56	46.79	55
13	M		4.2					4.20	1.83	44

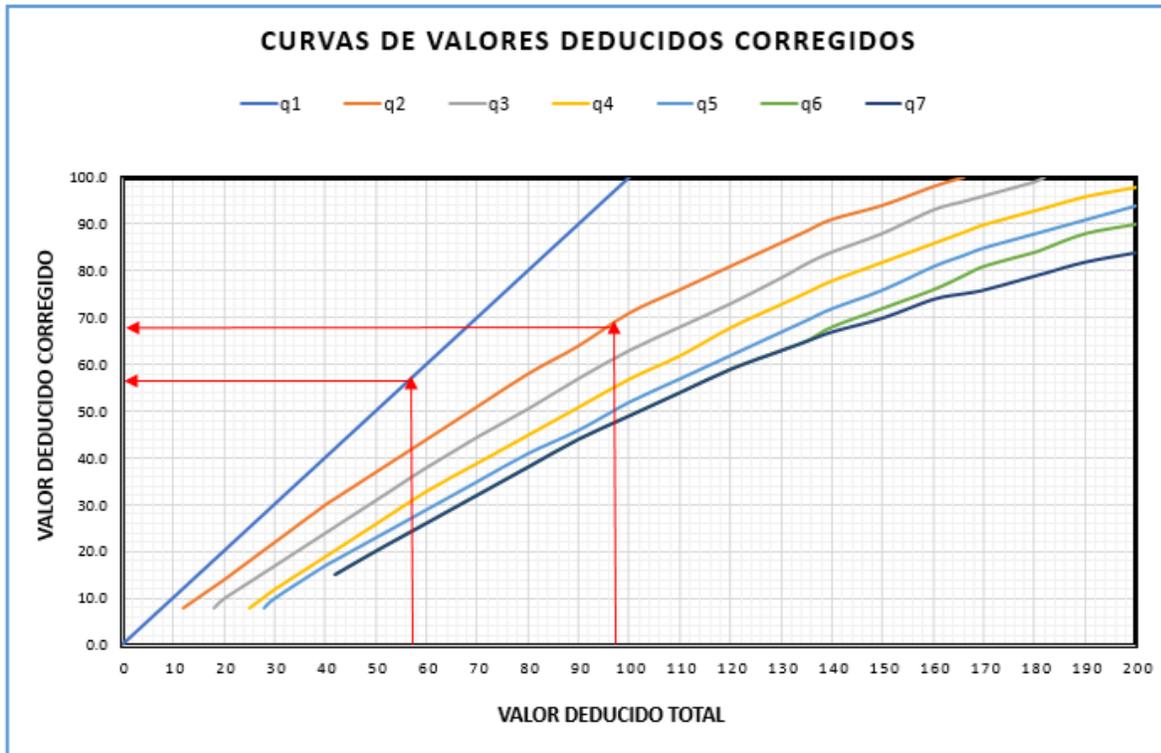
Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 55) = 5$$

**PAVEMENT CODITION INDEX
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO**

Nº	Valores Deducidos							Total	q	CDV
1	55	44						99	2	68
2	55	2						57	1	57



Unidad de muestra U30

La unidad de muestreo U30 tiene 229.9 m^2 y pertenece al tramo de la Av. Ricardo Palma.

Los tipos de falla encontradas fueron: Huecos con un área total registrada de 4.2 m^2 y

Parcheo con un área total registrada de 107.56 m^2 .

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
ZONA		ABSCISA INICIAL			UNIDAD DE MUESTREO					
Trujillo - La Libertad		Intersección Av. Cesar Vallejo			Av. Ricardo Palma					
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL			ÁREA MUESTREO (m²)					
		Intersección Av. Víctor Andrés Belaunde			229.9					
INSPECCIONADA POR:					FECHA					
Jhampier Ricardo Fernández y Roy Jener Asto Polo					8/10/2019					
Nº	Daño				Nº	Daño				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudación				12	Pulimento de agregados				
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y hundimientos				14	Cruce de vía férrea				
5	Corrugación				15	Ahuellamiento				
6	Depresión				16	Desplazamiento				
7	Grieta de borde				17	Grieta parabólica (slippage)				
8	Grieta de reflexión de junta				18	Hinchariento				
9	Desnivel carril/berma				19	Desprendimiento de agregados				
10	Grietas long y transversal									
Daño	Severidad	Cantidades parciales						Total	Densidad (%)	Valor deducido
		M24	M27	M30						
1	M			6				6.00	2.61	30
13	M			6.27				6.27	2.73	51

ESQUEMA

Cálculo de Número máximo admisible de valores deducidos:

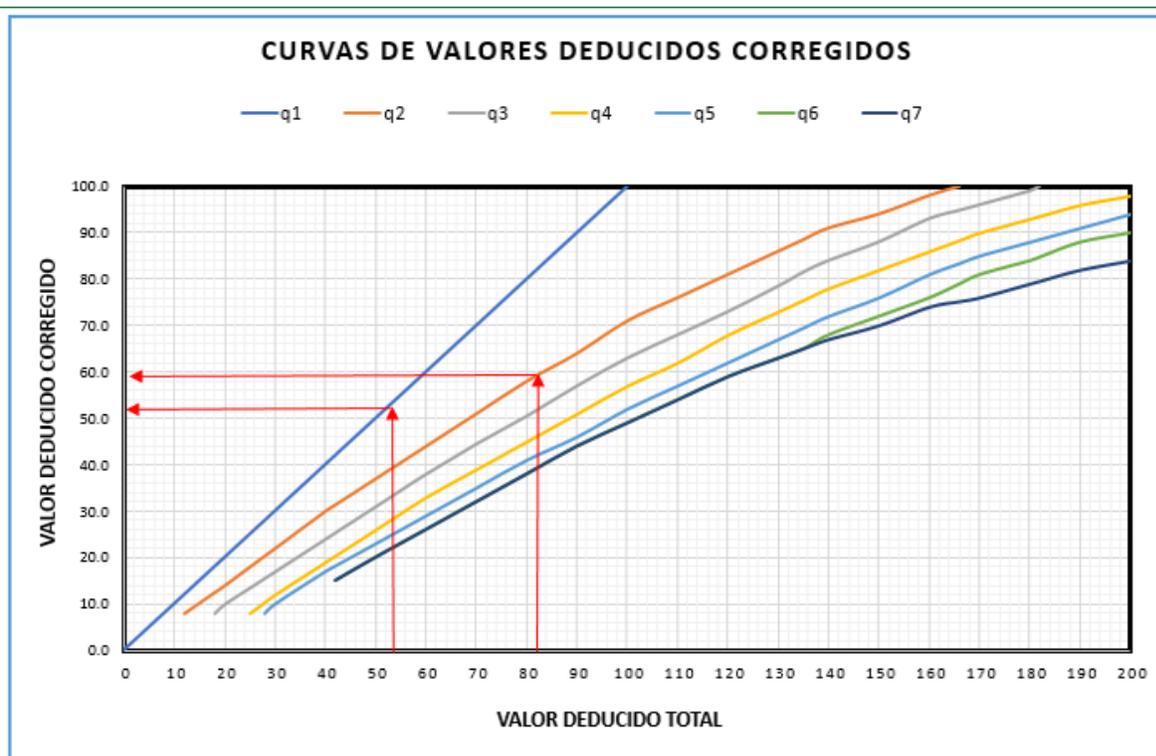
$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{Máx. VD})$$

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - 51) = 5$$

PAVEMENT CODITION INDEX

FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO

Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1	51	30							81	2	59
2	51	2							53	1	52



Ahora realizamos un cuadro de análisis para hallar el PCI general de la Av. Ricardo Palma:

U.M.	DAÑO	SEVERIDAD	ÁREA U.M.	MEDIDA	DENSIDAD	VDC	PCI
3	Huecos	Medio	229.9	34.76	15.12	85	15
3	Parches	Bajo	229.9	114.64	49.87	-	
6	Huecos	Medio	229.9	2.65	1.15	50	50
6	Desprendimiento de Agregado	Medio	229.9	101.51	44.15	37	
9	Desprendimiento de Agregado	Medio	229.9	35	15.22	78	11
9	Huecos	Medio	229.9	18.05	7.85	87	
9	Depresión	Medio	229.9	101.51	44.15	89	
12	Huecos	Bajo	229.9	6.56	2.85	55	40
12	Parches	Bajo	229.9	94.24	40.99	60	
15	Piel de Cocodrilo	Medio	229.9	17.3	7.53	66	34
15	Huecos	Medio	229.9	3.86	1.68	-	
15	Parches	Bajo	229.9	94.98	41.31	46	
15	Grietas Longitudinales	Bajo	229.9	11.62	11.62	40	
18	Huecos	Medio	229.9	6.04	2.63	55	45
18	Depresión	Medio	229.9	18.59	8.09	45	
21	Parches	Bajo	229.9	123.24	49.56	32	65
21	Grietas Longitudinales	Bajo	229.9	18.59	8.09	35	
24	Piel de Cocodrilo	Medio	229.9	30	13.05	82	18
24	Huecos	Medio	229.9	9.12	3.97	78	
24	Desprendimiento de Agregado	Medio	229.9	122.76	53.40	58	
27	Huecos	Bajo	229.9	4.2	1.83	57	32
27	Parches	Bajo	229.9	107.56	46.79	68	
30	Piel de Cocodrilo		229.9	6	2.61	59	41
30	Huecos	Medio	229.9	6.27	2.73	52	

PROMEDIO DE PCI = 35.1

Es así que siendo las muestras con área iguales calculamos los tramos el promedio de sus PCI:

$$PCI = \underline{\underline{35.1}}$$

Por lo tanto, identificando en la tabla de Rangos para su clasificación de la Av. Ricardo Palma:

Escala de Clasificación del PCI

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

100	EXCELENTE
85	MUY BUENO
70	BUENO
55	REGULAR
40	MALO
25	MUY MALO
10	FALLADO
0	



Según los rangos predeterminados en el método del PCI en nuestra evaluación se obtuvo un índice de PCI de 35.1 encontrándose así en el rango de un PCI Malo. No obstante, no se deja de enfatizar que el mantenimiento y la evaluación de pavimentos flexibles en la actualidad es de suma importancia para la verificación de mantenimientos, así como también demostrar los niveles de severidad que se presentan a largo plazo siendo así que se realice un mejor diseño de serviciabilidad.

