



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de las patologías aplicando el método PCI en el pavimento  
flexible de la Av. Bolognesi, Piura, 2022**

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

**AUTORES:**

Agurto Palacios, Xenia Anahis (ORCID: 0000-0002-5005-4221)

Ramos Balmaceda, Lidia María Patricia (ORCID: 0000-0001-6514-6332)

**ASESOR:**

Ing. Ordinola Enríquez, Luis Enrique (ORCID: 0000-0003-0439-4988)

**LÍNEA DE ESTUDIO:**

Diseño de Infraestructura Vial

**PIURA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A Dios, por darnos la fortaleza para poder continuar con una de las metas más anheladas, a nuestros padres por su apoyo en todo momento.

## **Agradecimiento**

Nuestro agradecimiento al Ing. Luis Enrique Ordinola por su paciencia y dedicación en cada etapa de la realización de nuestro proyecto.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de estudio.....	26
3.2. Variables y operacionalización.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo .....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.5. Procedimientos.....	30
3.6. Método de análisis de datos:.....	33
3.7. Aspectos éticos .....	33
IV. RESULTADOS .....	34
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS .....	47
ANEXOS .....	54

## Índice de tablas

Tabla 1. Datos de la Avenida Bolognesi.....	31
Tabla 2. Fallas identificadas en el Pavimento flexible - Avenida Bolognesi .....	35
Tabla 3. Nivel de Severidad de las patologías por cada unidad de muestra .....	36
Tabla 4. Índice de condición del pavimento.....	39

## Índice de figuras

Figura 1. Partes de un pavimento asfáltico o flexible .....	9
Figura 2. Partes de un pavimento con losa de concreto y concreto hidráulico .....	9
Figura 3. Partes de un pavimento mixto .....	10
Figura 4. Piel de cocodrilo .....	11
Figura 5. Exudación .....	12
Figura 6. Grieta en Bloque .....	12
Figura 7. Deformación por hundimiento .....	13
Figura 8. Corrugación. Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras .....	14
Figura 9. Depresión de alta severidad.....	14
Figura 10. Agrietamiento en borde de severidad escasa, intermedia y elevada..	15
Figura 11. Grieta por reflexión de junta .....	16
Figura 12. Desnivel de carril de severidad media y alta .....	16
Figura 13. Grietas longitudinales de severidad L, M y H .....	17
Figura 14. Grietas transversales de severidad intermedia y elevada .....	17
Figura 15. Parcheo y acometidas de servicios públicos.....	18
Figura 16. Pulimiento de agregados.....	19
Figura 17. Huecos .....	19
Figura 18. Cruce de vía férrea .....	20
Figura 19. Fenómeno del ahuellamiento .....	20
Figura 20. Desplazamientos de severidad escasa, intermedia y elevada .....	21
Figura 21. Grieta parabólica [Slippage] de severidad intermedia .....	22
Figura 22. Hinchamiento severidad elevada .....	22
Figura 23. Meteorización/ agregados desprendidos de escasa severidad .....	23
Figura 24. Índice de condición del Pavimento (P.C.I.) y escala de graduación ...	24
Figura 25. Ubicación de la Avenida Bolognesi, Distrito y Provincia de Piura.....	30
Figura 26. Avenida Bolognesi - unidades de muestreo .....	34
Figura 27. Índices de condición del Pavimento [P.C.I.] de la Av. Bolognesi-2022. .....	40
Figura 28. Condición en porcentajes de la Av. Bolognesi-2022 .....	40

## Resumen

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo principal evaluar las patologías aplicando el método PCI en el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, Piura, donde la metodología que utilizamos fue una investigación del tipo aplicada con un diseño no experimental, de nivel descriptivo y con un enfoque cuantitativo. Como población tenemos todo el tramo de la Avenida Bolognesi, desde la Avenida Don Bosco hasta la Avenida San Martín, con una longitud de 1+0.98 km, donde aplicando los cálculos respectivos se obtuvo que, a cada unidad de muestra le corresponde una longitud de 35.40 metros, resultando once (11) unidades de muestra más dos (02) adicionales, haciendo un total de trece (13) unidades de muestra con las cuales se ha trabajado. Se ha utilizado la técnica de observación y ficha de observación como instrumento para reconocer los distintos tipos de fallas que presentaba la vía. El pavimento flexible de la Avenida Bolognesi presentó diez tipos de patologías según el PCI, grietas transversales y longitudinales, huecos, parcheo, grieta de borde, agrietamiento en bloque, pulimiento de agregados, desprendimiento de agregados, grieta parabólica y abultamiento y hundimiento, donde se encontró los tres niveles de severidad entre las distintas fallas (baja-media-alta), donde se obtuvo como resultado que el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi tiene un PCI de 68 % siendo el estado del pavimento flexible BUENO.

**Palabras clave:** Pavimento flexible, evaluación, patologías, Método PCI.

## **Abstract**

In the present research work, the main objective was to evaluate the pathologies applying the PCI method in the flexible pavement of Avenida Bolognesi, Piura, where the methodology we used was an applied type of investigation with a non-experimental design, descriptive and with a quantitative approach. As a population we have the entire section of Bolognesi Avenue, from Don Bosco Avenue to San Martín Avenue, with a length of 1+0.98 km, where applying the respective calculations it was obtained that each sample unit corresponds to a length of 35.40 meters, resulting in eleven (11) sample units plus two (02) additional ones, making a total of thirteen (13) sample units with which we have worked. The observation technique and observation sheet have been used as an instrument to recognize the different types of faults that the road presented. The flexible pavement of Bolognesi Avenue presented ten types of pathologies according to the PCI, transverse and longitudinal cracks, holes, patching, edge crack, block cracking, aggregate polishing, aggregate detachment, parabolic crack and bulging and sinking, where found the three levels of severity between the different faults (low-medium-high), where it was obtained as a result that the flexible pavement of Bolognesi Avenue has a PCI of 68%, being the state of the flexible pavement GOOD.

**Keywords:** Flexible pavement, evaluation, pathologies, PCI Method.



## I. INTRODUCCIÓN

En el entorno de la construcción, la calzada tiene patrones básicos para ofrecer un servicio de calidad. Señalando que llamamos pavimento a la estructura que lo conforma una serie de capas, las cuales trabajan dependiendo de la carga que soportará la carretera. De no seguir el procedimiento adecuado, el pavimento está en riesgo de sufrir patologías como son ahuellamiento, piel de cocodrilo, entre otros.

En nuestro estudio **“Evaluación de las patologías aplicando el método PCI en el pavimento flexible de la Av. Bolognesi, Piura, 2022”**, se identificó y analizó las patologías encontradas en la avenida mencionada para luego determinar mediante el método de P.C.I. el estado actual del pavimento. Para ello, se consideró diferentes factores, como el estado climático y la transitabilidad de la vía.

La pregunta de estudio que se planteó: “¿De qué manera la evaluación de las patologías aplicando el método P.C.I. en el pavimento flexible de la Av. Bolognesi, Piura permite identificar las fallas superficiales más frecuentes?”

En la presente investigación hemos considerado como objetivo general, evaluar las patologías aplicando el Método P.C.I. en el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, Piura, 2022, pero para poder resolver y llegar hasta este objetivo hemos planteado 3 objetivos específicos los cuales son; identificar los tipos de patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, Piura, 2022; analizar el nivel de severidad de las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, Piura, 2022 y como último determinar el índice de condición del pavimento flexible en la Av. Bolognesi con la Metodología P.C.I, Piura, 2022.

Utilizamos P.C.I. para poder definir así un valor [de 0-100], con el que establecimos el estado de la calzada en Avenida Bolognesi. El método utilizado en el estudio fue cuantitativo no experimental.

El análisis en esta avenida presenta un estudio alentado, en relación al estado actual, examinando los causantes que deterioran el pavimento, sin dañarla.

Se ha demostrado que diseñar y realizar un pavimento no basta para afianzar la excelencia del mismo, se debe realizar un cuidado periódico para así evitar la presentación de patologías o el empeoramiento de situaciones mayores y resguardar la estructura de la vía.

Para poder evaluar las patologías existentes, previamente realizamos un análisis visual por cada unidad de muestreo en el pavimento. Para esto se utilizó los subsiguientes materiales: cámara fotográfica, ficha de apunte, conos de seguridad, yeso, regla de madera, wincha metálica en metros de 5, wincha de 30mtrs., y EPP.

Este estudio está justificado por la necesidad de identificar y darle evaluación a las patologías que se encuentran en la calzada de la Avenida Bolognesi, Piura. El nivel de severidad se definirá por el tipo de patologías y los componentes que lo causan y que se logren identificar. De tal manera fomentaremos un tipo de estudio descriptivo no experimental.

## II. MARCO TEÓRICO

En la búsqueda de información hemos logrado hallar las subsiguientes investigaciones previas a la nuestra, las cuales se mencionan a continuación:

Calderón, Cardozo y García (2019) en su estudio sobre las patologías en la calzada de la vía Ibagué – Rovira – Rovira en Tolima – Colombia, se consideró como propósito definir el nivel de deterioro la calzada en el trayecto mencionado mediante un análisis de los daños superficiales y estructurales, debido a que ese trayecto es de importancia dentro de la economía de la ciudad.

El tipo de estudio fue cualitativo – descriptivo y no experimental, en algunos casos cuantitativo, para ello el autor realizó una inspección visual y dividió el trayecto en tramos de 20 m para un mejor análisis. Se decretaron las diferentes clases de patologías que presenta, así como los motivos del deterioro del tramo, y para concluir las posibles técnicas de reparación.

La conclusión es que el pavimento del trayecto presenta las subsiguientes condiciones como desprendimiento de la película adhesiva, grieta de borde y piel de cocodrilo, entre otras. La mayor parte de su estado de deterioro es malo, y a la vez se logró observar que el factor principal causante del estado de la vía es el drenaje, por lo cual refiere que esta necesita un inmediato sostenimiento y mejoramiento.

Sabando (2019) refiere en su trabajo de estudio denominado “Evaluación del estado de la calzada mediante el P.C.I. de la carretera Puerto – Aeropuerto (tramo II) desde la abscisa 1+080,00 a 4+680,00 ubicada en Manta Ecuador”, donde consideraron como finalidad descubrir el estado de la calzada de la carretera mediante el procedimiento P.C.I. para comprender la situación actual de la calzada existente, el tipo de estudio es descriptivo en lugar de experimental.

A través de la observación, estudio de información y la ejecución de tablas de inspección aplicadas a las 26 muestras seleccionadas, donde se identificó el

número, tipo y situación del pavimento, a la vez se logró también reconocer diferentes patologías presentes en esta carretera.

El autor concluye que el P.C.I. del segundo tramo del trayecto en cuestión es de 49 por ciento, lo que hace que tenga condiciones regulares de operación, lo cual es contrario a la hipótesis planteada, encontrándose diferentes fallas y niveles de severidad en todas las muestras de trabajo. Las fallas severas son: piel de cocodrilo, agregados desprendidos, grietas transversales y longitudinales.

Se recomendó realizar un cuidado de la zona estudiada, así como una evaluación estructural de la carretera.

Pachay (2017) en su tesis relacionada a la evaluación de las patologías que generan la avería de la ruta y el estado de la calzada a través del procedimiento P.C.I. realizó su estudio en el trayecto de acceso a la Parroquia La Unión-Jipijapa-Ecuador.

El estudio tuvo por objetivo evaluar el estado del pavimento asfáltico del trayecto anteriormente mencionado, medir cada falla encontrada para analizar las propiedades existentes del área de manera superficial y estructural, nivel de severidad, a través del P.C.I. El tipo de estudio es descriptiva no experimental.

El autor recopiló información a través de la observación y aplicación de tablas, utilizando 11 unidades de muestra, y encontró que hubo más incidentes de las subsiguientes patologías como fisuras, grietas longitudinales y surcos.

El autor concluye que cada unidad muestral presenta diferentes clases de patologías y estados de gravedad por lo que el estado final de la calzada que conduce a la Parroquia de La Unión [0+000-0+966] es del 30 por ciento estando en mal estado, lo que significa la reconstrucción de la carretera mencionada anteriormente.

Tacza y Rodriguez (2018) realizó una pesquisa sobre la evaluación de los deterioros mediante el P.C.I. y planeamiento de opciones de interposición para dar

mejora a la situación de la calzada, se realizó el estudio en la avenida Javier Prado, en el área del Carril Segregado del corredor, Lima-Perú.

El propósito del estudio era proponer un plan de intervención para mejorar la calzada de el área de estudio, siendo el tipo de estudio descriptivo- no experimental.

Los autores realizaron un levantamiento de información de campo, verificando el número, tipo y gravedad de cada falla existente, y luego se utilizó el P.C.I. para evaluar el área de la carretera a un total de 18 unidades de muestra. Entre ellas, se logró verificar que hay 8 patologías con mayor incidencia tipo: desplazamiento y ahuellamiento 14 por ciento, huecos 17 por ciento, grietas transversales y longitudinales 18 por ciento y piel de cocodrilo 20 por ciento.

En base a la información recopilada en el estudio, los autores concluyeron que el área de estudio necesita un amparo inmediato a pequeña escala porque el valor de P.C.I. calculado es equivalente al 57 por ciento y las condiciones operativas se califican como buenas.

Salazar (2019) en su tesis relacionada con la Evaluación del estado de la calzada aplicando el P.C.I., el estudio se realizó en la Carretera Pomalca – Tután desde el km 0- 10km en la ciudad de Chiclayo.

El propósito de su estudio fue determinar y estudiar las fallas y el estado de la calzada a través del P.C.I, con el fin de proponer alternativas de solución que puedan mejorar el tránsito vial.

El tipo de estudio que se aplicó para este estudio fue descriptivo-no experimental, se recopiló información a través de fichas de observación y evaluación para pavimentos flexibles, con 157 unidades de muestrales. Los resultados de las patologías más recurrentes son los subsiguientes: fisuras transversales y longitudinales 1.83 por ciento, huecos 2.91 por ciento, exudación, pulido de áridos 23.39 por ciento, ahuellamiento 23.85 por ciento, así mismo, abultamiento y hundimiento 24.01por ciento.

Con base al estudio realizado, el autor concluye que el carril en discusión presenta diferentes clases de patologías, con un P.C.I. de 68.59 por ciento lo que indica que se encuentra en buen estado y que se requieren pequeñas acciones de cuidados rutinarios para mejorar la transitabilidad de la ruta.

Campos (2017) en la tesis sobre “Evaluación del estado de la calzada según el P.C.I. de la vía Centro Poblado Huambocancha Baja – Centro Poblado El Batán” realizada en la ciudad de Cajamarca, refiere que tuvo como finalidad conocer y examinar el estado del pavimento mencionado, aplicando el P.C.I.

El tipo de estudio es no experimental-descriptiva, realizando inspección visual. En este estudio se realizó un estudio de campo en 78 unidades de muestra, y se observó que dicho trayecto presenta una capa de asfalto degradado debido al uso, impacto ambiental, diseño y proceso de construcción.

Las fallas más frecuentes son: abultamiento y hundimiento, piel de cocodrilo, fisuras de borde, fisuras en bloque, fisuras transversales y longitudinales, parches de cortes de utilidad, baches, ahuellamiento, desprendimiento por meteorización y aflojamiento de agregados.

Luego del estudio, el autor concluyó que la calzada de la carretera Huambocancha Baja – El batán se encuentra en estado regular con un P.C.I. de 47.15 por ciento, a la vez debido a los diferentes síntomas encontrados se requiere un sostenimiento correctivo regular en el área investigada.

Aguilera (2017) en su tesis relacionada con la determinación del estado de la calzada en la Av. Don Bosco [desde de Av. Marcavelica hasta Av. Amotape], Veintiséis de Octubre-Piura, este estudio tuvo por finalidad diagnosticar el índice de integridad estructural del pavimento, la escala y el tipo de patologías, y la situación operacional del área estudiada mediante P.C.I.