4.2. Discusión de Resultados

La hipótesis planteada de la Av. Ricardo Palma se describió que su condición de PCI es regular así que por lo tanto el resultado se contradice ya que se obtuvo con el análisis de evaluación que aquella avenida se encuentra en un mal Estado.

Lo establecido con la tesis de Clariza, L (2017): “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14 por el método: índice de condición de pavimentos.”, tiene por resultado un índice de condición malo en nuestro proyecto obtenemos un índice de igual resultado por lo que se concluye que la tesis mencionada el porcentaje vehicular fue el mayor factor para su resultado, sin embargo, en nuestra evaluación la avenida Ricardo Palma el factor que influyó fue el tránsito de vehículos pesados ya que traen cargas para el mercado Mayorista.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se obtiene por resultado que la evaluación de la superficie en el pavimento flexible de la Av. Ricardo Palma se encuentra en estado Malo por lo que requiere mantenimiento general en toda la sección.
- Se evaluó el nivel de severidad y se requiere de reparaciones prolongadas para su respectivo cuidado de la Av. Ricardo Palma de la ciudad de Trujillo.
- La deformación en el pavimento flexible presenta rangos altos pues su estado es Malo en el año 2019.

Recomendaciones

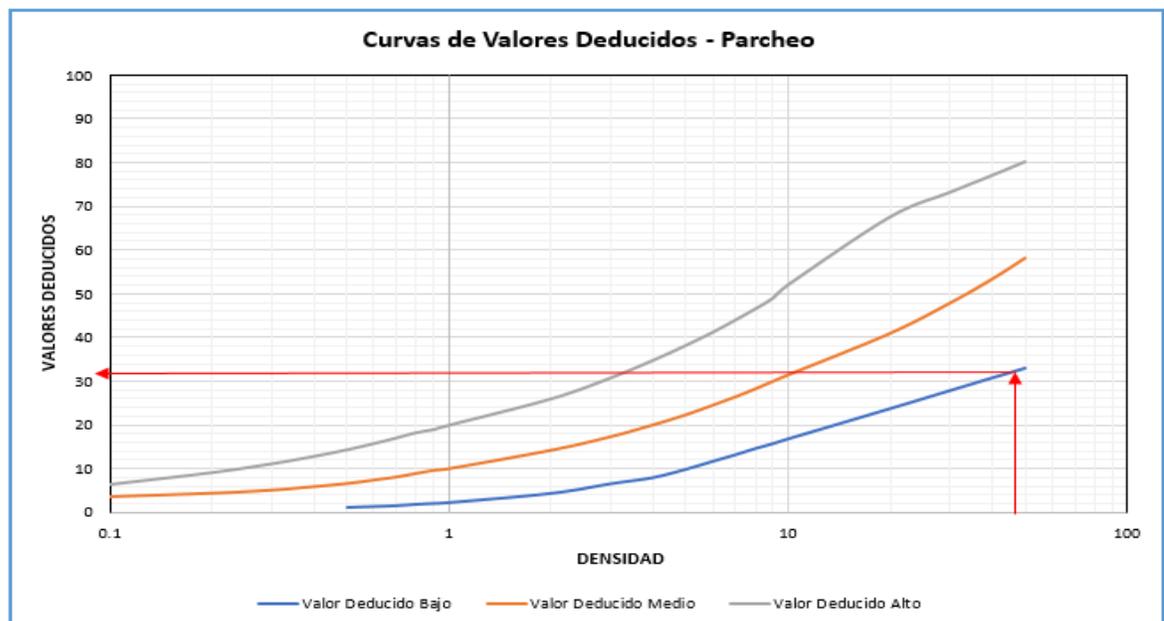
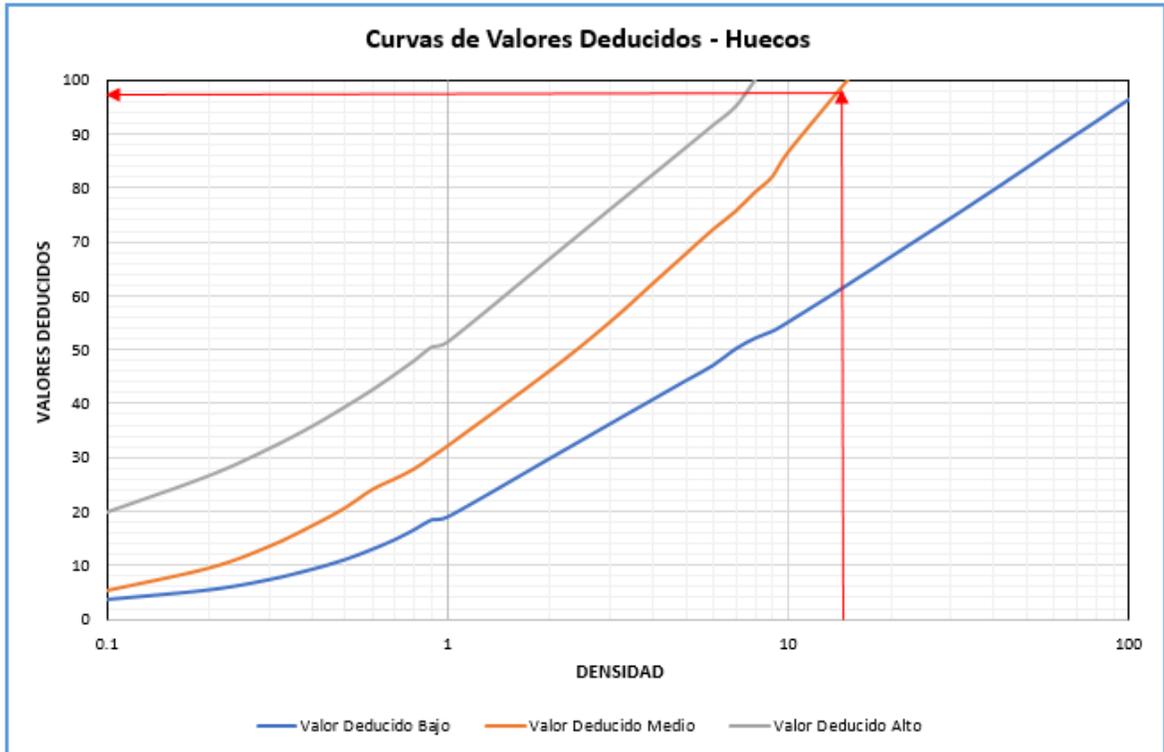
- Se recomienda verificar bien cada tipo de falla presentada para un buen registro de dimensiones para determinar el nivel de severidad.
- En zonas de mercadería se prolonga el tráfico vehicular congestiona por lo que se recomienda no ir en horas puntas o preferible horas de madrugada.
- Se establece verificar los instrumentos que se llevaran a la inspección como el nivel y la wincha.
- Se recomienda tener un nivel más de 30 cm de longitud ya que los diámetros de los huecos pueden exagerar su dimensión.