El tipo de estudio corresponde al tipo descriptivo-cualitativo, no-experimental y transversal.

El autor realizó 8 unidades de muestras con un largo total de 510 metros, los resultados obtenidos muestran que las patologías más comunes y con mayor recurrencia son 6: desprendimiento de agregados 10,328 por ciento, agregado pulido 9,361 por ciento, exudación 5,238 por ciento, huecos 4,460 por ciento, depresión 4,213 por ciento, piel de cocodrilo 1,768 por ciento.

Por lo tanto, el autor concluye basándose en el estudio y aplicación del P.C.I. que el estado operacional del área de estudio es 42,33 por ciento y la gravedad es relativamente elevada.

Araujo y Carmen (2020) en su tesis sobre el estudio superficial de la calzada aplicando el del P.C.I. en Jirón Los Incas-Piura, el estudio tuvo como finalidad definir el deterioro superficial de la calzada en la zona de investigación a través del P.C.I.

El tipo de estudio corresponde al tipo no experimental-descriptiva, utilizando técnicas y perspectivas cuantitativas.

Los autores analizaron 27 unidades de muestra y obtuvieron como resultado un total de 13 fallas en 3 niveles de gravedad [alta, intermedia y escasa].

Con base en la aplicación y cálculo del P.C.I., los autores concluyeron que las condiciones del pavimento son colapsados, pobres, regular, buena y muy buena, las clases de intervención que se pueden proponer son el sellado de fisuras, el reemplazo de la base de partículas, capa y remoción de asfalto.

Mechato y Yarleque (2020) en su tesis relacionada al análisis de la situación de las hendiduras del pavimento de la Av. Santa Margarita-Piura, su estudio tuvo por objetivo analizar, estudiar y cuantificar el estado físico de dicha avenida a través del P.C.I.

El tipo de investigación en este caso corresponde al tipo descriptivo y no-experimental, de corte transversal con perspectiva cuantitativa, los autores realizaron el muestreo de 11 tramos dando como resultados que se localizaron 8

clases de daños y el estado en que se encuentra va entre bajo, medio y alto, la patología más frecuente es pulimiento de agregados y peladura por intemperismo con un 80 por ciento [4138.98 m<sup>2</sup>] del área total de la Avenida en cuestión.

Llegaron a definir que el pavimento presenta un P.C.I. del 43 por ciento y por lo cual el estado de la avenida es regular, pero debido a tramos con niveles altos se puede decir que la ruta está comenzando a colapsar por lo cual se propone la rehabilitación utilizando técnicas más engorrosas y los cuales generarían mayores gastos ante un posible proyecto.

Referente a las teorías relacionadas con la variable del trabajo de investigación hemos identificado las subsiguientes:

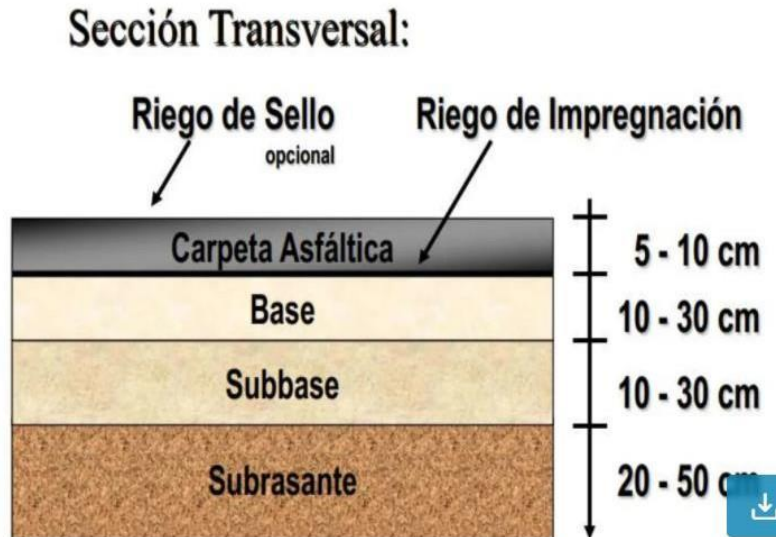
La teoría del Ing. Montejo (1998) afirma que “el pavimento lo constituye un ligado de mantos horizontales erigidas con materiales compactos y adecuados. Estos deberán resistir el esfuerzo que ejerce la carga del tráfico” (p.1).

A nivel mundial se conocen e identifican tres [03] clases de pavimentos, los cuales se logran distinguir de manera principal por el paquete estructural que cada uno de ellos presenta.

Esto se puede corroborar a través del órgano rector del sistema de transportes, Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos dice que el pavimento se cataloga en 03 categorías: flexibles, rígidos y semirrígidos o mixtos.

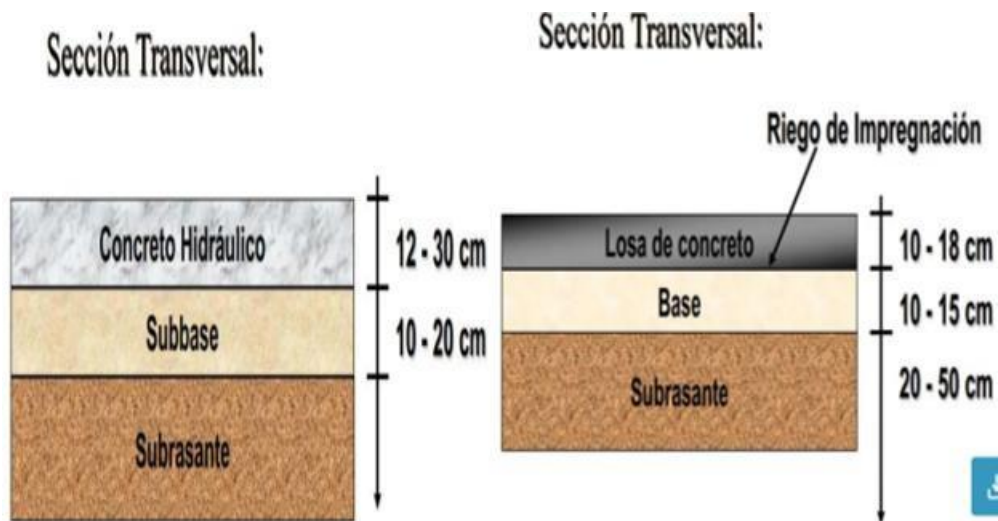
Los pavimentos flexibles o pavimentos asfálticos, están conformados estructuralmente por unas capas granulares como lo son: subbase, base y la capa asfáltica o de rodadura. Este tiene una data de longevidad que oscila entre diez [10] a quince [15] años, es el más económico y el que requiere mayor cuidado para lograr con las especificaciones para las que fue diseñado y así poder cumplir con su periodo fase utilidad.





**Figura 1.** Partes de un pavimento asfáltico o flexible

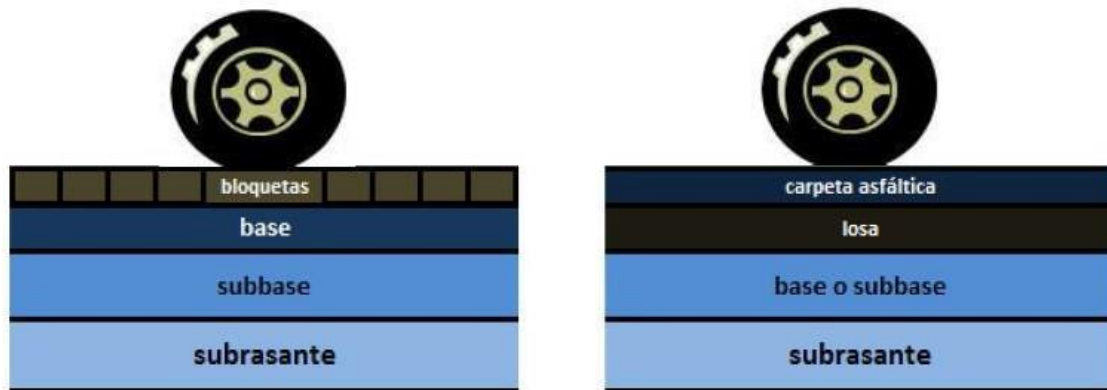
Tal como se observa en, **Figura 1.** Partes de un pavimento asfáltico o flexible el envoltorio estructural de un pavimento flexible está formado por la subrasante con espesor entre los 20 y 50 cm, sub base espesor entre 10 a 30 cm, base con espesor de 10 a 30 cm y carpeta asfáltica con espesor de 5 a 10 cm.



**Figura 2.** Partes de un pavimento con losa de concreto y concreto hidráulico

Pavimentos rígidos, o pavimento de concreto o hidráulico, están compuestos por losas de concretos de cemento Portland que están separadas una de otra por juntas de dilatación, estas van sobre la base granular y subrasante. Su periodo de duración va entre 20 y 40 años, su construcción y diseño es más elevado que el asfáltico, pero de poco sostenimiento.

Pavimentos semirrígidos, mixtos o híbridos, vienen hacer una mezcla del diseño y estructura de las calzadas flexibles y rígidos, es decir son los conocidos adoquines o bloques de concreto, son prefabricados y con forma rectangular como un ladrillo, cuyo cargo es el de reducir la velocidad de los móviles que se trasladan por la vía, son usados para tramos cortos. Existen también algunos con carpeta de emulsión asfáltica y que están sobre una losa de cemento Portland.



*Figura 3.* Partes de un pavimento mixto

El pavimento se compone de las subsiguientes partes: manto de rodadura, que es la parte visible o superior de un pavimento y es bituminosa en el caso de pavimentos flexibles o de hormigón de cemento-portland para los rígidos, cuyo empleo es recibir verdaderamente la carga de los vehículos en tránsito; la base esta antes de la capa de rodadura y su tarea axial es soportar, transmitir y distribuir las cargas que genera el conjunto de vehículos que se desplacen por la vía, es en su mayoría una capa granular con CBR > 80 por ciento y finalmente tenemos la sub- base es la cama de material desarrollado, como además del espesor previamente diseñado con un CBR > 40 por ciento, funciona tanto como capa drenante como controladora de la capilaridad del agua. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 24)

Uno de nuestros temas que servirá para la presente investigación es patologías en la calzada. Existen cuatro grupos de modos de fallas las cuales son deformaciones permanentes, distorsiones; agrietamiento, desintegraciones, las fracturas, las disgregaciones y alteración de la superficie de rodamiento, del pavimento y otros, incluido daños originados por exudaciones o bien por efecto de la acumulación de

trabajos de conservación. (Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación- Catálogos de fallas, 1990).

Pero nos preguntamos y cuáles son esas fallas que se pueden presentar, he ahí donde Vásquez (2002) en P.C.I. refiere que existen diecinueve [19] patologías para los pavimentos flexibles: exudación, piel de cocodrilo, agrietamientos en bloque, hundimientos, abultamientos, depresión, corrugación, grieta de borde, grieta de reflexión de junta, desnivel de carril-berma, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, cruce de vía férrea, desplazamiento, ahuellamiento, grieta parabólica, agregados desprendidos e hinchamiento .



*Figura 4.* Piel de cocodrilo. Blogger (2014)

La piel de cocodrilo está configurada como un aglomerado de fisuras unidas entre sí, originada por fatiga del manto de rodadura de asfalto la cual está sometida a las cargas de los vehículos. La falla se origina a nivel más profundo de la base estabilizada, y estas se esparcen en la superficie de manera de fisuras longitudinales. Esto se da con mucha ocurrencia en partes donde existe mayores cargas vehiculares.



**Figura 5.** Exudación. Blogger (2014)

La exudación se trata de un brote de material bituminoso en fina capa, que aparece en la parte superior de la carretera, es transparente, luminoso y reflectante que puede ser como ligante. Es causada por la extralimitación de asfalto, sellante asfáltico y por la ausencia de aire en vacíos en su estructura. Se lleva a cabo cuando el asfalto ingresa a los vacíos que deja la mezcla, generalmente a elevadas temperaturas ambientales y se esparce por toda el área del pavimento.



**Figura 6.** Grieta en Bloque. Iachini (2020)

Grieta en bloque: se les llama a las fisuras vinculadas entre sí que separan el pavimento en piezas semi rectangulares. Estos bloques tienden a tener diferentes longitudes. Son causadas en su mayoría por el encogimiento del concreto asfáltico y la diferenciación en el nivel de temperatura diaria, creando tiempos diarios de imperfección unitaria. Este tipo de agrietamiento a comparación de otros no está relacionado a cargas, indicando un endurecimiento significativo del pavimento.



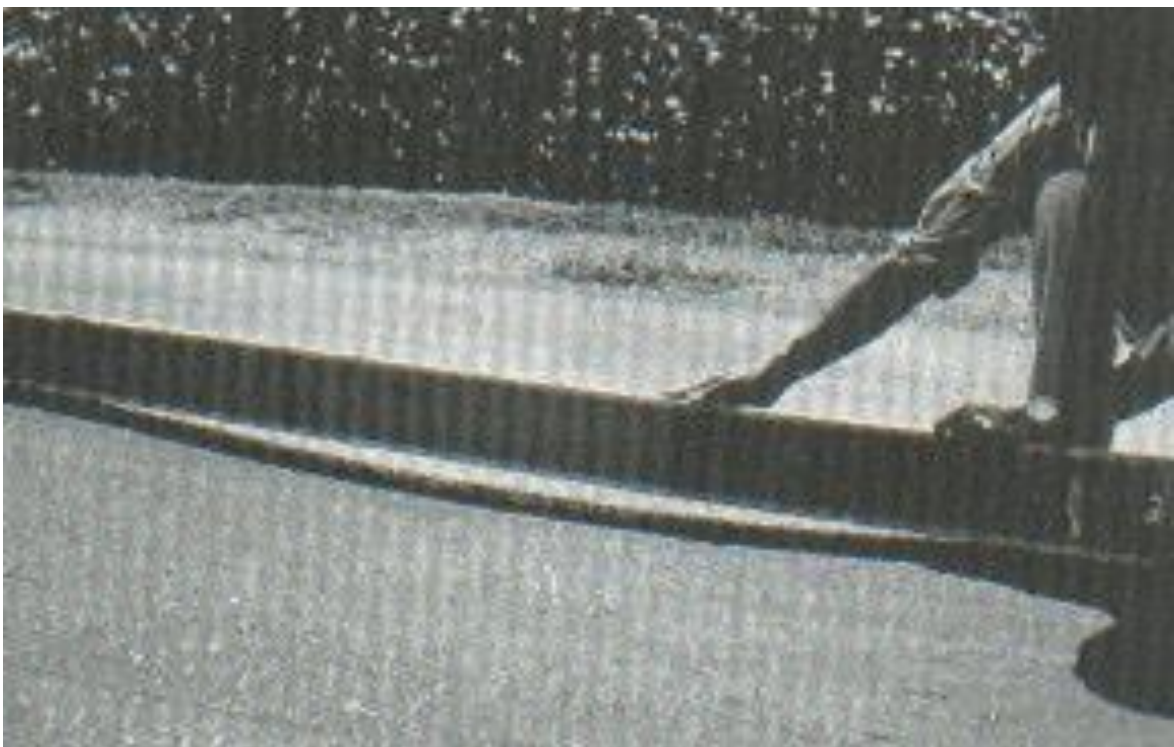
*Figura 7.* Deformación por hundimiento. Rodas & Ybarra (2018)

Abultamientos [Bumps] y hundimientos [bumps]: son diminutos desplazamientos que se generan en la parte superficial del pavimento. Lo que los hace distintos a los desplazamientos, es que estos son originados por la inestabilidad del paquete estructural.