REFERENCIAS

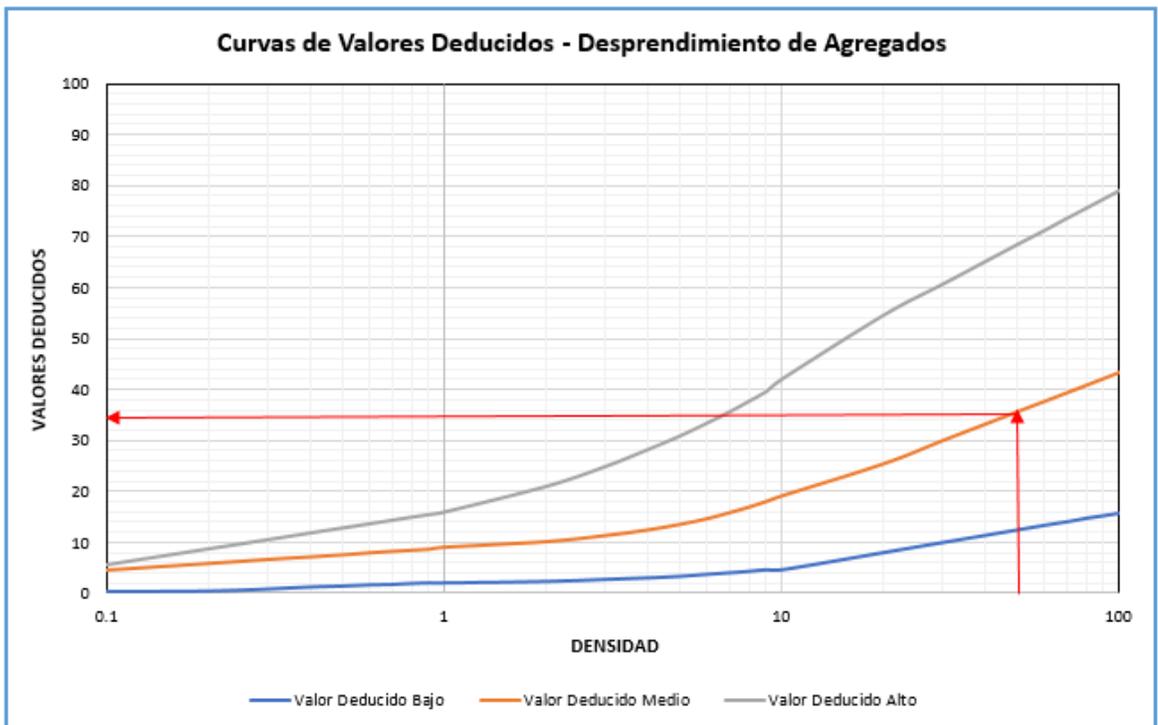
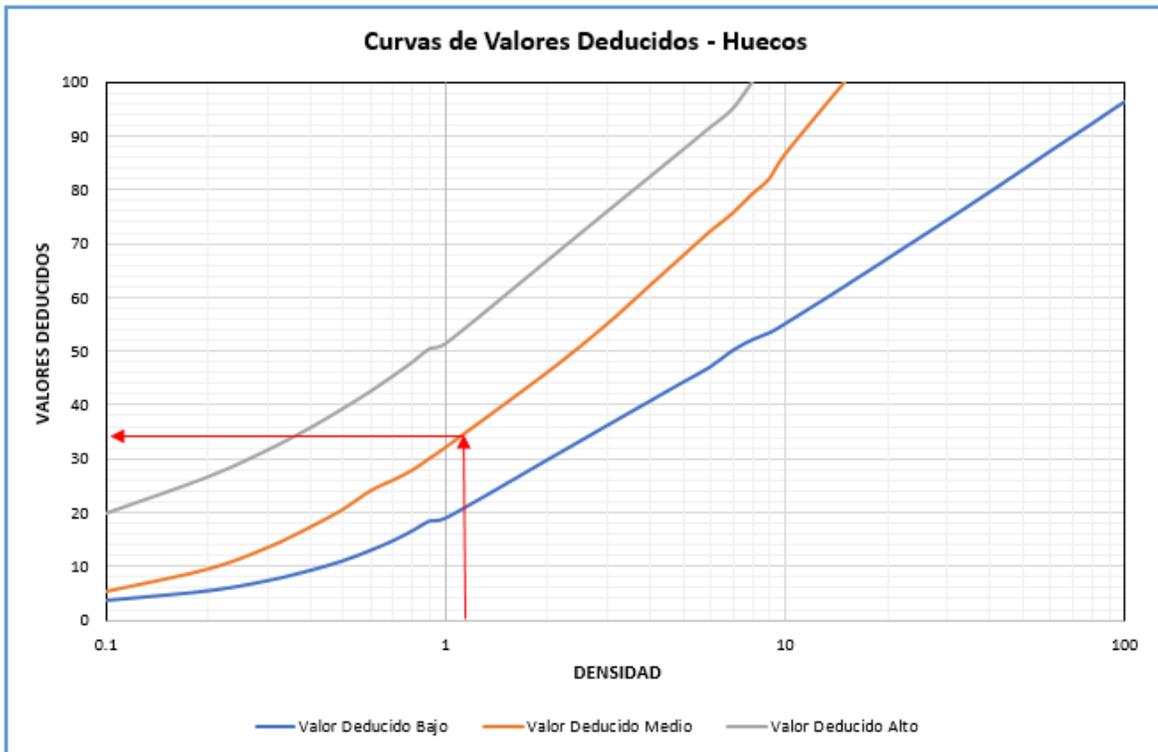
- Murga, C, & Zerpa, R. (2019). *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y prolongación César Vallejo, Trujillo (tesis de pregrado)*. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.
- León, C, (2017). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14 por el método: índice de condición de pavimentos (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Sánchez, J. (2017). *Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI (Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil)*. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.
- Guaita, B, (2016). *Gestión del mantenimiento de pavimentos urbanos. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de pavimentos en la ciudad de Valencia. Cuantificación de los beneficios de la implementación de un sistema de gestión de pavimentos (Tesis de maestría)*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Roca, K, (2016). *Validación de la metodología aplicada en las intervenciones tipo mantenimiento periódico y de rehabilitación sobre pavimentos flexibles realizadas en el distrito occidente del IDU en Bogotá D.C. (Maestría Thesis)*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

ANEXOS

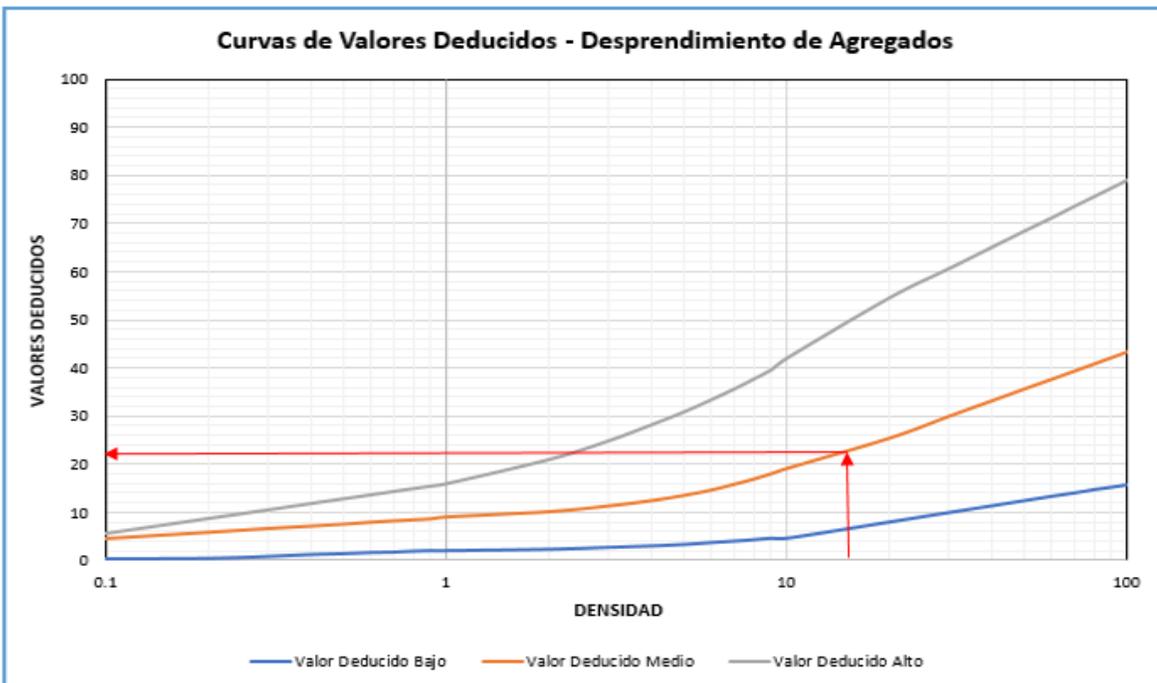
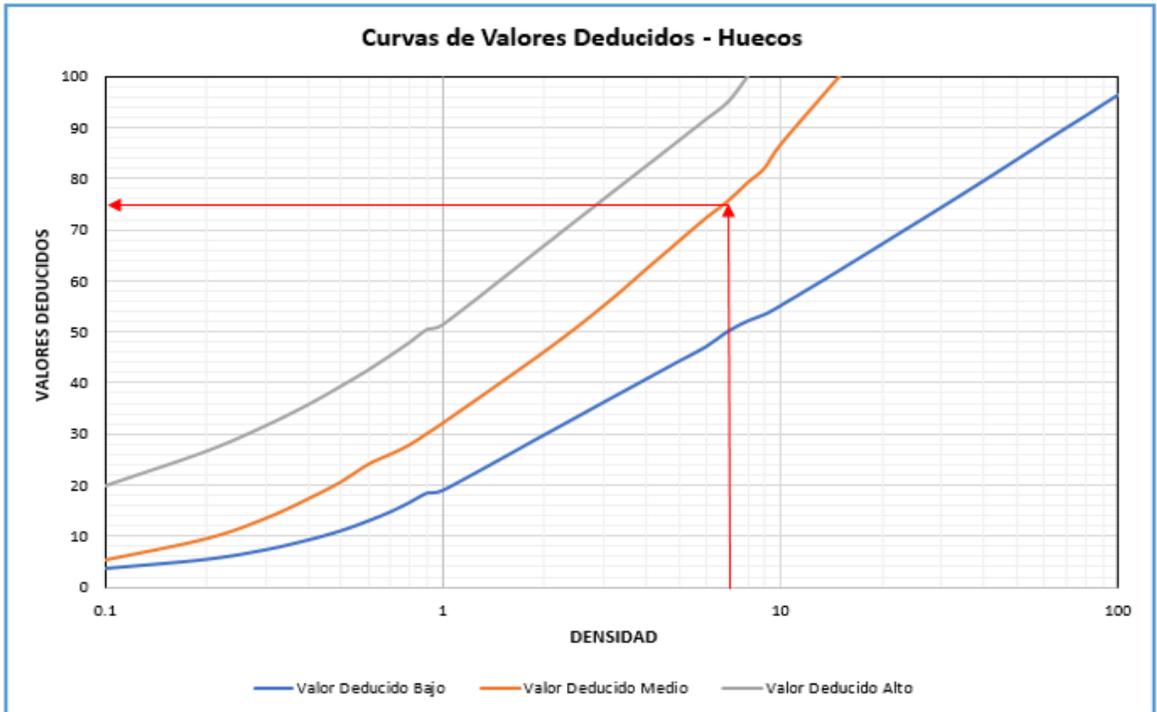
ANEXO A: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 3