**Figura 8.** Corrugación. Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras (2020)

Corrugación: es una sucesión de cimas y depresiones con espacios cortos con intervalos regulares menores a 3.0 m, en su mayoría son perpendiculares al sentido del tránsito, es por ello que se afirma que se origina por la transitabilidad vehicular.



**Figura 9.** Depresión de alta severidad. Vásquez (2002)

Depresión: son secciones ubicadas en la carpeta asfáltica con magnitudes ligeramente menores que el pavimento a su entorno. Es por ello que estas depresiones en su mayoría se logran visualizar después de las lluvias, ya que se forman los denominados “charcos” y por las marcas que genera el agua estancada, causando así un hidroplaneo. Las depresiones se dan principalmente por el asiento de la subrasante, así también por un error en su paquete estructural al momento de su construcción.



**Figura 10.** Agrietamiento en borde de severidad escasa, intermedia y elevada. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas (2016)

Grieta de borde: es la continua pérdida de los bordes de la calzada ya sea a través de la disgregación o merma de la mezcla del aglomerado. Originando que los bordes presenten irregularidades de manera horizontal reduciendo así el ancho de la vía, exhibiendo parte de la base del pavimento, generando hundimientos y a la vez desprendimientos que se dan entre los 0.30 m y 0.50 m cercanos al borde del pavimento (Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogos de fallas, 1990)



**Figura 11.** Grieta por reflexión de junta. Diccionario-Geotecnia.online (2021)

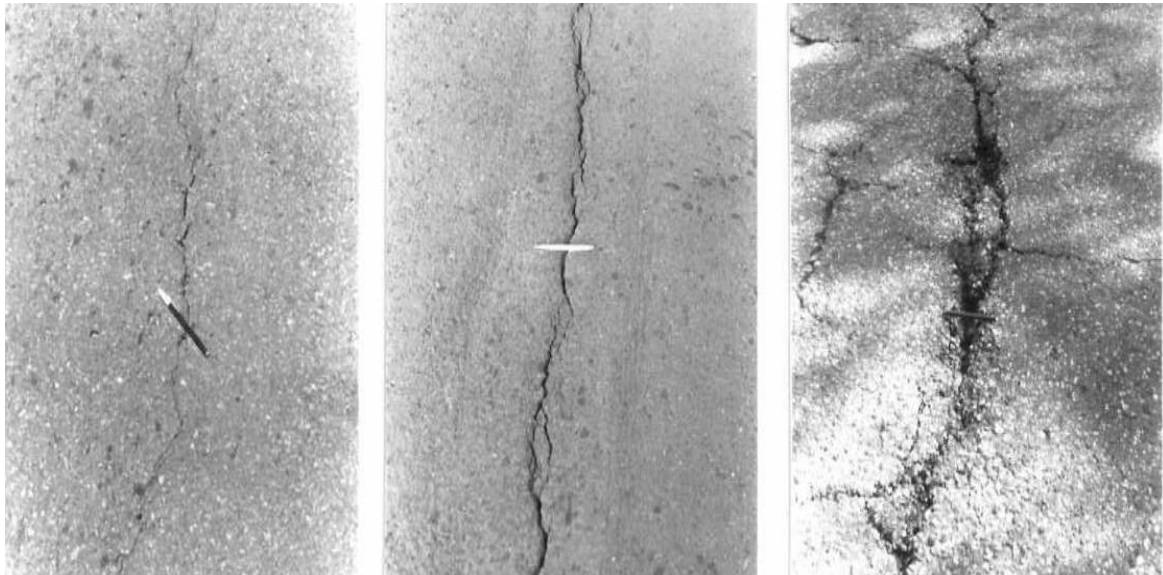
Grieta de reflexión de junta: sucede en pavimentos compuestos o mixtos, los cuales tienen una capa asfáltica por encima de losas de concreto. Son causadas por los movimientos horizontales y verticales de las juntas de las losas de concreto (Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación- Catálogos de fallas, 1990).



**Figura 12.** Desnivel de carril de severidad media y alta. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas (2016)

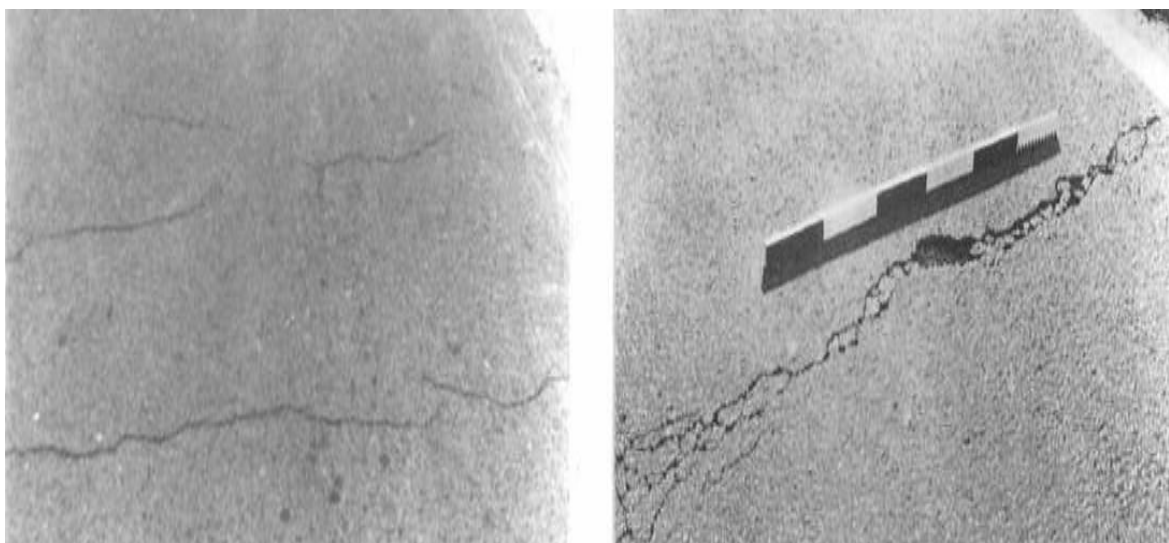


Desnivel de Berma-carril: es la desigualdad entre el borde de la berma y del pavimento. Esto se da por la socavación, asentamiento de la berma y a la aplicación de sobre carpetas en dicha vía sin regirse al ras de la berma.



**Figura 13.** Grietas longitudinales de severidad L, M y H. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas (2016)

Fisuras transversales y longitudinales: las fisuras de tipo longitudinal son las fracturas paralelas al eje de la carretera que se extiende sobre el área de la calzada o pavimento con una longitud de 0.30 a 0.60 m del borde. Originada por la pobreza de juntas longitudinales, pérdida de flexibilidad, deficiente confinamiento lateral (Coronado I, 2000).



**Figura 14.** Grietas transversales de severidad intermedia y elevada. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (2016)

Transversales son fisuras de forma recta que se esparcen a través de la carpeta asfáltica al centro de la rúa. Genera daños a todo el carril o ancho de la vía o con un límite de 0.60 m cerca al borde. Se dividen en espacios entre los 5 y 20 m. Son causadas por un mal diseño en el cálculo o estimación del espesor de la capa asfáltica, por existencia de grietas de borde, oxidación del asfalto, asentamiento de los terraplenes (Coronado I, 2000).



*Figura 15.* Parcheo y acometidas de servicios públicos. Elaboración propia (2022)

Parqueo y acometidas de asistencias pública: es una unidad o parte del pavimento que ha sido cambiada por un reciente material para restituir el pavimento que ya existe, o cuando se realiza cambio o conservación de ductos que pasan por debajo del pavimento, en su mayoría presenta alguna rugosidad a causa de dicho daño.



**Figura 16.** Pulimiento de agregados. Vásquez (2002)

Pulimiento de agregados: se da un proceso de suavización de los agregados, por lo cual al tacto se siente suave, es originado por una repetitiva carga que ejercen los vehículos sobre la vía. El daño se indica a través del ensayo de resistencia al deslizamiento.



**Figura 17.** Huecos. Depositphotos

Huecos: son pequeños declives con dimensiones transversales  $< 0.9$  metros y con una representación de bol. La extensión se apresura por la retención de agua en ellos, los huecos son causados cuando el tráfico de los vehículos desprende trozos de la calzada. El incremento de dicho daño se debe a un mal diseño de mezcla en su elaboración.



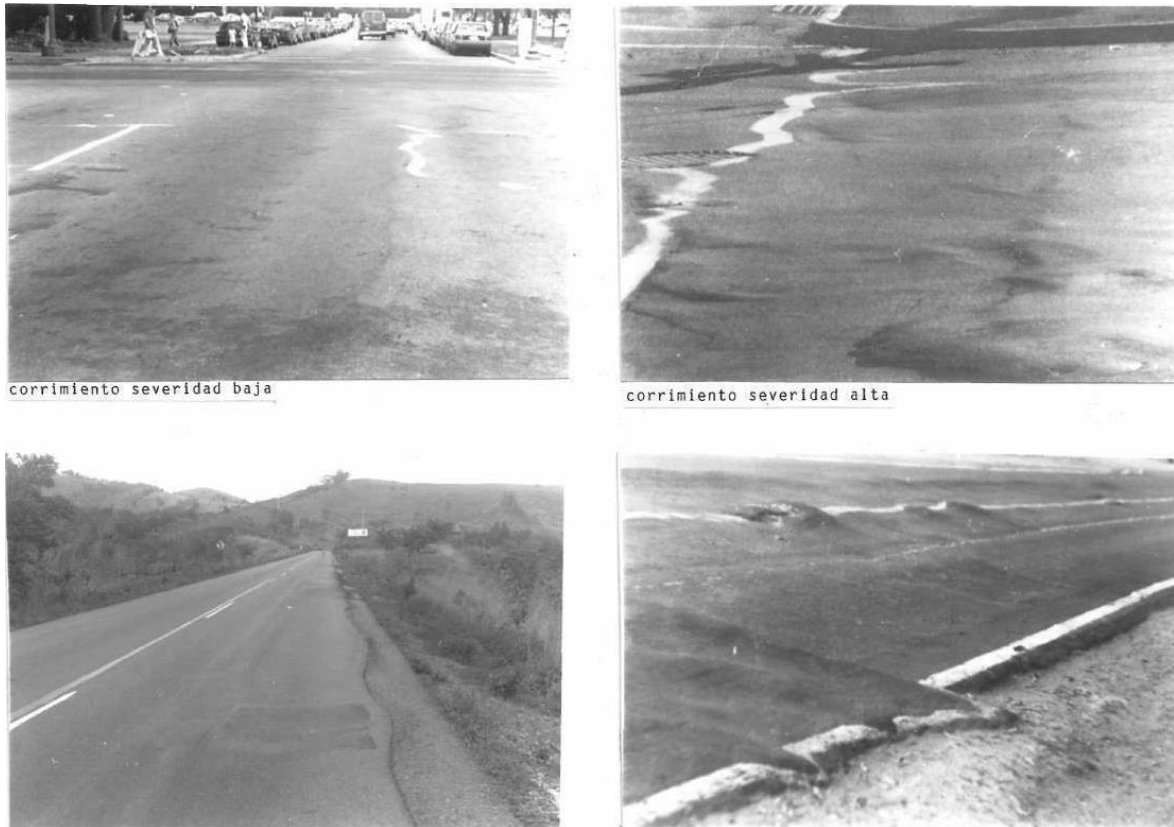
*Figura 18.* Cruce de vía férrea. Televisa Regional (2019)

Cruce de vía férrea: Según Vásquez (2002) “Los defectos relacionados a los cruces de las vías férreas son abultamientos o depresiones periféricamente a los rieles o entre ellos” (p. 35).



*Figura 19.* Fenómeno del ahuellamiento. Reyes Lizcano (2011)

Ahuellamiento: se trata de la deformación en la capa de rodadura originada por las huellas de las llantas de los móviles, generando una deformación perenne en el área de rodadura generada por los movimientos laterales de los materiales que conforman dicho pavimento debido al peso del tránsito. Cuando el daño es de magnitud considerable da paso a una falla estructural severa.



**Figura 20.** Desplazamientos de severidad escasa, intermedia y elevada. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas (2016)

Desplazamiento: es el movimiento longitudinal y perenne de una porción de la superficie de rodadura, que son causadas por los esfuerzos de los móviles, generando una corta y fuerte onda. En su mayoría acontece en pavimentos cutback de asfaltos o emulsiones del mismo.



**Figura 21.** Grieta parabólica [Slippage] de severidad intermedia. Vázquez Varela, (2002)

Grietas parabólicas (Slippage): Son fisuras que se generan por las llantas de los vehículos cuando frenan abruptamente desencadenando la deformación de la carpeta, esto debido a la escasa resistencia de la mezcla al momento de su construcción. Tienen la forma de una media luna.



**Figura 22.** Hinchamiento severidad elevada. Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación- Catálogo de fallas (2016)

Hinchamiento: se manifiesta a través de una curvatura hacia la superficie de la carpeta asfáltica, dando paso a una onda prolongada con una distancia superior a 3.0 m. este tipo de afectación o daño conlleva también a un agrietamiento leve.



*Figura 23.* Meteorización/ agregados desprendidos de escasa severidad. Vásquez (2002)

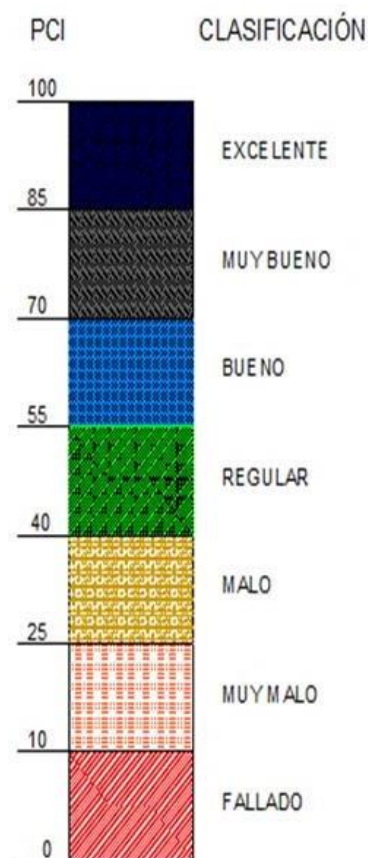
Desprendimiento/ Meteorización de agregados: es la degradación del estrato del pavimento causada por el deterioro del ligante que se encuentra en el asfalto. Esto se puede deber a las cargas vehiculares de más de 2 ejes, generando una mayor presión al pavimento.

Hay que tener presente que estas patologías también denominadas fallas van a alterar la situación y desenvolvimiento del pavimento al igual que sus condiciones operativas, reduciendo su servicialidad, esto se ve reflejado en algunos casos en daños estructurales como la pérdida de dicho pavimento en un tiempo menor al estimado en los cálculos de diseño.

Se miden en 3 niveles de severidad: elevada [H], intermedia [M] y escasa [L].

Hardik, Jyoti y Rivandri (como se citó en Araujo y Carmen, 2020) refieren en su investigación que existen algunos programas o sistemas que permiten evaluar de manera fiable el estado en el que se encuentran los pavimentos flexibles, afirmando que el método P.C.I. es uno de los más factibles, ya que a través de la observación visual y algunos cálculos numéricos, nos proporcionan información y datos confiables que permiten dar con los requisitos y criterios que van a ayudar a establecer acciones pertinentes para mejorar la viabilidad y excelencia del pavimento.

La metodología del Pavement Condition Index [P.C.I.] fue desarrollado, publicado por primera vez por el Ejército de los E.E.U.U (1978), su finalidad era tener un régimen de intendencia de sus pavimentos desarrollados; actualmente toda esta información está bajo los estándares de las normas A.S.T.M. Internacional D.6433 Y D.530.5, este método es el más cabal, en lo que se relata a estimación y clasificación de los diferentes tipos de pavimentos como rígidos y flexibles.