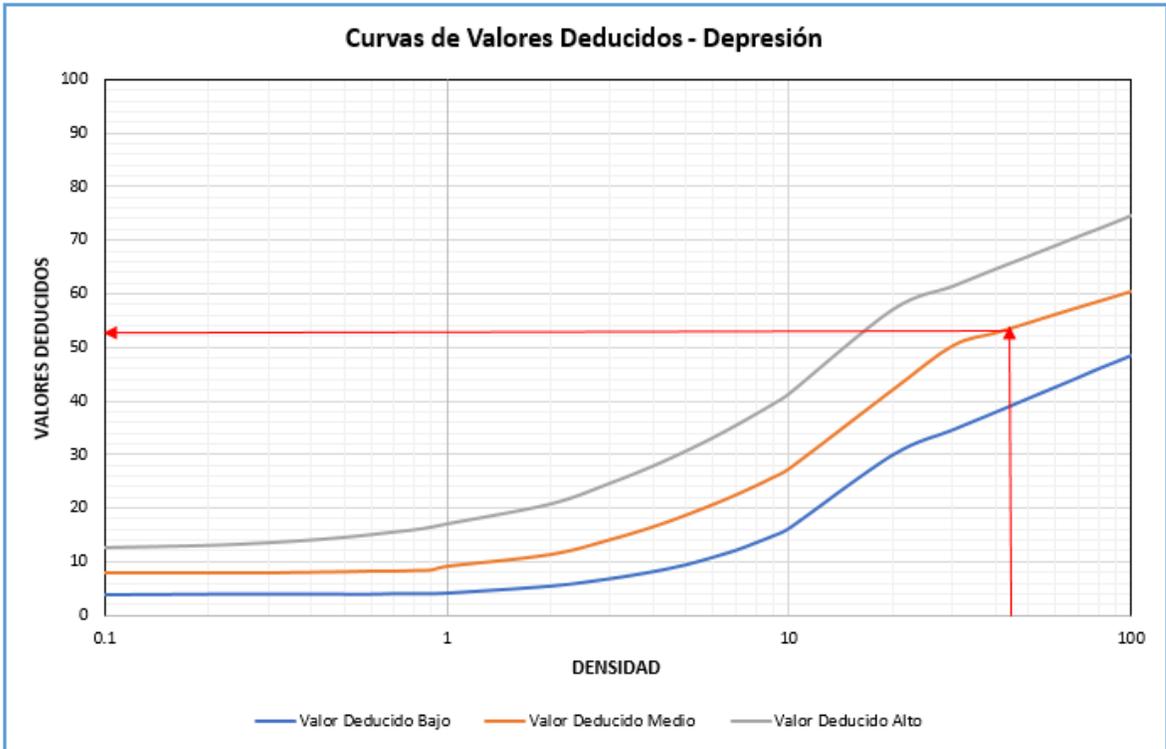


ANEXO B: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 6

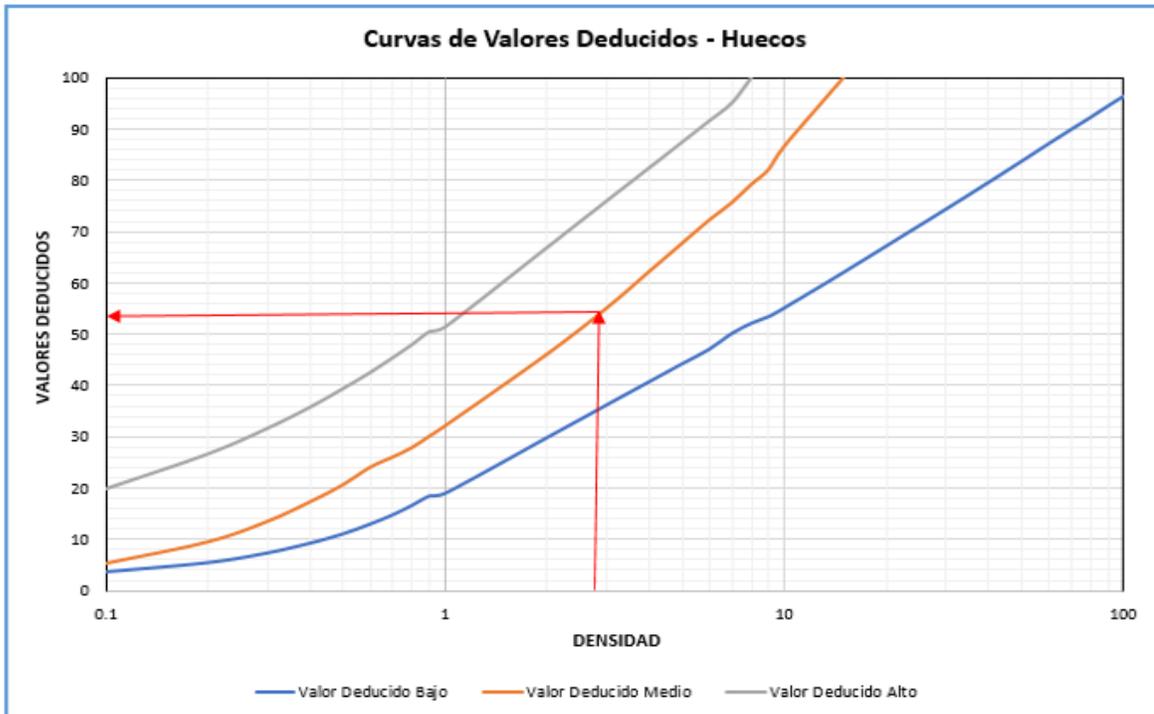


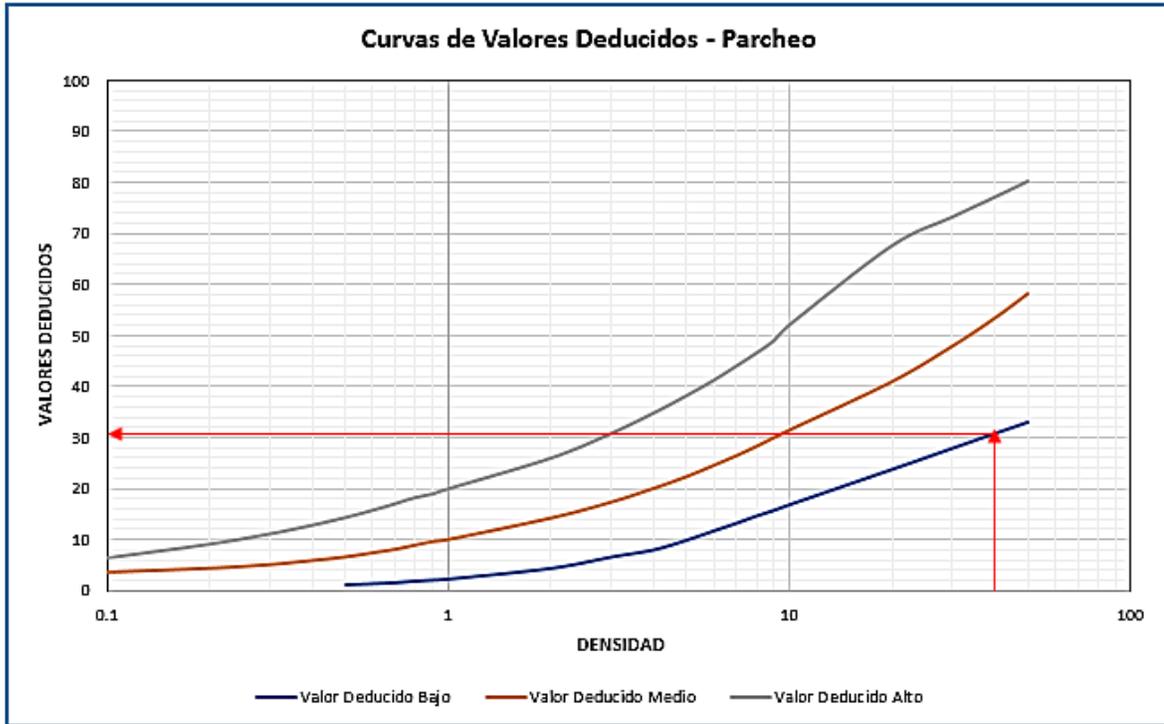
ANEXO C: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 9