**Figura 24.** Índice de condición del Pavimento (P.C.I.) y escala de graduación. [ASTM D 6433-03]



El P.C.I. evalúa el daño de la distribución del pavimento, reconociendo e identificando de manera visual las fallas, severidad y la densidad de cada patología. Este sistema nos brinda los valores deducidos, N° máximos admisibles de datos deducidos [mi], máximo dato deducido corregido [CDV] y por último y más importante el P.C.I. de las unidades de muestreo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de estudio

Tipo de estudio

Bibliotecas Duoc Uc, (2018) refiere que:

El estudio tuvo como finalidad darle solución al problema, con una perspectiva en la exploración e integración de nociones para su colocación, enriqueciendo así el progreso cultural y científico.

Esta investigación es aplicada, pues se planteó, enunció preguntas de investigación e hipótesis, que se resolvieron con la aplicación del P.C.I. para diagnosticar las patologías de la calzada y llegar a resultados concretos que buscan solucionar un problema.

Según Cabezas, Andrade y Torres, (2018):

“La investigación cuantitativa emplea la colección de datos para examinar hipótesis, levantar patrones de comportamiento e intentar teorías basadas en mediciones numéricas y análisis estadísticos” (p. 19).

Nuestro proyecto de estudio se trabajó con una perspectiva cuantitativa, porque se manejó el reconocimiento visual y la recopilación de propiedades de las muestras a través de una ficha técnica de las fallas encontradas en el pavimento.

Diseño de investigación

Cabezas et al. (2018) acerca de la estudio transversal nos dicen que:

Este tipo de investigación recopila datos en un momento dado, y solo una vez. Su finalidad es explicar variables y estudiar su coincidencia e interrelaciones en todo momento. Esta investigación es como una “radiografía” del momento específico del problema que se está

desarrollando, ya sea: descriptivo o correlacional, dependiendo de la situación del problema (p.79).

Según Iglesias y Cortés, (2004) expresan que:

La investigación no-experimental se reconoce por ser el que no manipula intencionalmente la variable que se estudia. Lo que hace este tipo de investigación es mirar lo que se está pasando en el entorno actual y luego analizarlo. En dicho estudio se observan situaciones existentes (p.27).

El diseño del estudio es no experimental, pues el presente estudio estuvo basado en la contemplación y percepción de los hechos en tiempo real sin alteraciones en el área y es de corte transversal-descriptivo porque se realizó en un tiempo único y real.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable: patologías en el pavimento.

**Definición conceptual:** “Las patologías son daños en el exterior de la carretera que reducen su función principal y utilidad. Son guías superficiales del deterioro de la calzada que lo causan las cargas vehiculares, componentes ambientales, defectos de construcción o un acoplamiento de estos elementos”. (Normas A.S.T.M.)

**Definición operacional:** Las fallas que presenta una calzada flexible son producidas por agentes mecánicos, físicos y químicos, estos están asociados con el nivel de severidad. Las mismas que serán evaluadas con el P.C.I. Vásquez Varela, (2002).

**Indicadores:** se consideró para las siguientes dimensiones

Niveles de severidad: alto [H], medio [M] y bajo [L]

Arquetipos de patologías: Según el P.C.I., son 19, éstas se detallan en el marco teórico.

Cuantificar el P.C.I., definir el escalafón de clasificación del P.C.I., determinar el estado en que se encuentra según la escala.

Que sirven para llegar a los objetivos planteados para esta investigación, generando así diferentes cálculos, tablas a través de la visualización y análisis de la vía.

**Escala de medición:** siguiendo con la guía del P.C.I. se trabajó las muestras a razón de intervalos, dándonos un intervalo de 2, por lo cual se logró seleccionar las unidades de muestra a estudiar iniciando en la UM1.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Investigaciones como los de Hurtado, D B, (2000) nos dicen que se refiere a un conjunto de elementos, seres o sucesos que concuerdan entre sí en una serie de singularidades, de las cuales se necesita alguna información. [Como se citó en Arnau, 1980) .

En nuestro proyecto la población es la calzada de la Avenida Bolognesi de la ciudad de Piura.

**Criterios de inclusión:** aun habiendo el método considerado un intervalo de 2 se han incluido 2 muestras adicionales, ya que presentaban varios daños que no estaban presentes en nuestras muestras originales

**Criterios de exclusión:** algunas unidades de muestras se excluyeron ya que al aplicar la fórmula del manual nos dio un intervalo de 2, partiendo desde la Unidad de muestra número 1, dejando así varias sin tomar sus datos.

## Muestra

Para los procedimientos cuantitativos, se toma una muestra del total de la población que se requiere recopilar datos, los cuales se deben precisar y demarcar con precisión, con anticipación y ser característico de toda la población. El que investiga debe pluralizar los resultados analizados en la muestra a la población [en el sentido de validez externa mencionado al hablar del experimento]. (Hernandez, 2014, p. 206)

La muestra está conformada por la vía que se va a estudiar comprendida desde la Avenida Don Bosco hasta la Avenida San Martín la cual nos da 1.098 km de largo, de ancho de 6.95 metros, donde se dividió en 31 unidades de muestra.

## Muestreo

Se obtiene como resultado 11 unidades a inspeccionar, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{31.00 * 10.00^2}{\frac{5.00^2}{4} * (31.00 - 1) + 10.00^2}$$
$$n = 10.78$$

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

Ramos, Ch, (2018, 1, julio) nos dice que:

“Las técnicas de estudio son las diferentes herramientas que los investigadores pueden utilizar para obtener datos que, una vez analizados, pueden responder preguntas de investigación en técnicas

cualitativos, cuantitativos o la combinación de ambos, en varias etapas del proceso de investigación. (Ramos y Ch, 2018).

En este aspecto utilizamos como técnicas, la inspección visual y también la selección de las características de las fallas mediante fichas proporcionadas por el P.C.I. para los pavimentos flexibles, estas técnicas nos permitieron observar, analizar y hallar los niveles de severidad de las patologías existentes.

## Instrumentos

Para nuestro proyecto se tomó como instrumento fichas de observación las cuales se elaboraron en función del manual de daños del P.C.I. y sus respectivas tablas. En esta ocasión se utilizaron: Winchas de 30 y 5 metros, para tener en cuenta las longitudes y áreas en la zona de daño, regla de madera para decretar las profundidades del hundimiento, fisuras, formato de la Hoja de Inspección, yeso para rodear el área afectada, conos de seguridad, cámara fotográfica digital para recolectar evidencias y EPP.

### 3.5. Procedimientos

PASO 1.- Se eligió el área de investigación, seguido se logró ubicarla a través de Google Earth para un mejor reconocimiento de las calles e ubicación exacta de la Avenida.



**Figura 25.** Ubicación de la Avenida Bolognesi, Distrito y Provincia de Piura. Elaboración propia (2022)

PASO 2.- Se realizó varias visitas a la Avenida Bolognesi - Piura, para conocer presencialmente el área de investigación, y tomar algunos datos necesarios para los cálculos del P.C.I., como son longitud de la vía y el ancho del carril.

**Tabla 1.** Datos de la Avenida Bolognesi

DATOS DE LA AVENIDA	
Largo total de vía	1+098 km
Ancho de carril	6.95 m

Fuente: Elaboración propia

PASO 3.- Con estos datos realizamos los cálculos que nos señala el Manual del P.C.I., para obtener los subsiguientes datos:

- Cantidad total de unidades de muestreo:

$$N = \frac{\text{Largo de la vía}}{\text{Ancho de vía}} = \frac{1098}{35.40}$$

$$N = 31$$

- Cantidad de unidades de muestra para evaluación

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

$$n = \frac{31.00 * 10.00^2}{\frac{5.00^2}{4} * (31.00 - 1) + 10.00^2}$$

$$n = 10.78$$

- Intervalo de muestreo

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

$$i = \frac{31}{11}$$

$$i = 2.81 \approx 2$$

- Área de las unidades de muestra

$$a = Lm \times Am$$

$$a = 35.40 \times 6.95$$

$$a = 246.03 \text{ m}^2$$

PASO 4.- Teniendo todos estos datos en gabinete, ahora si se procedió a delimitar en campo todas las unidades de muestreo, haciendo uso de los subsiguientes instrumentos:

- Regla de madera, wincha
- Yeso
- Hoja de observación
- Hoja de registro en Excel.
- Conos de seguridad
- EPP

PASO 5.- Identificar y medir las patologías de cada una de las unidades de muestra, para una mejor recolección de la data se hizo uso de ficha de observación, la cual



fue de elaboración propia, esta se utilizó una por cada unidad de muestreo, en ella se recopiló información de los tipos, medidas, identificamos la severidad en cada patología que observamos en la Avenida Bolognesi. Mientras realizamos esto, logramos evidenciar algunas unidades de muestras que no estaban consideradas dentro de las unidades de evaluación, se decidió agregar como adicionales ya que presentaban muchas patologías y algunas no presentes en nuestras 11 unidades de muestreo.

Con todos los datos obtenidos en la ficha pasamos a aplicar el P.C.I., para así obtener un resumen de los daños observados y su respectivo nivel de severidad.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

Analizamos la información mediante un programa informático llamado Microsoft Excel [2019] utilizando hojas de cálculo y la explicación de la investigación realizada a través de cuadros gráficos, en donde se señala el estado en el que se encuentra la vía estudiada.

### **3.7. Aspectos éticos**

El estudio que hemos denominado **“Evaluación de las patologías aplicando el método PCI en el pavimento flexible de la Av. Bolognesi, Piura, 2022”** fue realizada aplicando los fundamentos éticos que rigen el proceso de estudio, como son respetar los trabajos de referencia a nuestro tema y siendo honestos en los datos obtenidos en nuestro estudio.

#### IV. RESULTADOS

A continuación, presentamos las unidades de muestras que fueron analizadas en la Avenida Bolognesi – Piura.



Figura 26. Avenida Bolognesi – unidades de muestreo

Con respecto al objetivo número uno planteado, identificar los tipos de patologías existentes en la Av. Bolognesi, Piura, 2022, para obtener la información se realizó lo siguiente:

#### PROCEDIMIENTO:

Iniciamos el recorrido desde la Avenida Don Bosco hasta la Avenida San Martín correspondiente a un total de vía de 1098 km.

Se empezó delimitando las unidades de la muestra, cada una con una extensión de 35.40m, para ello utilizamos Winchas [de 30 metros y 5 metros] y conos de seguridad. Se tomó evidencias fotográficas de las fallas encontradas en cada una de las 13 muestras a inspeccionar, y con ayuda de la ficha de observación, fuimos reconociendo y contabilizando las patologías en la calzada, así mismo se tomó medidas de cada una de ellas para los cálculos correspondientes.

**Tabla 2.** Fallas distinguidas en el Pavimento flexible – Avenida Bolognesi

N°	TIPO DE FALLA	FALLAS IDENTIFICADAS EN CAMPO
1	Piel de cocodrilo	
2	Exudación	
3	Agrietamiento en bloque	X
4	Abultamiento y	X
5	Corrugación	
6	Depresión	
7	Grieta de borde	X
8	Grieta de reflexión de junta	X
9	Desnivel de carril y berma	
10	Grietas longitudinales y transversales	X
11	Parcheo	X
12	Pulimiento de agregados	X
13	Huecos	X
14	Cruce de vía férrea	
15	Ahuellamientos	
16	Desplazamiento	
17	Grieta parabólica	X
18	Hinchamiento	
19	Desprendimiento de agregado	X

Fuente: Elaboración propia.

Según, **Tabla 2.** Fallas distinguidas en el Pavimento flexible – Avenida Bolognesi en el avance de la investigación, se observó en la calzada de la Avenida Bolognesi 10 de las 19 patologías que señala el manual de la metodología P.C.I., estas son: abultamiento, agrietamiento en bloques, hundimientos, grieta de borde, grieta de reflexión de junta, fisuras transversales y longitudinales, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, grieta parabólica y desprendimiento de agregado.

En el segundo objetivo planteado, analizar el horizonte de severidad de las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, Piura, 2022, realizamos lo siguiente:

## PROCEDIMIENTO:

Una vez obtenidas las patologías, medidas y fotografías de cada una de las muestras, se pasó a analizar la severidad que tenía cada falla encontrada en su respectiva unidad de muestra, según el manual de P.C.I. Donde encontramos lo siguiente:

**Tabla 3. Nivel de Severidad de las patologías por cada unidad de muestra**

NIVEL DE SEVERIDAD DE LAS UNIDADES DE MUESTRA			
UM	DAÑO	UND	SEVERIDAD
UM 1	PARCHEO	M2	M
	PARCHEO	M2	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	M	L
	HUECO	UND	M
	HUECO	UND	M
	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	M
UM 3	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	M
	GRIETA PARABOLICA	M2	L
	PARCHEO	M2	M
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
UM 5	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	M
	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	M2	M
	HUECO	UND	M
	PARCHEO	M2	M
	GRIETA DE BORDE	M	M
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M
	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	H
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
UM 7	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA DE BORDE	M	H
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
UM 8	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	HUECO	UND	M
UM 9	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	M
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	PARCHEO	M2	H
	PARCHEO	M2	H
UM 11	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	L
	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	GRIETA DE BORDE	M	H
UM 13	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	HUECO	UND	M
	HUECO	UND	M
UM 15	HUECO	UND	M
	HUECO	UND	M
	HUECO	UND	M
	PULIMENTO DE AGREGADOS	M2	L
	HUECO	UND	M
	HUECO	UND	M
	PARCHEO	M2	M
	PARCHEO	M2	M
UM 17	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	M2	M
	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	L
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M
UM 19	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M2	M
	PARCHEO	M2	M
	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	L
UM 21	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	L
	PULIMENTO DE AGREGADOS	M2	L
UM 23	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M2	L
	PULIMENTO DE AGREGADOS	M2	L

Fuente: Elaboración propia.

En la primera muestra se encontró parcheo con severidad intermedia, grietas transversales y longitudinales de severidad intermedia, huecos de severidad intermedia, grieta de reflexión de junta de severidad escasa, agregados desprendidos de severidad intermedia y grieta parabólica de severidad escasa.

En la tercera muestra se encontró parcheo de severidad intermedia, agrietamientos en bloque de severidad intermedia, grieta transversales y longitudinales de severidad intermedia, agregados desprendidos de severidad intermedia y hueco de severidad intermedia.

En la quinta muestra se encontró abultamiento y hundimiento de severidad intermedia, hueco de severidad intermedia, parcheo de severidad intermedia, grieta de borde de severidad intermedia, agrietamiento en bloque de severidad intermedia y agregados desprendidos de severidad elevada.

En la séptima muestra se encontró grietas transversales y longitudinales de severidad intermedia, agrietamientos en bloque de severidad intermedia, grieta de borde de severidad elevada, y agregados desprendidos de severidad intermedia.

En la octava muestra [adicional] se encontró grietas transversales y longitudinales de severidad intermedia, agrietamientos en bloque de severidad intermedia, hueco de severidad intermedia y agregados desprendidos de severidad intermedia.

En la novena muestra se encontró grietas transversales y longitudinales de severidad M, agregados desprendidos de severidad M, agrietamientos en bloque de severidad M y parcheo de severidad H.

En la onceava muestra se encontró agregados desprendidos con severidad L, agrietamientos en bloque de severidad M y grieta de borde de severidad H.

En la décimo tercera muestra se encontró agrietamientos en bloque de severidad M, grietas transversales de severidad M, huecos de severidad M y pulimiento de agregados de severidad L.

En la décimo quinta muestra se encontró huecos con severidad M, parcheo de severidad M, grietas transversales y longitudinales de severidad M, abultamiento y hundimiento de severidad M y agregados desprendidos de severidad L.

En la décimo séptima muestra se encontró grietas transversales y longitudinales de severidad intermedia, agrietamientos en bloque de severidad intermedia, parcheo de severidad intermedia y agregados desprendidos de severidad escasa.