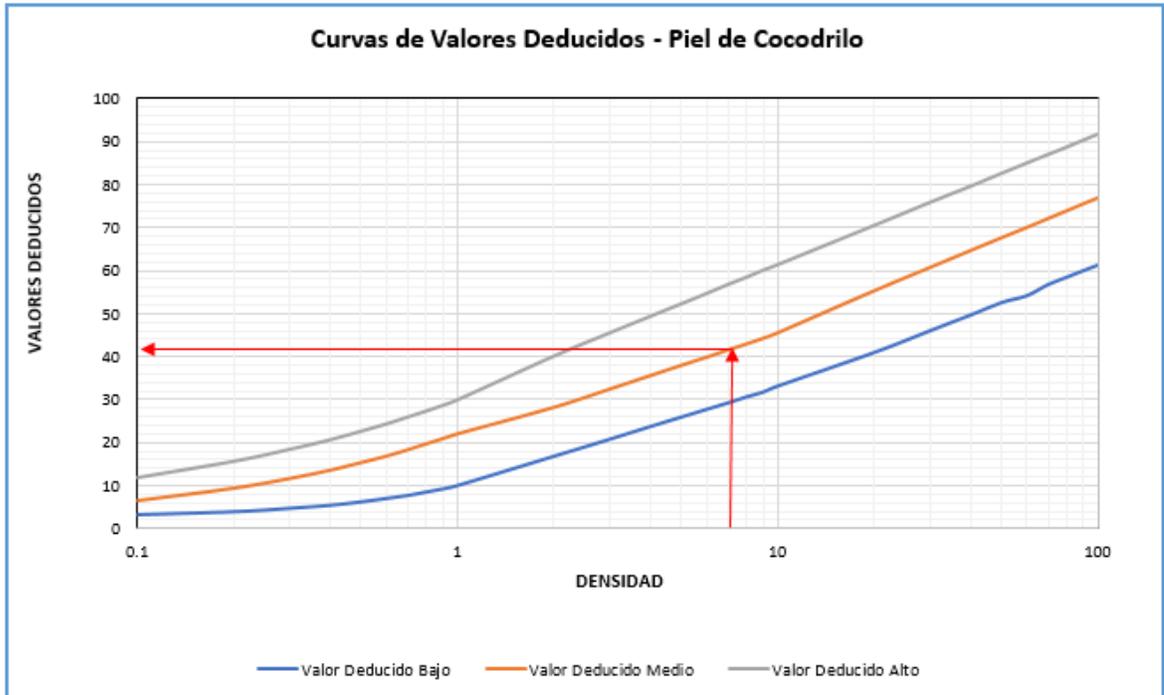


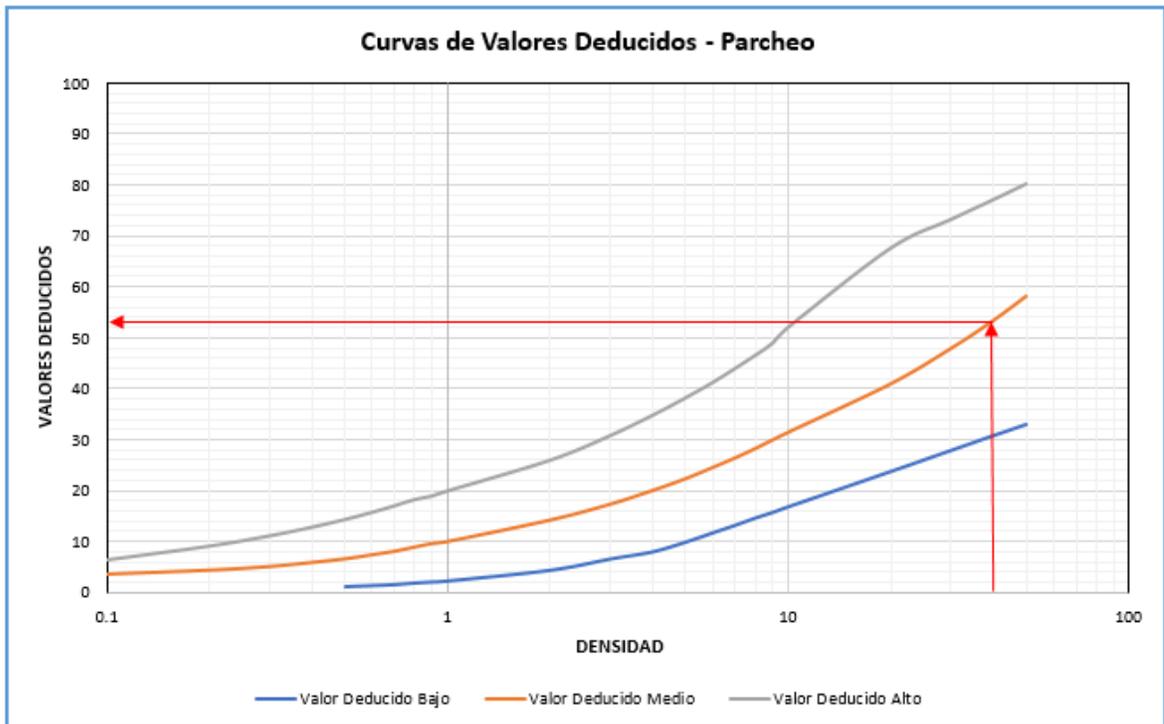
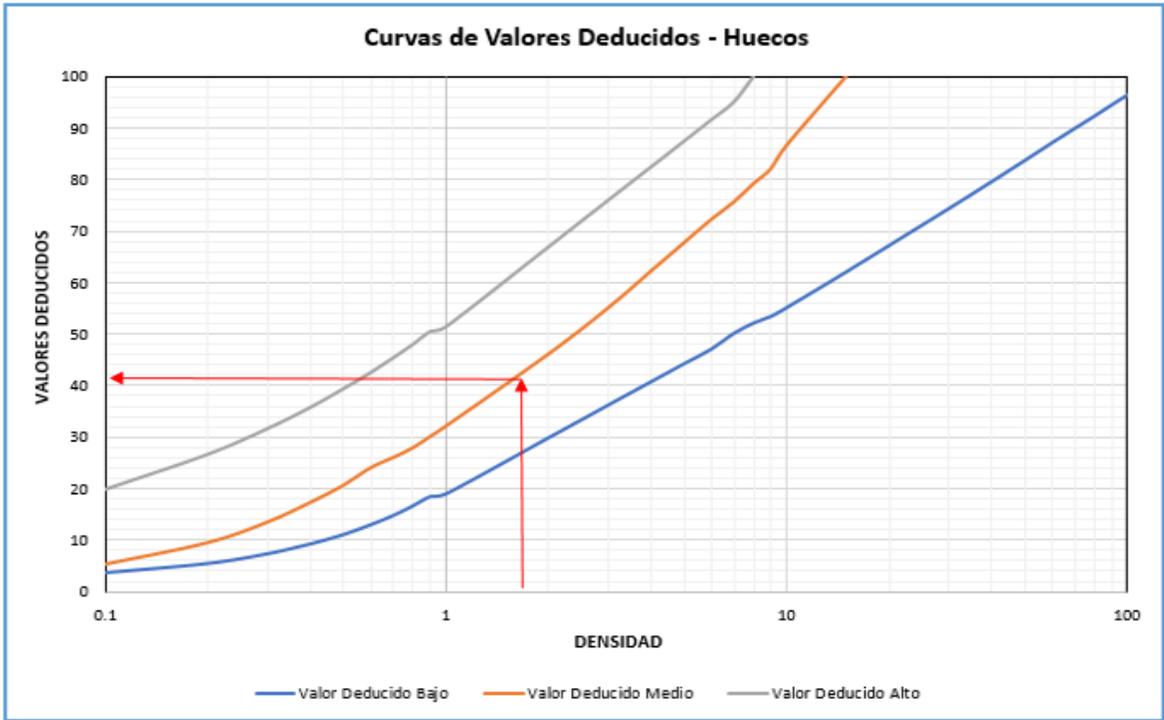
ANEXO D: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 12