En la décimo novena muestra se encontró agregados desprendidos de escasa severidad y pulimiento de agregados de severidad escasa.

En la vigésimo primera muestra se encontró agregados desprendidos de severidad escasa y pulimiento de agregados de severidad escasa.

En la vigésimo tercera muestra se encontró agregados desprendidos de severidad escasa y pulimiento de agregados de severidad escasa.

En nuestro tercer objetivo planteado, determinar el índice de condición del pavimento flexible en la Avenida Bolognesi con P.C.I. - en la ciudad de Piura 2022, hemos realizado lo siguiente:

### **PROCEDIMIENTO:**

Después de haber obtenido la severidad de cada patología, procedimos a encontrar el valor deducido y corregido con ayuda de las tablas y curvas establecidas para cada patología, para así proceder a obtener el P.C.I. de cada muestra. Para finalizar se hizo el cálculo correspondiente para obtener el P.C.I. cociente de todas las muestras estudiadas y como resultado obtuvimos un Pavimento flexible BUENO.

**Tabla 4.** Índice de condición del pavimento

PCI					
UM	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	Max VDC	PCI	CONDICION
UM 01	0+000	0+035.40	91.00	48	REGULAR
UM 03	0+070.80	0+106.20	40.00	60	BUENO
UM 05	0+141.60	0+177.00	35.00	65	BUENO
UM 07	0+212.40	0+247.80	21.00	79	MUY BUENO
UM 08	0+247.80	0+283.20	32.00	68	BUENO
UM 09	0+283.20	0+318.60	30.00	70	MUY BUENO
UM 11	0+354.00	0+389.40	36.50	64	BUENO
UM 13	0+424.80	0+460.20	44.00	54	REGULAR
UM15	0+495.60	0+531.00	45.00	55	BUENO
UM 17	0+566.40	0+601.80	33.40	76	MUY BUENO
UM 19	0+637.20	0+672.60	18.00	82	MUY BUENO
UM 21	0+708.00	0+743.4	18.00	82	MUY BUENO
UM 23	0+778.80	0+814.20	18.00	82	MUY BUENO
<b>PROMEDIO TOTAL DE PCI</b>				<b>68</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 4.** Índice de condición del pavimento nos indica el Valor Deducido-Corregido con el cual hallaremos el P.C.I., lo que indicará la categoría del pavimento en cada una de las unidades muestrales. Donde obtuvimos el promedio absoluto del P.C.I., el cual indica pavimento flexible BUENO.

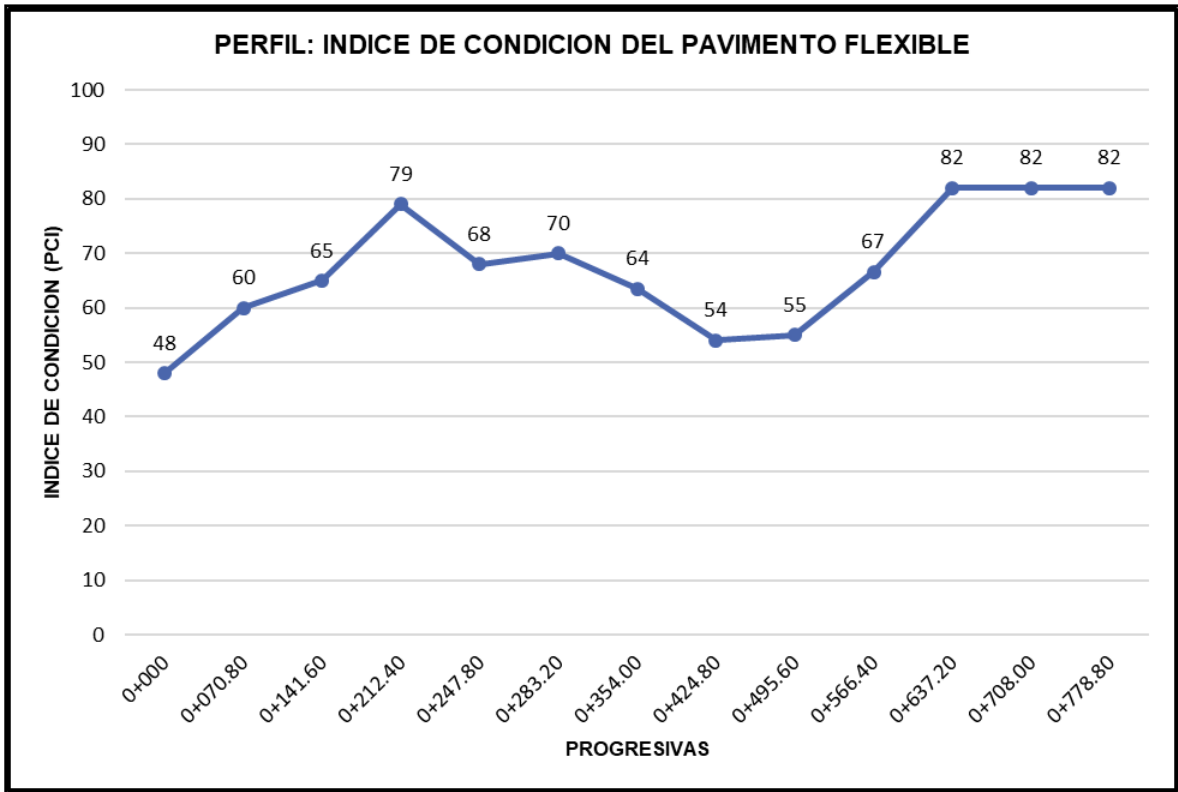


Figura 27. Índices de condición del Pavimento [P.C.I.] de la Av. Bolognesi-2022.

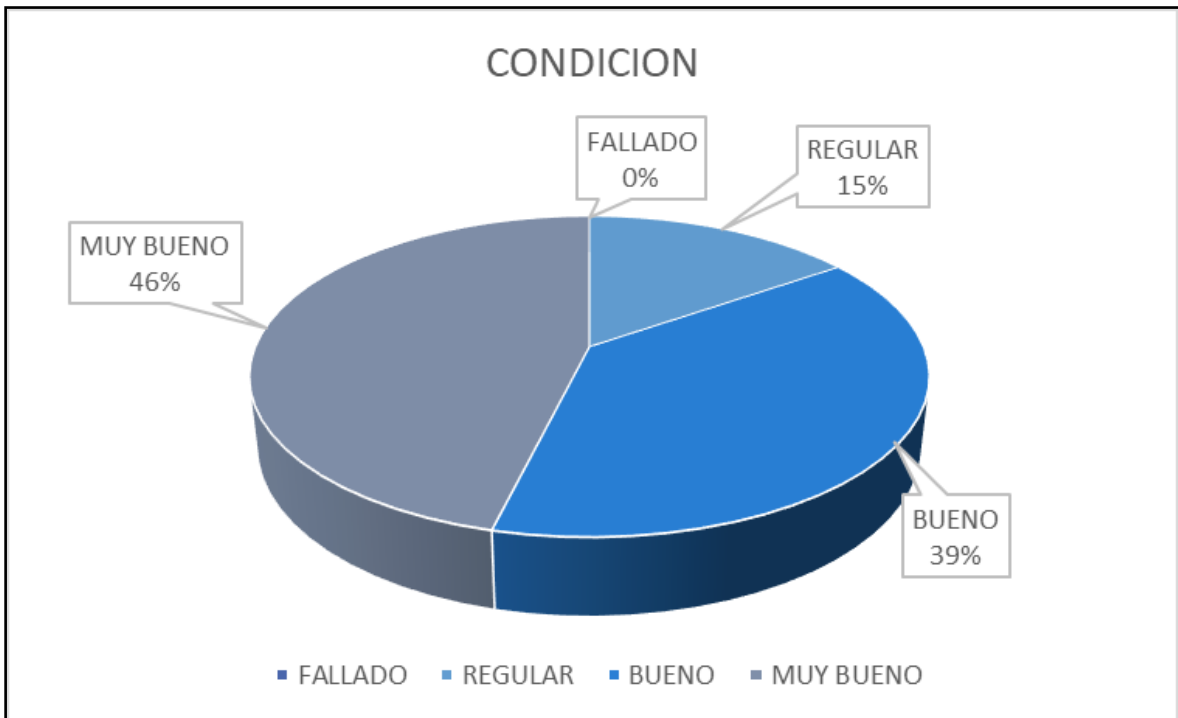


Figura 28. Condición en porcentajes de la Av. Bolognesi-2022.



## V. DISCUSIÓN

Podemos apreciar que, después de analizar las fallas observadas en la calzada flexible de la Avenida Bolognesi, hemos obtenido lo siguiente:

Con respecto al primer objetivo, identificar cuáles eran las patologías que existen en el trayecto del 1+098 km del pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, se logró observar la presencia de 10 tipos de fallas que fueron analizadas a través del manual del P.C.I., de las cuales tenemos con mayor incidencia, fisuras transversales y longitudinales, agregados desprendidos, huecos, parcheo y agrietamientos en bloque seguidas por grietas de bordes, hundimientos y abultamientos, grieta parabólica, pulimiento de agregados y grieta de reflexión de juntas.

Estos resultados son corroborados por el estudio de Calderón et al. (2019) quienes después de realizar su inspección obtuvieron como resultados que su pavimento presentó las subsiguientes condiciones como grietas de borde, pieles de cocodrilo y desprendimiento de la película adhesiva, entre otras.

Ellos utilizaron como sistema de investigación el “METODO VIZIR” nos dicen que este no comprende o analiza todos los desperfectos existentes en su vía de estudio ya que este método comprende solo pavimentos flexibles con poco tiempo de construcción, en cambio la metodología P.C.I., considera todas las clases de patologías existentes en una calzada flexible.

La mayor parte de su estado de deterioro es malo, y a la vez se observó que el factor principal causante del estado de la vía es el drenaje, por lo cual refiere que esta necesita un inmediato sostenimiento y mejoramiento.

También Araujo y Carmen (2020) en su estudio de tesis donde trabajaron en la calzada flexible del Jr. Los Incas encontraron las subsiguientes variedades de patologías donde hubo trece [13] de las diecinueve [19] que indica el manual del P.C.I., estas son: agrietamientos en bloques, pieles de cocodrilo, hundimientos y abultamientos, corrugación, grieta de bordes, desnivel de la berma y de carril,

fisuras longitudinales y transversables, parcheo, pulimiento de agregados, huecos, ahuellamientos, grieta parabólica, agregados desprendidos.

De igual manera Mechato y Yarleque (2020) aplicando los métodos Vizir y P.C.I. obtuvieron las subsiguientes fallas en la calzada derecha con P.C.I.: DAG 90 por ciento y GB 9 por ciento, y en calzada izquierda DAG 93 por ciento y GB 6 por ciento, con Vizir tienen en la calzada derecha: depresiones longitudinales 41 por ciento, fisuras a lo largo del carril por fatiga 35 por ciento, parcheos y baches en el 19 por ciento y en la calzada izquierda: hundimientos 82 por ciento, pérdida de ligante 57 por ciento, fisuras de borde 40 por ciento.

En tal sentido, después de lo mencionado anteriormente, procesar y analizar los resultados, podemos confirmar y concluir que mayormente en investigaciones de pavimentos flexibles en donde se guía y aplica en lo descrito por el Manual de la metodología P.C.I. presentan con mayor incidencia de recurrencia las patologías como: parcheo, huecos, fisuras transversales y longitudinales, pulimiento de agregados, fisuras parabólicas y agregados desprendidos, dejando entrever que como profesionales se debe analizar el porque nuestros pavimentos presentan en su mayoría estas fallas.

En lo que concierne al segundo objetivo de analizar cuáles son los estratos de severidad de todas las patologías existentes en la calzada flexible de la Avenida Bolognesi, de las 13 unidades de muestra estudiadas, obtuvimos como resultado que parcheo con una asistencia de 9 veces arrojó un nivel de severidad elevada e intermedia, fisuras transversales y longitudinales con asistencia de 36 veces de severidad intermedia, grietas de reflexión de junta con asistencia de 1 sola vez con severidad escasa, huecos existentes 11 veces con severidad intermedia, agregados desprendidos existentes 11 veces con los 3 niveles de severidad [H, M, L], grieta parabólica existente solo 1 vez y muestra severidad escasa, agrietamientos en bloque presente 9 veces con severidad intermedia, abultamiento y hundimiento presente 2 veces con severidad intermedia, grietas de borde existente 3 veces y de severidad M y H, pulimiento de agregado presente 4 veces con severidad baja. Logrando así apreciar que casi en su totalidad las patologías

existentes en la Av. Bolognesi son de mayor incidencia de severidad intermedia y escasa, lo que nos da a entender que se pueden aplicar métodos correctivos para mejorar la calidad del pavimento y transitabilidad vehicular.

Estos resultados son corroborados con los subsiguientes proyectos de investigación:

Según Salazar (2019) en sus resultados obtenidos a partir de su investigación nos dice que encontró las subsiguientes fallas: exudación de severidad M, abultamiento y hundimiento de severidad L, fisuras longitudinales y transversales de severidad L, pulimiento de agregado de severidad M, huecos de severidad baja y ahuellamiento de severidad M.

Tacza y Rodriguez (2018) después de aplicar el método P.C.I. en su trabajo de investigación encontró los tres [03] niveles de severidad escasa, intermedia y elevada y nos recalca que esto va a variar dependiendo el tipo de la patología, como piel de cocodrilo L:16, M: 5, agrietamientos en bloque L:1, M:1, depresión M:6, H:1, fisuras transversal y longitudinal L: 10, M:9, huecos: L:7, M:8, H:3, ahuellamiento L:7, M:6, H:2, desplazamientos: L:9, M:5, H:1 y agregados desprendidos: L:2, M:5, H:3.

Por lo tanto, después de haber corroborado y comparado nuestra data con los datos de autores diferentes, confirmamos que en todos los pavimentos flexibles vamos a encontrar los 3 niveles de severidad [L, M, H] que nos indica el Manual del P.C.I., pero no todos con el mismo número de incidencias, ya que esto va a depender del criterio de evaluación de los investigadores.

Respecto al tercer objetivo donde se plantea identificar el P.C.I del pavimento flexible en la Av. Bolognesi, hemos obtenido un P.C.I. de 64 por ciento concluyendo un pavimento flexible de nivel BUENO.

Esto lo podemos validar con el estudio de Sabando (2019) en su investigación de pavimento flexible en la carretera aeropuerto tramo II en la metrópoli de Manta,

mediante la metodología P.C.I. halló un P.C.I. de 49 por ciento obteniendo un pavimento flexible de condición regular.

Así mismo Araujo y Carmen (2020) en su proyecto de investigación en el Jirón los Incas -Piura analizaron las fallas en la calzada flexible mediante la metodología P.C.I., donde los autores concluyeron que las condiciones del pavimento son muy buena, buena, regular, pobre y colapsado.

Analizando los resultados obtenidos anteriormente, podemos afirmar que existe un mal proceso constructivo, lo que ha llevado a que la calzada presente patologías, de tal manera se recomienda subsanar dichas fallas para así tener una vía accesible.

## VI. CONCLUSIONES

1.- Con relación al primer objetivo planteado en nuestro proyecto, identificar los tipos de patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi, Piura, 2022, se logró identificar en el área de estudio 10 tipos de patologías de las 19 que refiere la metodología de P.C.I. según la norma ASTM, las cuales son, fisuras longitudinales y transversales producidas por el endurecimiento del asfalto por los cambios de temperatura, agrietamientos en bloque que son originados por el cambio de temperatura, huecos que son ocasionados cuando los vehículos en movimiento extraen pequeños trozos del exterior del pavimento, abultamientos y hundimientos por tener un pavimento inestable, pulimiento de agregados por las cargas elevadas del tráfico, agregados desprendidos a causa de la pérdida del ligante asfáltico o porque la mezcla es muy pobre, parcheo que se realiza para reparar un defecto en el pavimento, grieta de borde debido a condiciones climáticas o por debilitamiento, grieta parabólica que sucede cuando la composición asfáltica es de escasa resistencia y por último, presencia de grieta de reflexión de junta que se genera por las altas cargas del tráfico.