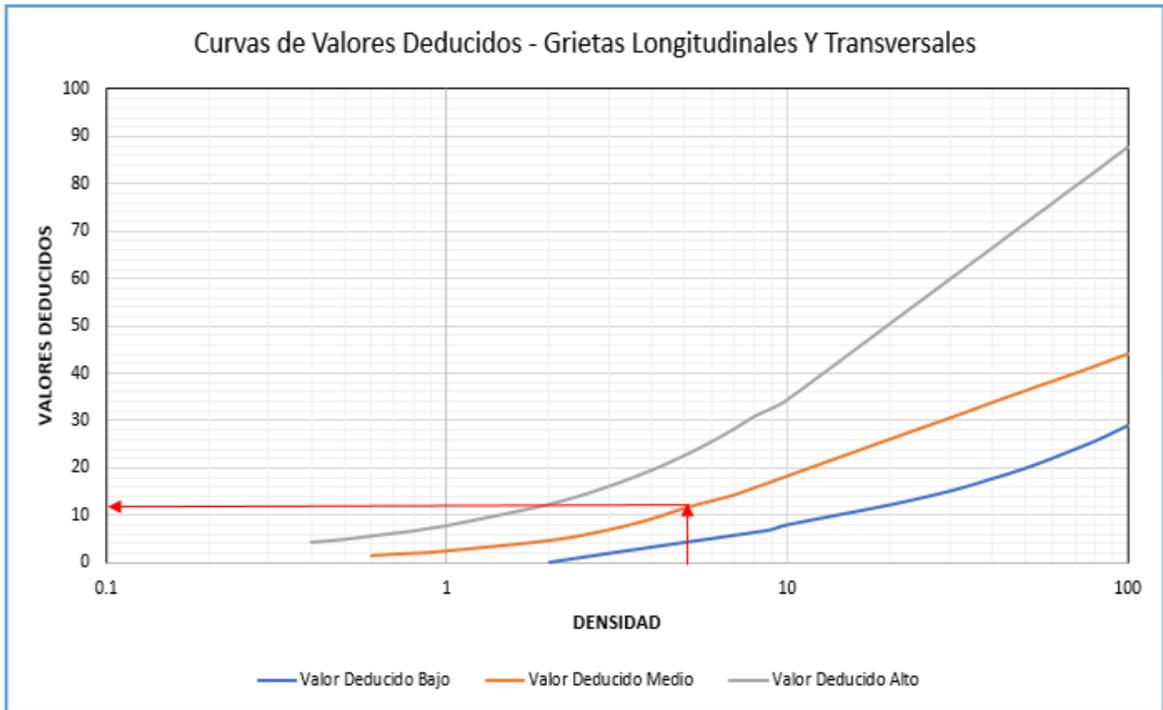




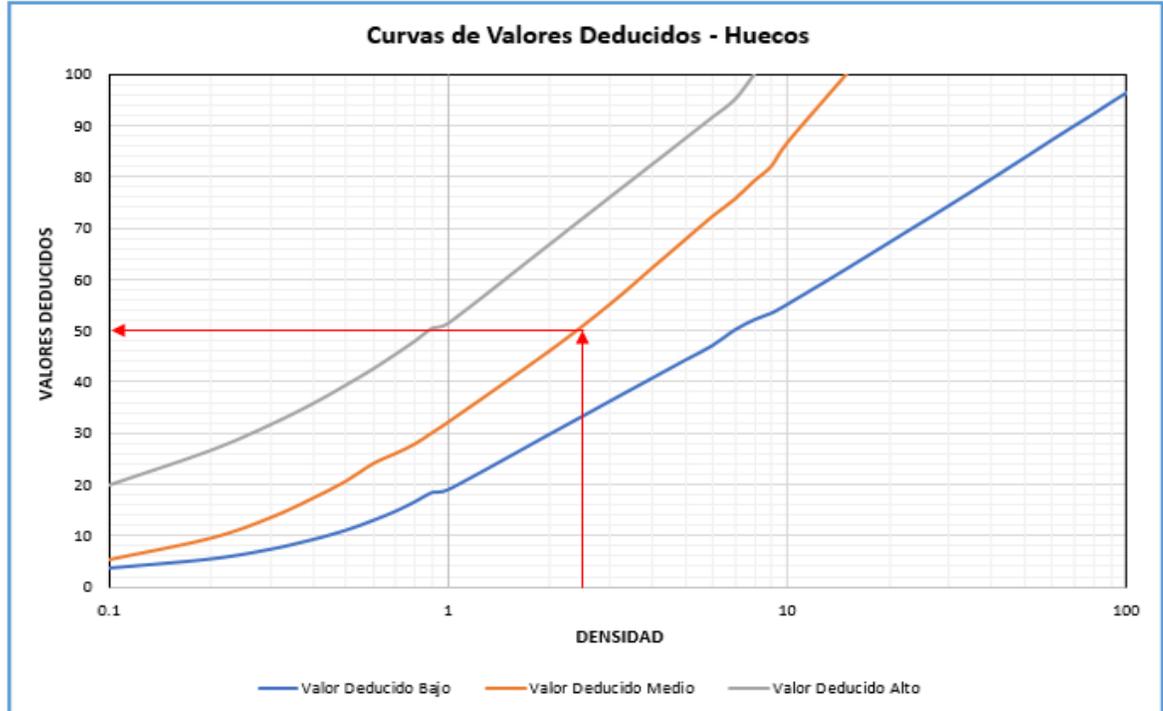
ANEXO E: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 15

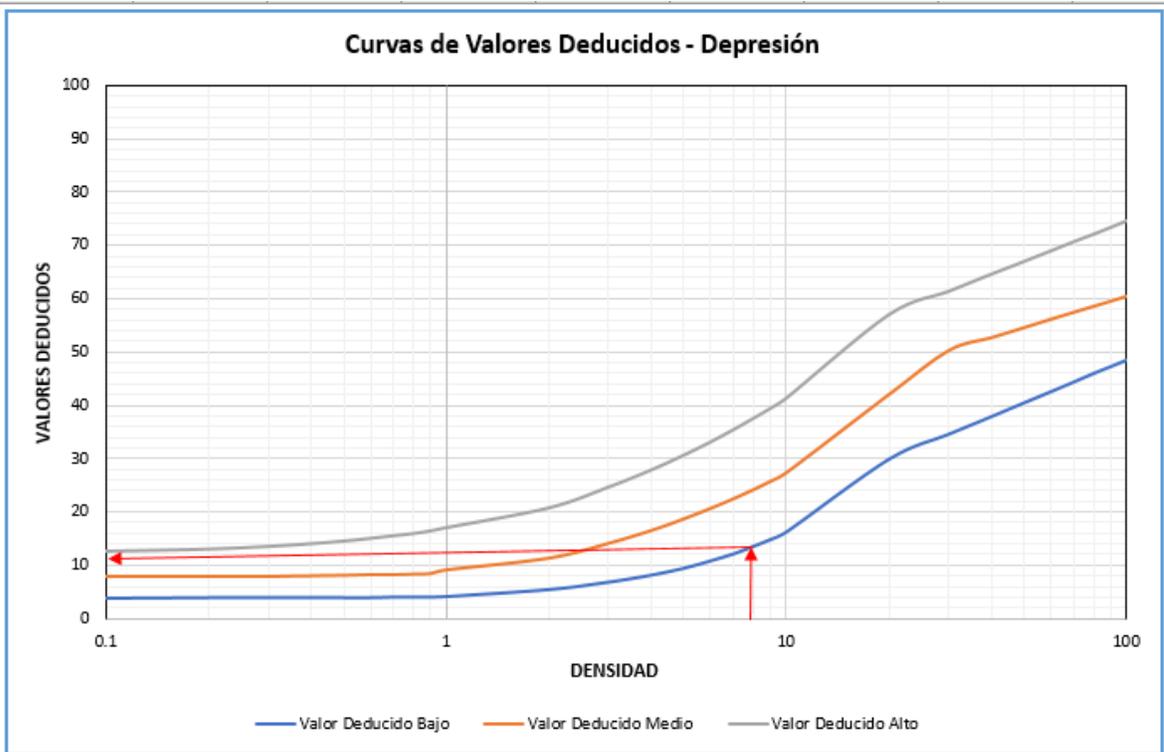




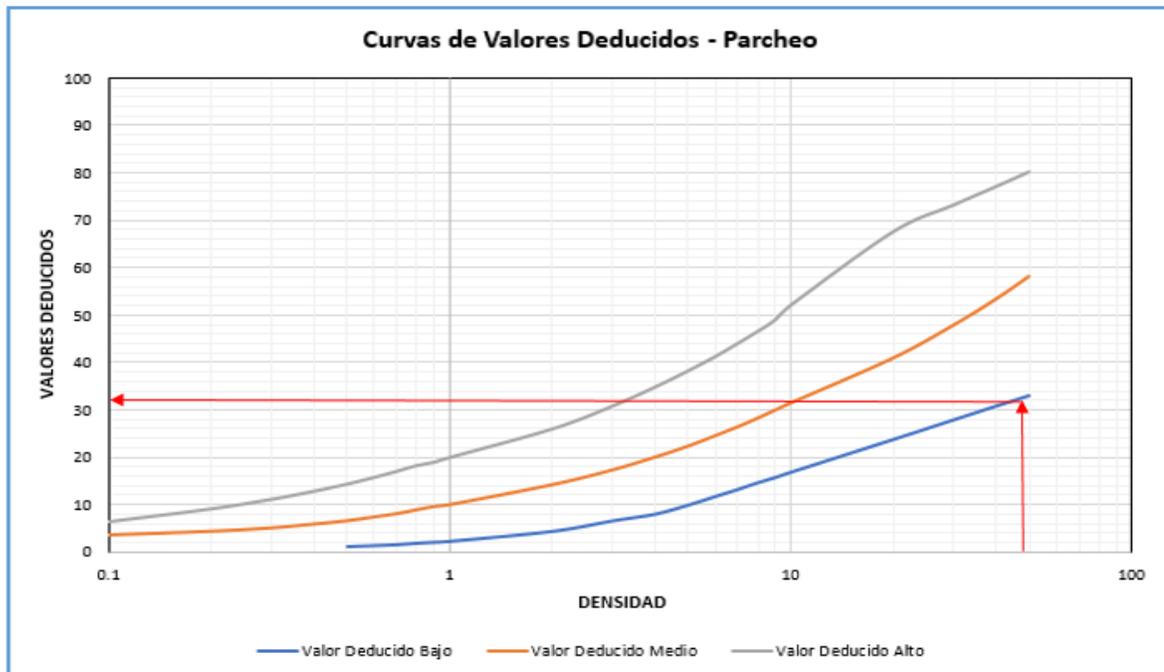


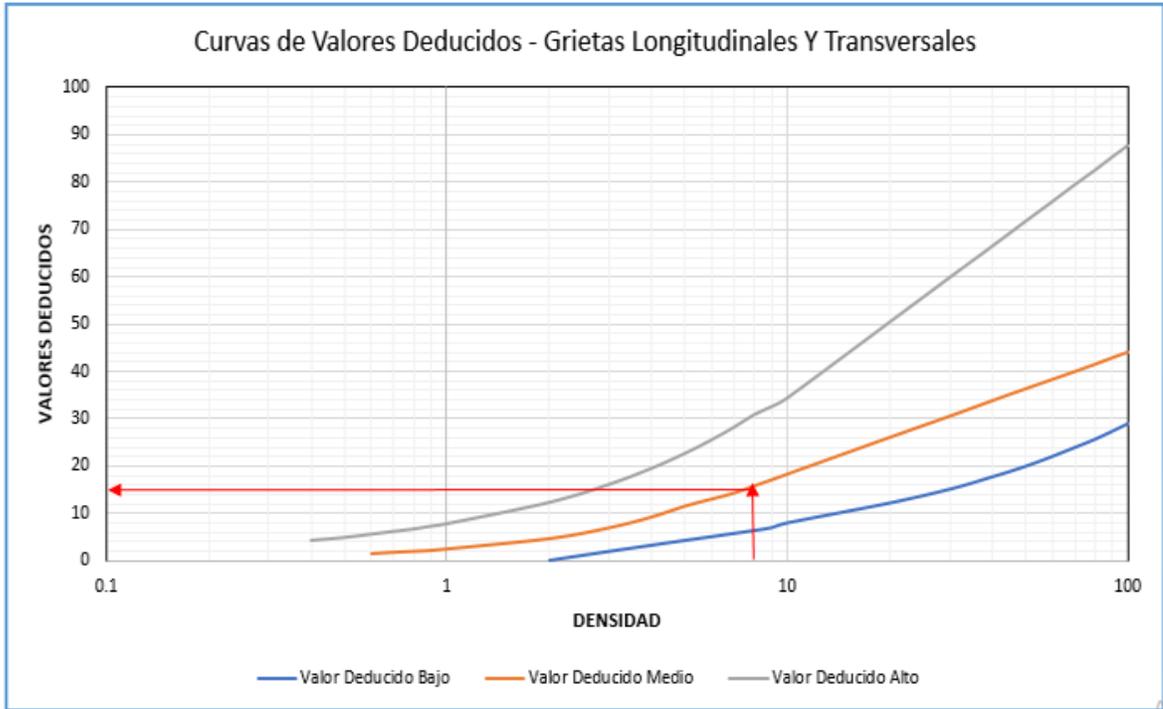
ANEXO F: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 18