2.- Con respecto al segundo objetivo, se logró analizar el grado de severidad de cada una de las patologías halladas en las diversas unidades de muestra de la Avenida Bolognesi, donde se alcanzó a observar tramos con patologías de severidad media en un 80.90 por ciento, tramos con patologías de severidad baja en un 13.48 por ciento y otros con un nivel de severidad alta en un 5.62 por ciento. Se concluye que en la Avenida de estudio existen los 3 niveles de severidad [baja-media-alta], pero en su mayoría son patologías de severidad media.

3.- Con relación al tercer objetivo, se estableció P.C.I. de la Avenida Bolognesi, Piura, 2022, los resultados que obtuvimos de P.C.I. de cada muestra fueron: cinco unidades muestrales de estado BUENO, dos unidades muestrales en estado REGULAR y seis unidades de muestra de estado MUY BUENO, es así como obtuvimos como resultado un P.C.I. de 68, por lo tanto se llegó a la conclusión que el estado en que se encuentra la Avenida Bolognesi es BUENO.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Recomendamos que se realice mantenimientos rutinarios ya que estos son permanentes y frecuentes que ayudarán a cuidar y preservar las condiciones superficiales y funcionales que son requeridas por el diseño de los pavimentos, lo que logrará que estos cumplan con su requerimiento para el cual fueron diseñados, este tipo de cuidado lo podemos considerar para las zonas con mínimas patologías, los mantenimientos periódicos que son de menos frecuencia y preventivos, este tipo de cuidado implica reparación, restaurar la capa de rodadura. Estos tratamientos son apropiados para cada falla que presenta la avenida Bolognesi – Piura. Y para un trabajo más detallado podemos sugerir las presentes y posibles soluciones; en el caso de las fisuras transversales y longitudinales se recomienda realizar un sello de fisuras, parcheo una sustitución de parche, en grieta de borde un parcheo parcial, abultamiento y hundimientos se recomienda un parcheo parcial, en agrietamientos en bloque se recomienda realizar un sellado de fisuras, en pulimiento de agregados se recomienda darle un tratamiento superficial, en grieta parabólica se sugiere realizar sellado de las fisuras y en agregados desprendidos recomendamos utilizar un sello superficial.

2. Las fallas en la calzada son producidas por ciertos elementos en el proceso de construcción deficiente, el mal estado de los materiales y en algunos casos el impacto ambiental, recomendamos evitar las malas prácticas constructivas que son las que afectan la durabilidad y eficiencia de los pavimentos. Por todo esto los profesionales que nos dedicamos a esta rama de la ingeniería civil, debemos diseñar pavimentos que logren cumplir su función y tiempo de vida y por qué no, superarla, ya que esto va en beneficio de toda la población.

## REFERENCIAS

Aguilera, A. (2017). Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Don Bosco, cuadras 28, 29, 30 y 31 del AA-HH Santa Rosa, Distrito de Veintiseis de Octubre, departamento de Piura, Octubre - 2017. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Católica Los ángeles de Chimbote, Piura. Obtenido de [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3342/ESTUDIO\\_VISUAL\\_PATOLOGIAS\\_AV\\_DON\\_BOSCO\\_AGUILERA\\_CHINCHAY\\_ANDRES.pdf?sequence](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3342/ESTUDIO_VISUAL_PATOLOGIAS_AV_DON_BOSCO_AGUILERA_CHINCHAY_ANDRES.pdf?sequence)

Araujo, J., & Carmen, G. (2020). Evaluación superficial del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI en el Jirón Los Incas. Distrito de Piura. Piura. 2020. (*Tesis de Pregrado*). Universidad César Vallejo, Piura. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56214/Araujo\\_TJA-Carmen\\_CGS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56214/Araujo_TJA-Carmen_CGS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bibliotecas Duoc Uc. (2018). *Centro de recursos para el aprendizaje y la investigación (CRAI)*. Obtenido de Bibliotecas Duoc Uc: <http://www2.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion-aplicada>

Blogger. (18 de Mayo de 2014). *Exudación*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <http://fallasenpavimentoflexible.blogspot.com/2014/05/>

Blogger. (18 de Mayo de 2014). *Piel de cocodrilo*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <http://fallasenpavimentoflexible.blogspot.com/2014/05/>

Blogger. (2014). *Tipos de fallas en pavimentos flexibles*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <http://fallasenpavimentoflexible.blogspot.com/2014/05/>

Cabezas, M, E. D., Andrade, N, D., & Torres, S, J. (Octubre de 2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. *Publicaciones científicas*, 19-20. Obtenido de

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

Calderón, H., Cardozo , C., & García, B. (2019). Evaluación de patologías en pavimentos flexibles del tramo comprendido entre el K6+000 Hasta el K7+000 de la vía Ibagué - Rovira, departamento del Tolima. (*Tesis de pregrado*). Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14452/3/2019\\_Evaluacion\\_patolog%C3%ADas\\_pavimentos\\_flexibles.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14452/3/2019_Evaluacion_patolog%C3%ADas_pavimentos_flexibles.pdf)

Campos, M. (2017). Evaluación del estado del pavimento flexible según el índice de condición del pavimento (PCI), de la carretera CP. Huambocancha Baja - CP. El Batán, provincia de Cajamarca - 2015. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1014>

Cardoza Castro , A. M., & Coba Correa, C. A. (2020). *Evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI de la Av. Don Bosco entre las av. Marcavelica y av. Raúl Mata de la Cruz.Veintiséis de Octubre-Piura 2022*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56212?show=full>

Coronado I, J. (2000). *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras*. (Vol. III). Guatemala. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/catalogo-centroamericano-de-danos-a-pavimentos-viales.pdf>

Depositphotos. (s.f.). *Huecos*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://sp.depositphotos.com/stock-photos/carretera-con-huecos.html>

Diccionario-Geotecnia.online. (18 de Julio de 2021). *Grieta por reflexión de junta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/fisura-por-reflexion-de-junta/>



Hernandez, S, R. (2014). *Metdología de la investigación* (6 ed.). McGraw-Hill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hurtado, D B, J. (2000). *Metodología de la investigación holística* (3 ed.). Fundación Sypal. Obtenido de <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>

Iachini, A. (7 de Noviembre de 2020). *Grieta en Bloque*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://armandoiachini.com/armando-iachini/tipos-de-grietas-que-presentan-la-pavimentacion-flexible/>

Iachini, A. (2020). *Tipos de grietas que presentan la pavimentación flexible*. Obtenido de [Fotografía]: Recuperado de <https://armandoiachini.com/armando-iachini/tipos-de-grietas-que-presentan-la-pavimentacion-flexible/>

Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. (2016). *Grietas transversales de severidad media y alta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>

Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. (2016). *Hinchamiento severidad alta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>

*Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación- Catálogos de fallas*. (1990). Obtenido de Departamento de administración y evaluación de pavimentos: <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>

Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas. (2016). *Agrietamiento en borde de severidad baja, media y alta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identifici%C3%B3n-fallas.pdf>

Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas. (2016). *Desnivel de carril de severidad media y alta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas. (2016). *Desplazamientos de severidad baja, media y alta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación-Catálogo de fallas. (2016). *Grietas longitudinales de severidad baja, media y alta*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

Iglesias, L. M., & Cortés, C. M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación*. Obtenido de [https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf)

Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras . (Diciembre de 2020). *Corrugación*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

Mechato, J., & Yarleque, P. (2020). Análisis del estado físico y fallas del pavimento flexible, utilizando el método del PCI en la avenida principal Santa Margarita, Piura, Perú, 2019. (*Tesis de Pregrado*). Universidad César Vallejo, Piura. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55764/B\\_Mechato\\_MJE-Yarleque\\_NPL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55764/B_Mechato_MJE-Yarleque_NPL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)

Montejo, F, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Obtenido de [https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)

Normas ASTM. (s.f.).

Pachay, I. (2017). Evaluación de la condición del pavimento flexible via de acceso a la Parroquia La Unión (0+000-0+966) aplicando el método PCI. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/929>

Ramos, Ch, E. (2018 de 2018, 1, julio). *Métodos y técnicas de investigación*. [Artículo de blog]. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Ramos, Ch, E. (2018, 1, julio). *Métodos y técnicas de investigación*. [Artículo de blog]. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Reyes Lizcano, F. (Julio de 2011). *Fenómeno del ahuellamiento*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Fenomeno-del-ahuellamiento-Via-Calle-80-Bogota-Colombia\\_fig1\\_267844248](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Fenomeno-del-ahuellamiento-Via-Calle-80-Bogota-Colombia_fig1_267844248)

Rodas, M. J., & Ybarra Chauca, L. J. (2018). *Deformación por hundimiento*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://docplayer.es/150389576-Facultad-de-ingenieria-y-arquitectura-escuela-profesional-de-ingenieria-civil.html>

Sabando, C. (2019). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante método del PCI de la carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo II) desde la abscisa 1+080;00 ubicada en la ciudad de Manta, provincia de Manabí. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/2088>

Salazar, A. (2019). Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca-Tumán. (*Tesis de Pregrado*). Universidad César Vallejo, Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40648>

SlideServe . (16 de Agosto de 2014). *Tipos de pavimentos según su estructura*. Obtenido de [Imagén]: Recuperado de <https://www.slideserve.com/laksha/pavimentos>

Tacza, E., & Rodriguez, B. (2018). Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado. (*Tesis de pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>

Televisa Regional. (1 de Octubre de 2019). *Cruce de vía Férrea*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://televisaregional.com/las-lluvias-afectan-pavimento-y-rieles-del-tren/>

Vásquez Varela, L. R. (Febrero de 2002). *Depresión de alta severidad*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Vásquez Varela, L. R. (2002). *Grieta parabólica (Slippage) de severidad media*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Vásquez Varela, L. R. (Febrero de 2002). *Meteorización/ desprendimiento de agregados de baja severidad*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Vásquez Varela, L. R. (2002). *Pavement Condition Index (PCI)*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Vásquez Varela, L. R. (Febrero de 2002). *Pulimiento de agregados*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

# **ANEXOS**

## ANEXOS 01: Matriz de Operacionalización de Variables.

**Tabla 5. Matriz de Operacionalización de Variables**

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Metodología PCI	<p>"Las patologías son los daños que presenta un pavimento disminuyendo su funcionalidad y servicialidad. Son indicadores externos del deterioro del pavimento causado por la carga vehicular, factores ambientales, deficiencias constructivas o una combinación de estas". (ASTM D6433-11)</p>	<p>Las patologías en los pavimentos flexibles son producidas por agentes mecánicos, físicos y químicos, estos están asociados con el nivel de severidad. Las mismas que serán evaluadas con la metodología PCI (Índice de condición del pavimento)</p>	Nivel de severidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bajo</li> <li>✓ Medio</li> <li>✓ Alto</li> </ul>	Intervalo
			Tipos de patologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piel de cocodrilo</li> <li>Exudación</li> <li>Agrietamiento en bloque</li> <li>Abultamiento y hundimiento</li> <li>Corrugación</li> <li>Depresión</li> <li>Grieta de borde</li> <li>Grieta de reflexión de junta</li> <li>Desnivel de carril/berma</li> <li>Grietas longitudinales y transversales</li> <li>Parqueo</li> <li>Pulimiento de agregados</li> <li>Huecos</li> <li>Cruce de vía Férrea</li> <li>Ahuellamiento</li> <li>Desplazamiento</li> <li>Grieta parabólica</li> <li>Hinchamiento</li> <li>Desprendimiento de agregados</li> </ul>	
			índice de condición	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuantificar el PCI</li> <li>Determinar la escala de clasificación del PCI</li> <li>Determinar la condición según la escala.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXOS 02: Matriz de Consistencia.

Tabla 6. Matriz de consistencia

"Evaluación de Patologías Aplicando el Método PCI en el Pavimento Flexible de la Av. Bolognesi – Piura 2022."						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	DEFINICION		VARIABLES	OPERACIONALIZACION	
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL		DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera la Evaluación de las Patologías Aplicando el Método del PCI en el Pavimento Flexible de la Av. Bolognesi – Piura permite identificar las fallas superficiales más frecuentes?	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Evaluar las Patologías Aplicando el Método PCI en el Pavimento Flexible de la Av. Bolognesi</p>	<p>"Las patologías son los daños que presenta un pavimento disminuyendo su funcionalidad y servicialidad. Son indicadores externos del deterioro del pavimento causado por la carga vehicular, factores ambientales, deficiencias constructivas o una combinación de estas".</p> <p>(ASTM D6433-11)</p>	<p>Las patologías en los pavimentos flexibles son producidas por agentes mecánicos, físicos y químicos, estos están asociados con el nivel de severidad. Las mismas que serán evaluadas con la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento)</p>	<p>Patologías en pavimento flexible</p>	<p>Nivel de severidad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo</li> <li>• Medio</li> <li>• Alto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piel de cocodrilo</li> <li>• Exudación</li> <li>• Agrietamiento en bloque</li> <li>• Abultamientos</li> <li>• Hundimientos</li> <li>• Corrugación</li> <li>• Depresión</li> <li>• Grieta de borde</li> <li>• Grieta de reflexión de junta</li> <li>• Desnivel de carril/berma</li> <li>• Grietas longitudinales</li> <li>• Grietas transversales</li> <li>• Parcheo</li> <li>• Pulimiento de agregados</li> <li>• Huecos</li> <li>• Cruce de vía férrea</li> <li>• Ahuellamiento</li> <li>• Desplazamiento</li> <li>• Grieta parabólica</li> <li>• Hinchamiento</li> <li>• Desprendimiento de agregados</li> </ul>
	<p><b>ESPECIFICOS:</b></p> <p>Identificar los tipos de Patologías existentes en el Pavimento Flexible de la Av. Bolognesi – Piura 2022.</p> <p>Analizar el nivel de severidad de las patologías existentes en el Pavimento Flexible de la Av. Bolognesi – Piura 2022.</p> <p>Determinar el índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Bolognesi con la Metodología PCI – Piura 2022.</p>				<p>Tipos de Patologías</p>	
	<p>Índice de Condición</p>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificar el PCI</li> <li>• Determinar la escala de clasificación del PCI</li> </ul>	

Fuente. Elaboración propia.



## ANEXO 03: Consentimiento informado por parte de Municipalidad Provincial de Piura.



GERENCIA TERRITORIAL Y DE TRANSPORTE  
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

San Miguel de Piura, 04 de Marzo 2022.

Yo Ing. Lenin Talledo Peña, Jefe de la Oficina de Infraestructura de la Gerencia Territorial y de Transportes de la Municipalidad Provincial de Piura, y de conformidad a lo solicitado según la solicitud presentada con Expediente N° 00006963 del 04/03/2022, Provincia de Piura - Departamento de Piura; extiende el presente:

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

A favor de **Lidia Ramos Balmaceda** (DNI:47051329) y **Xenia Agurto Palacios** (DNI:47744646), alumnas de la Universidad Cesar Vallejo Filial Piura; con el fin de Inspeccionar visualmente el pavimento flexible de la Avenida Bolognesi – Piura; para la investigación: **“EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS APLICANDO EL MÉTODO PCI EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. BOLOGNESI, PIURA, 2022”**, En opción a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Se extiende la presente para efectos de acreditación académica profesional.