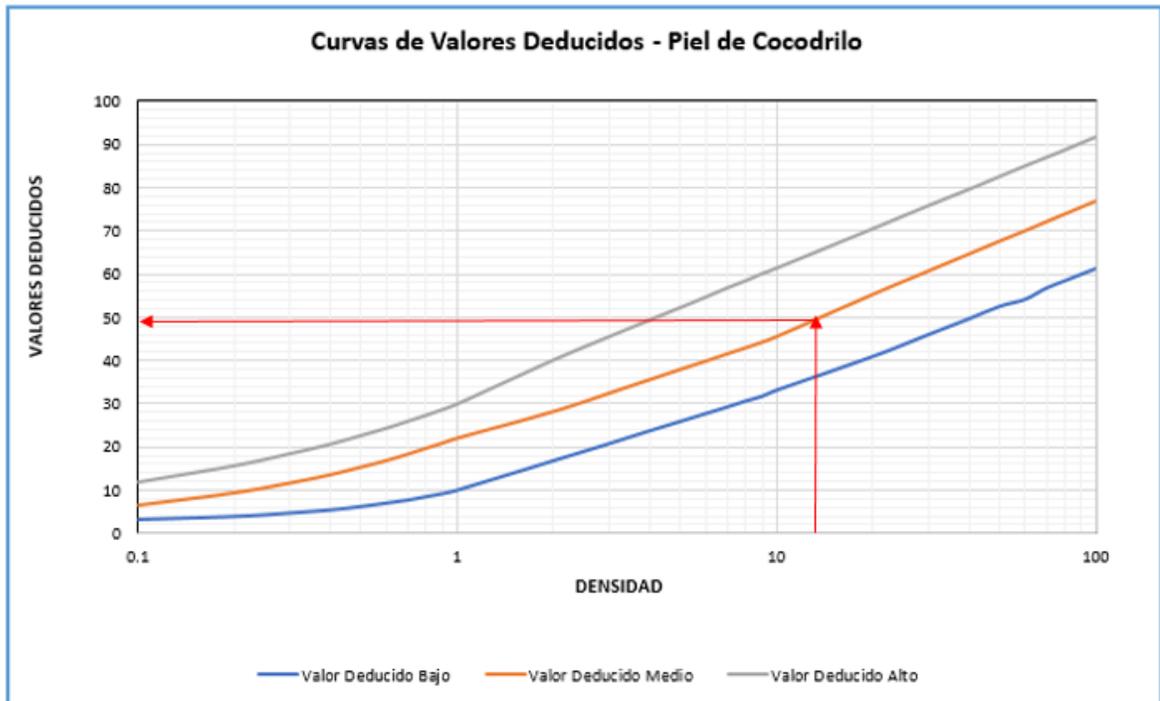


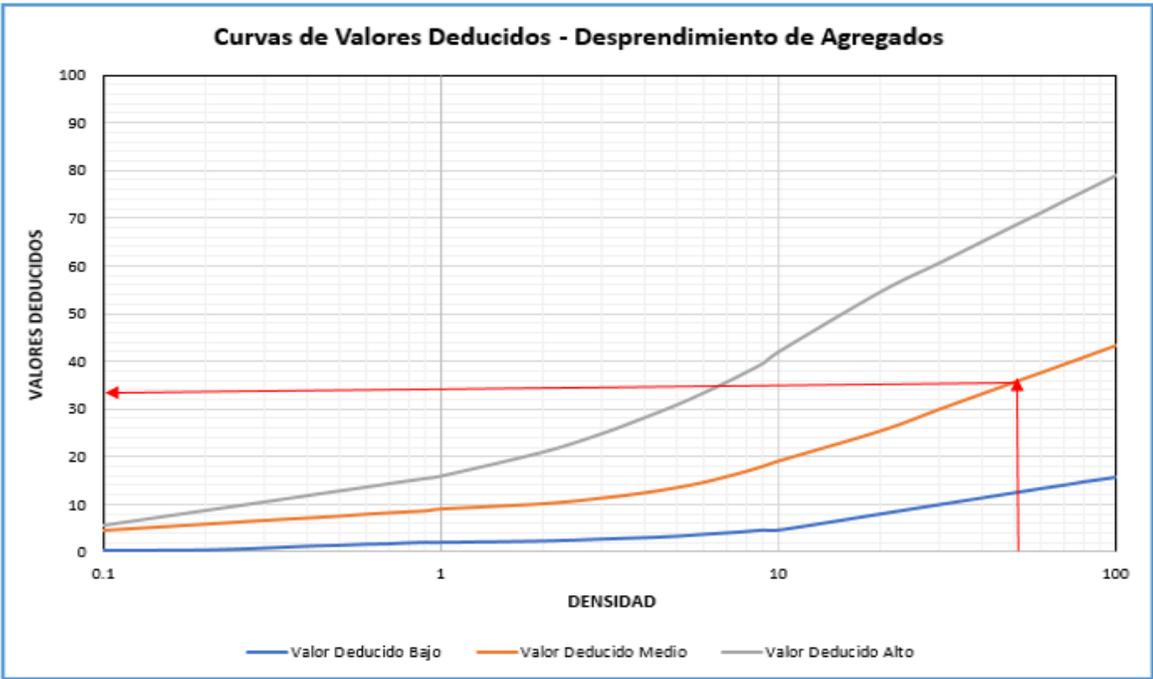
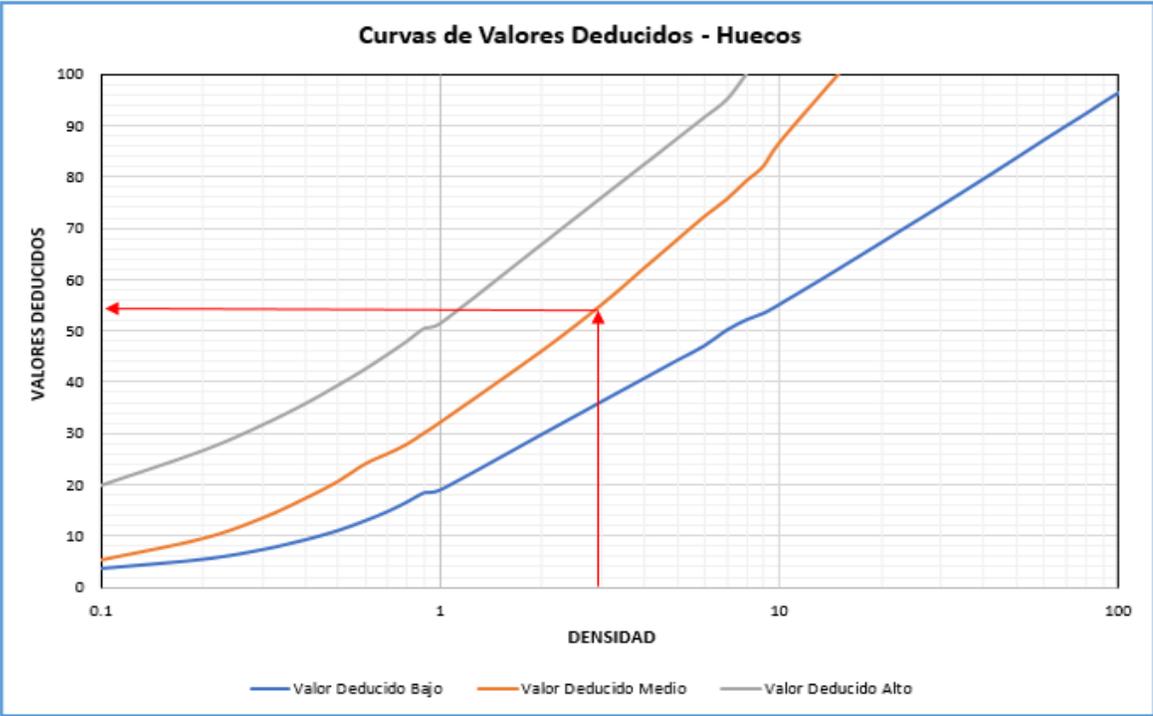
ANEXO G: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 21