Atentamente,

  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL PIURA  
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA  
Ing. Lenin Talledo Peña  
JEFE

## ANEXO 04: Validación de instrumentos de investigación.



### CONSTANCIA

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente el que suscribe Mgtr. Ing. Luis Enrique Ordínola Enríquez deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es:

**“Evaluación de las patologías aplicando el método PCI en el pavimento flexible de la Av. Bolognesi, Piura, 2022”**, cuyos autores son Lidia María Patricia Ramos Balmaceda y Xenia Anahis Agurto Palacios, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Campus Piura.

Dichos instrumentos serán aplicados a la investigación, por lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que se considere pertinentes.

Piura, 20 de abril de 2022.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Enrique Ordínola Enríquez', is written over a horizontal line.

FIRMA

LUIS ENRIQUE ORDÍNOLO ENRÍQUEZ  
ING. CIVIL CIP. 168831  
Mgtr. INGENIERIA ESTRUCTURAL  
Mgtr. TRANSPORTES Y CONSERVACION VIAL



## CONSTANCIA

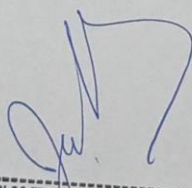
### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es:

**“Evaluación de las patologías aplicando el método PCI en el pavimento flexible de la Av. Bolognesi, Piura, 2022”**, cuyos autores son Lidia María Patricia Ramos Balmaceda y Xenia Anahis Agurto Palacios, estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Campus Piura.

Dichos instrumentos serán aplicados a la investigación, por lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que se considere pertinentes.



CARLOS EDGARDO JACINTO UBILLUS  
MAG. INGENIERO CIVIL  
CIR. 52530



## CONSTANCIA

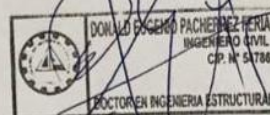
### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es:

**“Evaluación de las patologías aplicando el método PCI en el pavimento flexible de la Av. Bolognesi, Piura, 2022”**, cuyos autores son Lidia María Patricia Ramos Balmaceda y Xenia Anahis Agurto Palacios, estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Campus Piura.

Dichos instrumentos serán aplicados a la investigación, por lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que se considere pertinentes.



### ANEXO 05: Cálculos de las Unidades de muestreo.

#### PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

##### Unidades de Muestreo:

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

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

##### LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.00
5.5	41.80
6.0	38.30
6.5	35.40
7.3	31.50

##### Determinación del número de Unidades de Muestreo:

$$N = Lm / \text{ancho de vía}$$

$$N = 1098\text{m} / 35.40\text{m}$$

$$N = 31$$

##### Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

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

$$n = \frac{N x \sigma}{\frac{e^2}{4} x + \sigma^2} \quad \text{Ecuacion 1.}$$
$$n = \frac{31 \times 10}{\frac{5^2}{4} x + 10^2}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Solucion:

$$N: \quad 31$$

$$e: \quad 5$$

$$\sigma: \quad 10$$

$$n = \quad 11$$

Figura 29. Determinación de las Unidades de Muestreo (Vásquez Varela, Pavement Condition Index (PCI), 2002)

### Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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

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

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

Solucion:

N: 31

n: 11

i= 2

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

Así, si  $i = 2$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 8. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 1 y el intervalo de muestreo ( $i$ ) es igual a 2, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 y 21.

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

**Figura 30.** Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección (Vásquez Varela, Pavement Condition Index (PCI), 2002)

**ANEXO 06: Instrumento de Recolección de datos**

**Tabla 7. Ficha de observación de campo.**

FICHA DE OBSERVACIÓN									
UNIDAD DE MUESTRA:			NOMBRE DE LA VÍA:						
PROG. INICIAL:			PROG. FINAL:						
FECHA:			AREA DE MUESTREO:						
TIPOS DE FALLA									
N°	Descripción	Und	Area/Longitud/Und			Severidad			
			L	A	Und	L: Baja	M: Media	H: Alta	
1	Piel de cocodrilo	m2							
2	Exudación	m2							
3	Agrietamiento en bloque	m2							
4	Abultamientos y hundimientos	m							
5	Corrugación	m2							
6	Depresión	m2							
7	Grieta de borde	m							
8	Grieta de reflexión de junta	m							
9	Desnivel carril/berma	m							
10	Grietas longitudinal y transversal	m							
11	Parqueo	m2							
12	Pulimento de agregados	m2							
13	Huecos	Nº							
14	Cruce de vía férrea	m2							
15	Ahuellamiento	m2							
16	Desplazamiento	m2							
17	Grieta parabolica (Slippage)	m2							
18	Hinchamiento	m2							
19	Desprendimiento de agregados	m2							
<b>OBSERVACIONES</b>									
PAT.	CARACTERISTICAS	SEVERIDAD			12	Grado de pulimento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)
		L	M	H					
		Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)					
1	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm					
	Interconexión	Baja	Definida	Bien definida					
	Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido					
2	Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido					
	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso					
3	El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año					
	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm					
4	Severidad del tránsito	baja	media	alta					
5	Severidad del tránsito	baja	media	alta					
6	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm					
7	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido					
	Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm					
8	Agrietamiento	bajo	medio	severo					
8	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm					
	Grieta con relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm					
9	Elevacion entre el borde del pavimento y la berma	25mm < h < 51mm	51mm < h < 102mm	h > 102mm					
10			10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas aleatorias	s > 76mm rodeado por grietas aleatorias de severidad M o H					
	Severidad de las grietas	s < 10mm							
11	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado					
	Severidad del tránsito	baja	media	alta					
13	Huecos con diametro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm < d < 203mm	102mm < d < 203mm	203mm < d < 457mm					
		h < 25.4mm	h > 50.8mm	h > 50.8mm					
13	Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A.0.47	102mm < d < 203mm	203mm < d < 457mm	457mm < d < 762mm					
		25.4mm < h < 50.8mm	25.4mm < h < 50.8mm	25.4mm < h < 50.8mm					
13	Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A.0.47	203mm < d < 457mm	457mm < d < 762mm	457mm < d < 762mm					
		h < 25.4mm	h < 25.4mm	h > 50.8mm					
13	Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A.0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm					
14	Severidad del tránsito	baja	media	alta					
15	Profundad media del ahuecamiento (mm)	6mm < h < 13mm	13mm < h < 25mm	h > 25mm					
16	Severidad del tránsito	baja	media	alta					
17	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm					
	Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada					
18	Severidad del tránsito	baja	media	alta					
19	Desprendimientos	bajo	regular	considerable					
	Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y ahuecada	Muy rugosa y severamente ahuecada					
19		Textura superficial	No puede puetrase con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos				

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 07: Cálculos para obtención del PCI.**

**Tabla 8. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°1**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°1		NOMBRE DE LA VIA:			AV. BOLOGNESI		
FECHA:	15/01/2022	PROG. INICIAL:	0+000.00	PROG. FINAL:			0+035.40		
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:			AGURTO PALACIOS-RAMOS BALMACEDA	
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	PARCHEO	M	M2	1.4	0.8		1.12	17.758	
2	PARCHEO	M	M2	35.4	0.47		16.638		
3	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	6.9			6.9	13.8	
4	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	6.9			6.9		
5	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	L	M	6.95			6.95	6.95	
6	HUECO	M	UND			1	1	2	
7	HUECO	M	UND			1	1		
8	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	M2	8	1		8	11.8	
9	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	M2	4	0.95		3.8		
10	GRIETA PARABOLICA	L	M2	3.15	2.1		6.615	6.615	
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES									
LONGITUD DE LA VÍA		35.4							
AREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PA	M	M2	1.12	16.638			17.758	7.218	26.9
GLT	M	M	6.9	6.9			13.8	4.885	11.2
GR	L	M	6.95				6.95	2.460	1.5
HUE	M	UND	1	1			2	0.813	27.86
DAG	M	M2	8	3.8			11.8	4.796	13.1
GP	L	M2	6.615				6.615	6.615	21.85
							<b>TOTAL VD</b>		<b>102.41</b>
Número de valor deducidos >2 (q)		5							
Valor deducido más ato (HVDi)		27.86							
Número de valor deducidos (mi)		7.63							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	27.86	26.9	21.85	13.1	11.2	100.91	5	52.5	
2	27.86	26.9	21.85	13.1	2	91.71	4	52	
3	27.86	26.9	21.85	2		78.61	3	49	
4	27.86	21.85	2			51.71	2	37.9	
5	27.86	2				29.86	1	29.8	
							<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>52.5</b>	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$ <b>PCI = 48</b>						
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO			<b>REGULAR</b>						

Fuente: Elaboración propia.



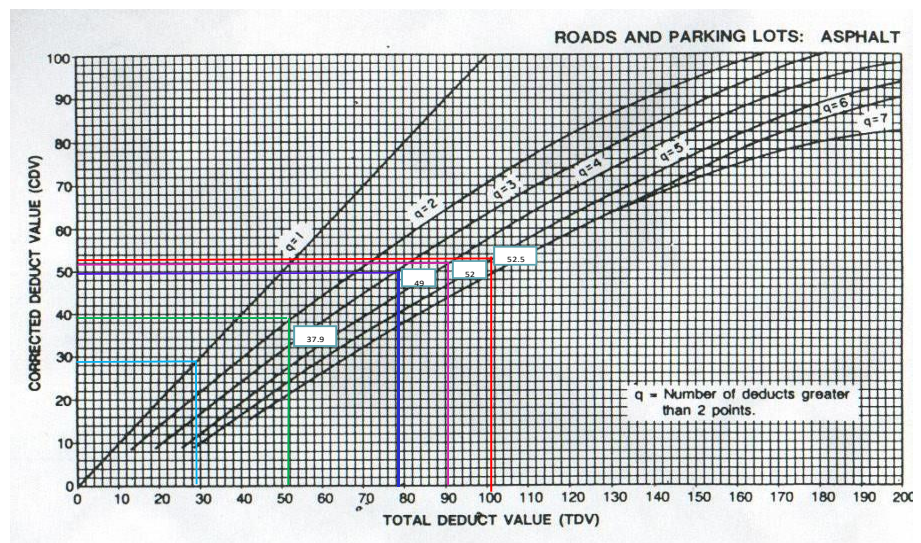
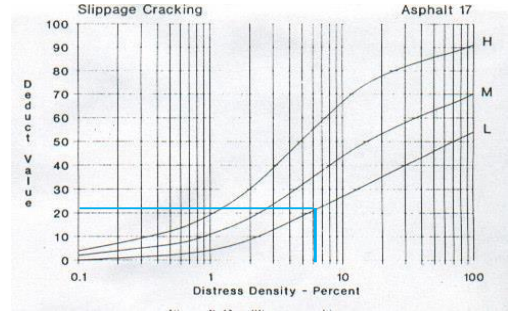
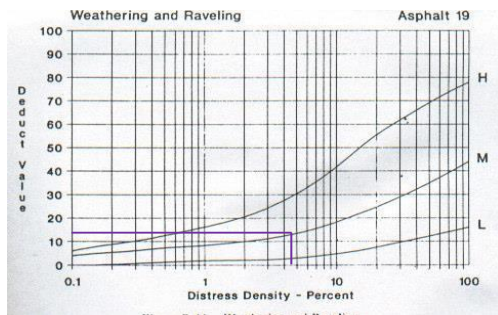
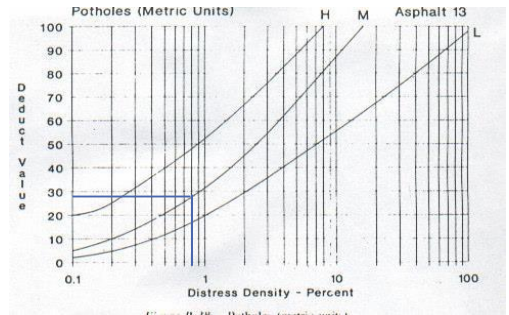
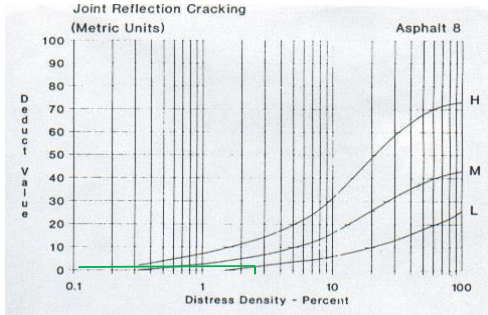
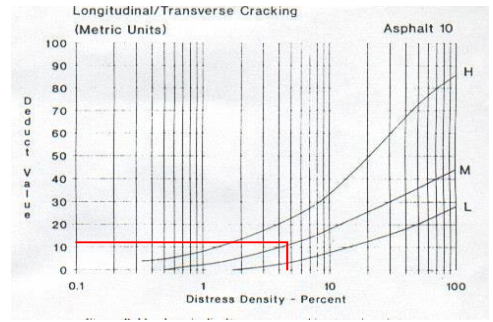
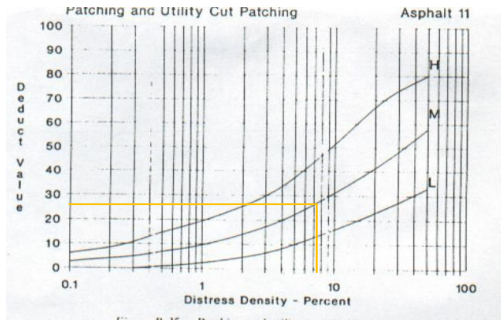


Figura 31. Curvas de los valor deducido y valor deducido corregido-UM N°1.

**Tabla 9. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°3**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°3			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI		
FECHA:	15/01/2022	PROG. INICIAL:	0+070.80		PROG. FINAL:	0+106.20			
AREA DE MUESTREO:		246.03 m <sup>2</sup>			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDIA		
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	PARCHEO	M	M2	35.4	0.47		16.638	16.638	
2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	2.4	1		2.4	30.05	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	7.9	3.5		27.65		
4	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	4.1			4.1		
5	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	4.55			4.55	13.85	
6	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	5.2			5.2		
7	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	M2	3	0.8		2.4	2.4	
8	HUECO	M	UND			1	1	1	
LONGITUD DE LA VÍA		35.4							
AREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
PA	M	M2	16.638				16.638	6.763	25.5
BLO	M	M2	2.4	27.65		30.05	12.214	17.2	
GLT	M	M	4.1	4.55		13.85	4.903	11	
DAG	M	M2	2.4			2.4	0.975	8.84	
HUE	M	UND	1			1	0.406	17.2	
<b>TOTAL VD</b>								<b>79.74</b>	
Número de valor deducidos >2 (q)		5							
Valor deducido más ato (HVDi)		25.5							
Número de valor deducidos (mi)		7.8							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	25.5	17.2	17.2	11	8.84		79.74	5	40.2
2	25.5	17.2	17.2	11	2		72.9	4	40
3	25.5	17.2	17.2	2			61.9	3	39.3
4	25.5	17.2	2				44.7	2	32.2
5	25.5	2					27.5	1	27
							<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>40.2</b>	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			$PCI = 100 - \{Máx VDC \text{ O TOTAL VD}\}$ <b>PCI= 60</b>						
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO			<b>BUENO</b>						

Fuente: Elaboración propia.