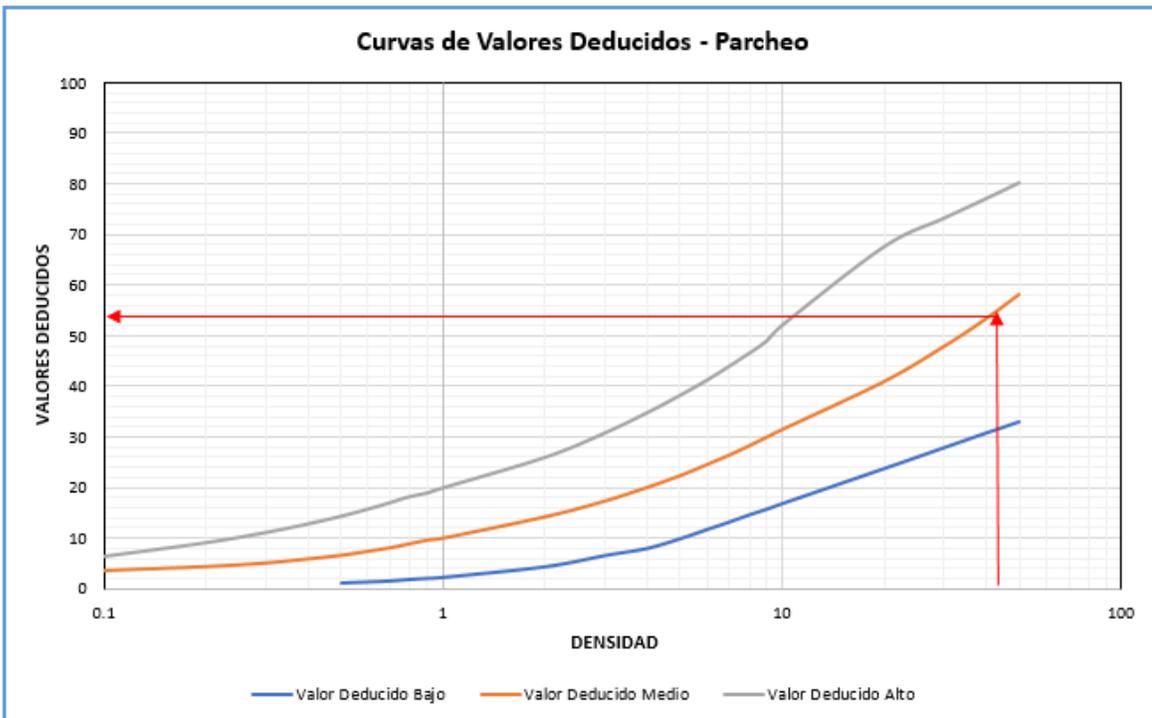
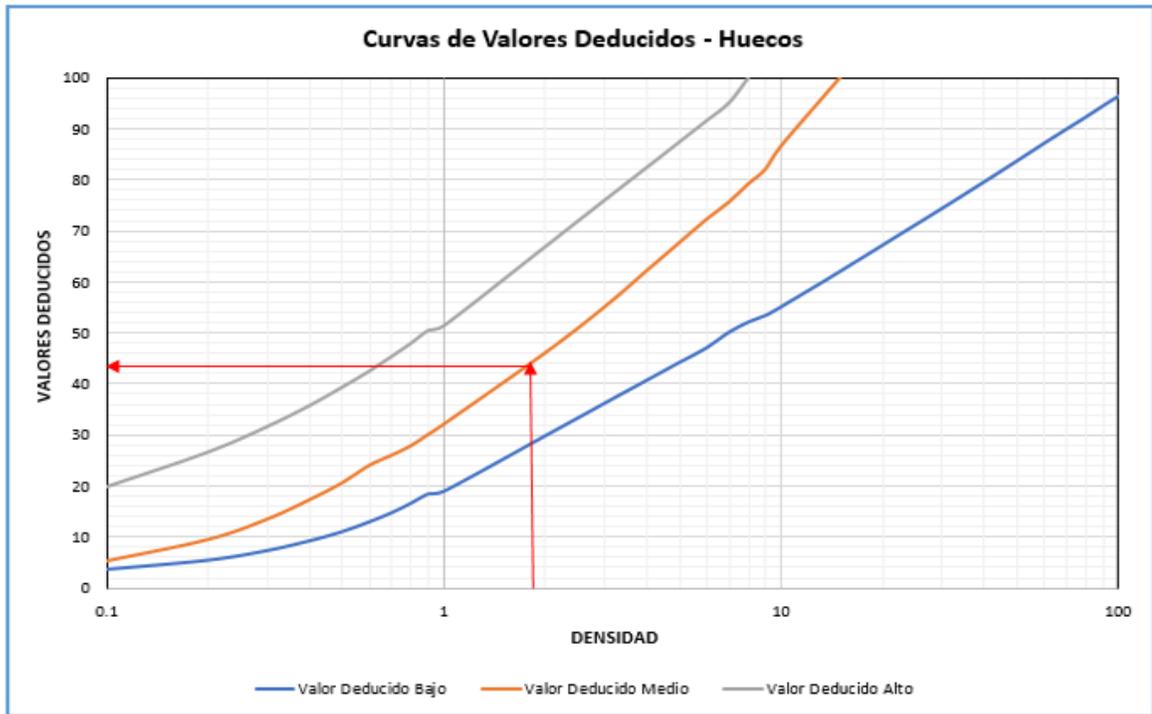


ANEXO H: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 24

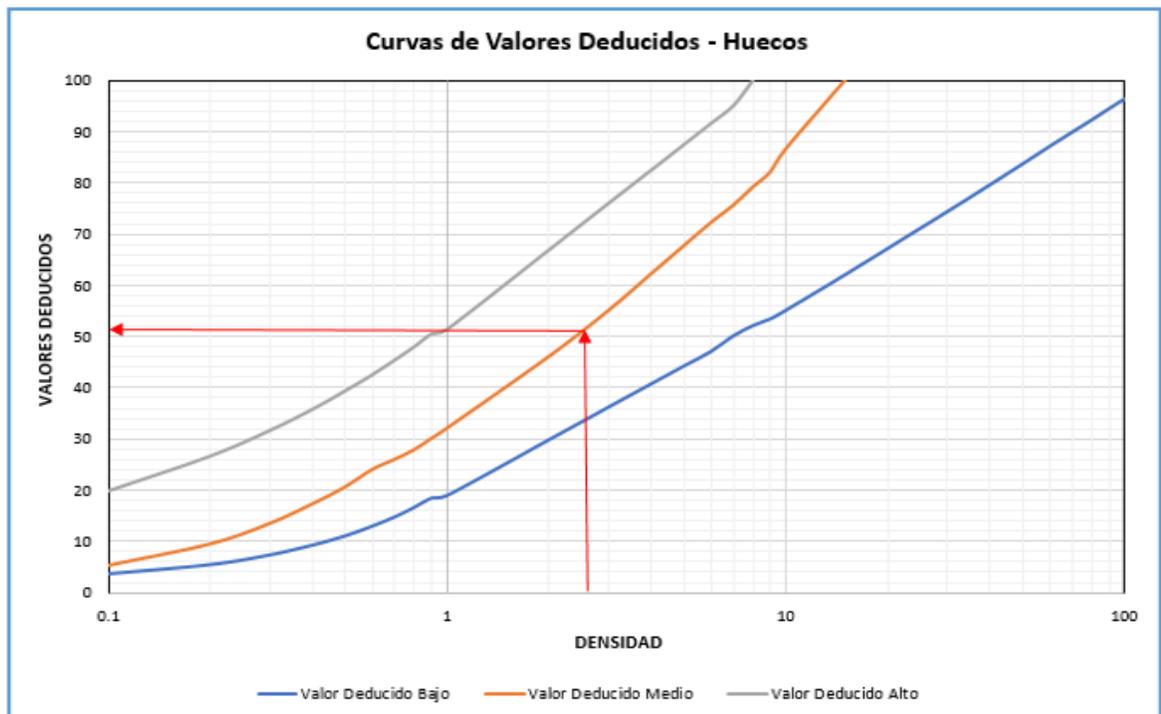
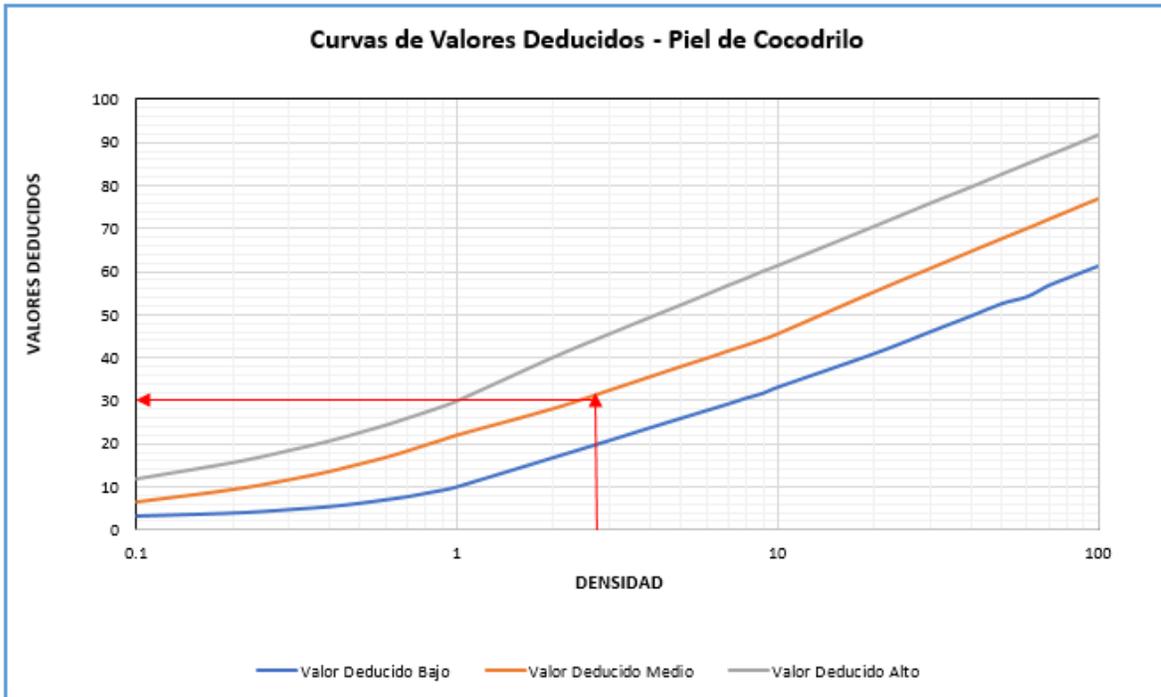




ANEXO I: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 27



ANEXO J: Nomogramas del tipo de fallas de la unidad de muestra 30



ANEXO K: Camiones que transitan constantemente en el tramo.



Fuente: Propia

ANEXO L: Camiones estacionados equipando carga



Fuente: Propia

ANEXO M: Lodo en los Huecos



Fuente: Propia