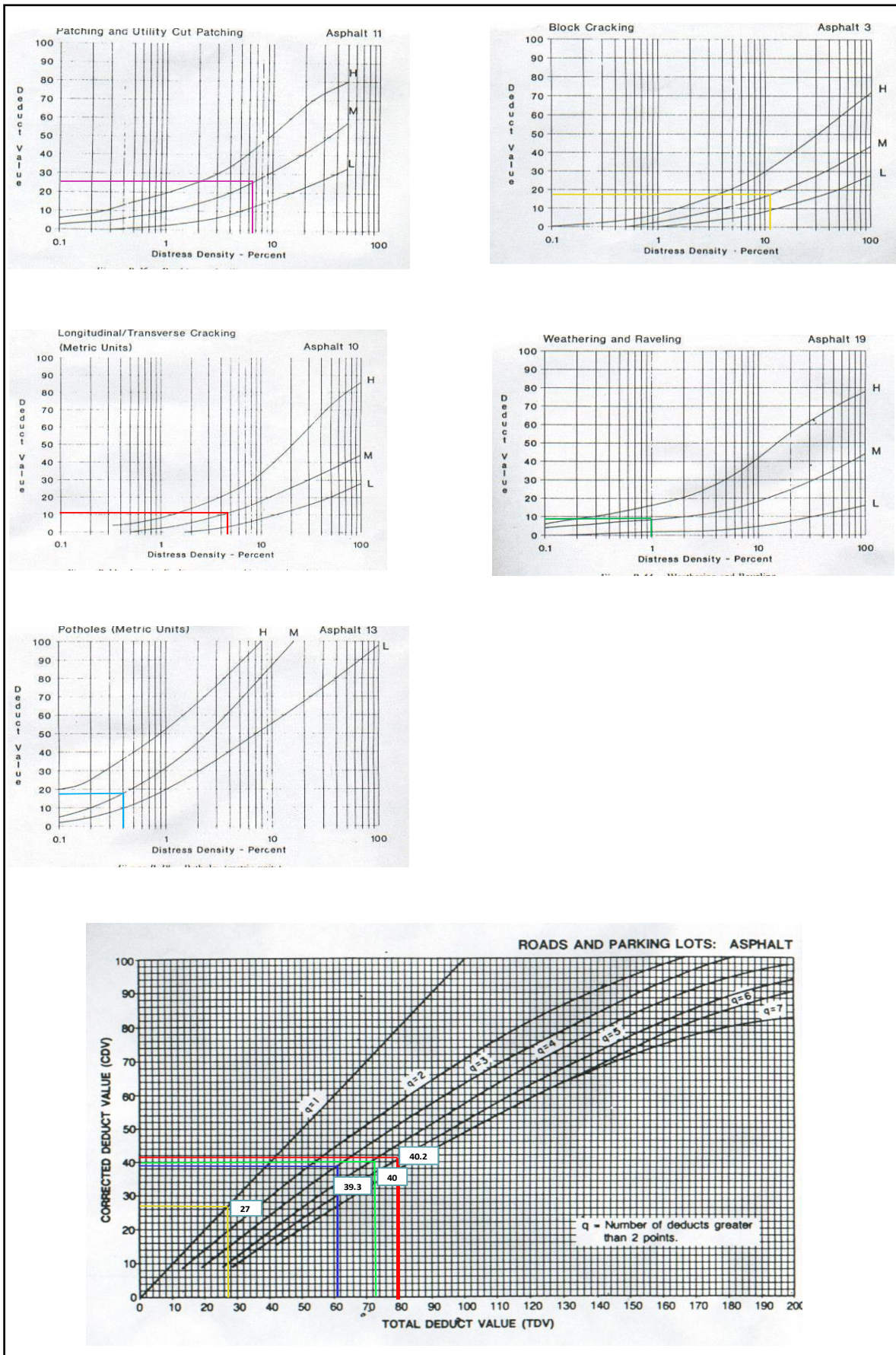


Figura 32. Curva de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°3

**Tabla 10. Cálculo del PCI- Unidad de Muestra N°5**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°5			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI		
FECHA:	15/01/2022	PROG. INICIAL:	0+141.60		PROG. FINAL:	0+177.00			
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEIDA LIDIA		
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	M	M2	1.5	0.7		1.05	1.05	
2	HUECO	M	UND			1	1	1	
3	PARCHEO	M	M2	1.2	1.25		1.5	1.5	
4	GRIETA DE BORDE AGRIETAMIENTO EN	M	M	5			5	5	
5	BLOQUE DESPRENDIMIENTO DE	M	M	29.52	5		147.6	147.6	
6	AGREGADOS	H	M2	4.5	1		4.5	4.5	
LONGITUD DE LA VÍA		35.4							
AREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
ABH	M	M2	1.05				1.05	0.43	6.78
HUE	M	UND	1				1	0.41	17.4
PA	M	M2	1.5				1.5	0.61	7.7
GB	M	M	5				5	1.77	7.5
BLO	M	M2	147.6				147.6	59.99	35
DAG	L	M2	4.5				4.5	1.83	2.25
								<b>TOTAL VD</b>	<b>76.63</b>
Número de valor deducidos >2 (q)		6							
Valor deducido más ato (HVDi)		17.4							
Número de valor deducidos (mi)		6.9							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	35	17.4	7.7	7.5	6.78	2.25	6	35	
2	17.4	7.7	7.7	7.5	6.78	2	5	22	
3	17.4	7.7	7.7	7.5	2		4	20.5	
4	17.4	7.7	7.7	2			3	20	
5	17.4	7.7	2				2	19.9	
6	17.4	2					1	19.5	
								<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>35</b>
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$ <b>PCI= 65</b>							
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		<b>BUENO</b>							

Fuente: Elaboración propia.

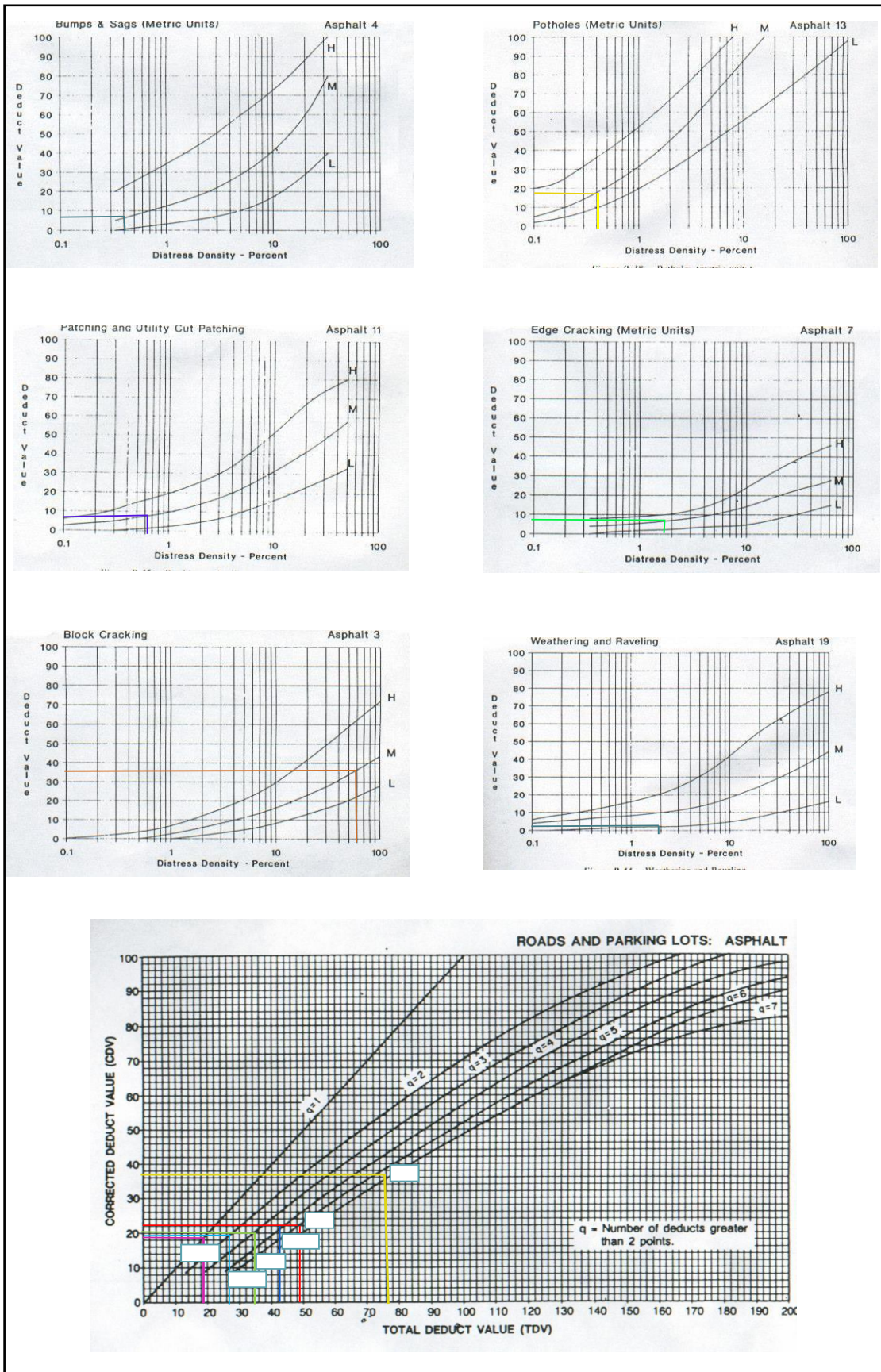


Figura 33. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°5

**Tabla 11. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°7**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°7			NOMBRE DE LA VÍA:		AV. BOLOGNESI		
FECHA:	15/01/2022	PROG. INICIAL:	0+212.40		PROG. FINAL:	0+247.80			
ÁREA DE MUESTREO:		246.03 m <sup>2</sup>			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDIA		
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	ÁREA / LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.8			2.8	12.04	
2	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	4			4		
3	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.2			2.2		
4	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	3.04			3.04		
5	GRIETA DE BORDE	H	M	3.3			3.3		
6	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	6	3.15		18.9		
7	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO	M	M2	5	1.1		5.5		5.5
LONGITUD DE LA VÍA		35.4							
ÁREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
GLT	M	M	2.8	4	2.2	3.04	12.04	4.262	9.9
GB	H	M	3.3				3.3	1.168	9.3
BLO	M	M2	18.9				18.9	7.682	13.8
DAG	M	M2	5.5				5.5	2.235	10.1
							<b>TOTAL VD</b>		<b>43.1</b>
Número de valor deducidos >2 (q)		<b>4</b>							
Valor deducido más ato (HVDI)		<b>13.8</b>							
Número de valor deducidos (mi)		<b>8.92</b>							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	13.8	10.1	9.9	9.3			43.1	4	21
2	13.8	10.1	9.9	2			35.8	3	20.6
3	13.8	10.1	2				25.9	2	18.4
4	13.8	2					15.8	1	15.6
							<b>MÁXIMO VDC</b>		<b>20.6</b>
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		$PCI = 100 - (\text{Máx VDC} \text{ O TOTAL VD})$ <b>PCI= 79</b>							
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		<b>MUY BUENO</b>							

Fuente: Elaboración propia.

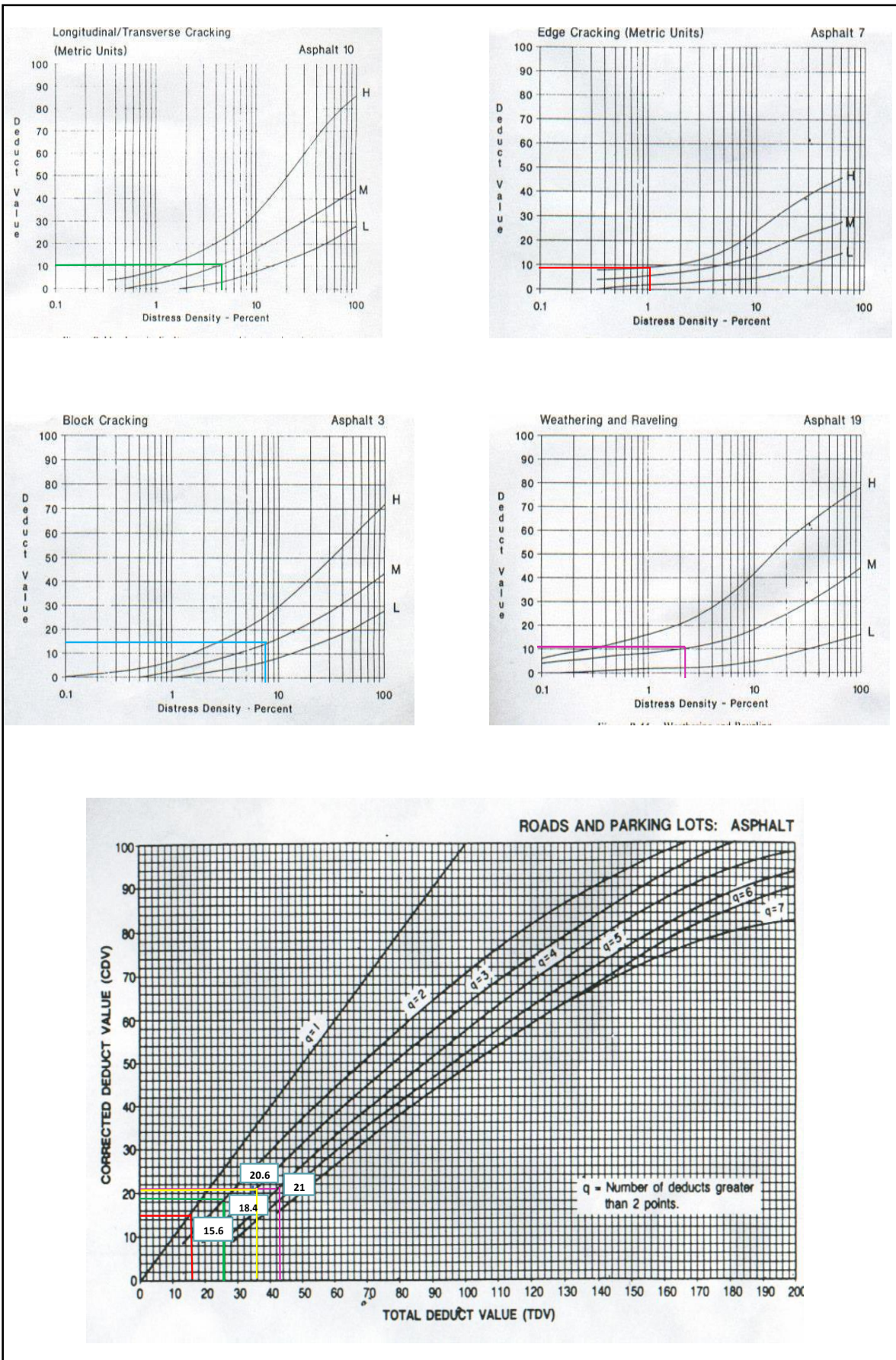


Figura 34. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°7

**Tabla 12. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°8-adicional**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																	
UNIDAD DE MUESTREO:		Muestra adicional			NOMBRE DE LA VÍA:			AV. BOLOGNESI									
FECHA:	25/01/2022	PROG. INICIAL:	0+247.80		PROG. FINAL:	0+283.20											
ÁREA DE MUESTREO:		246.03 m <sup>2</sup>			RESPONSABLES:			AGURTO PALACIOS XENA-RAMOS BALMAEDA LDA									
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	ÁREA / LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL									
				L(m)	A(m)	Und											
1	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	5.9			5.9										
2	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	3			3										
3	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	4.5			4.5										
4	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	4			4										
5	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	0.4			0.4	40.19									
6	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	5.73			5.73										
7	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	5.78			5.78										
8	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	5			5										
9	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	3.3			3.3										
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.58			2.58										
11	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	6	2.1		12.6	12.6									
12	HUECO	M	UND			1	1	1									
13	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	M	DAG	2.2	1.8		3.96	3.96									
LONGITUD DE LA VÍA		35.4															
ÁREA DE EVALUACIÓN		246.03															
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
GLT	M	M	5.9	3	4.5	4	0.4	5.73	5.78	5	3.3	2.58	40.19	14.227	21		
BLO	M	M2	12.6												12.6	5.121	11.3
HUE	M	UND	1												1	0.406	17.2
DAG	M	DAG	3.96												3.96	1.610	9.4
												<b>TOTAL VD</b>	<b>58.9</b>				
Número de valor deducidos >2 (q)		4															
Valor deducido más ato (HVDI)		21															
Número de valor deducidos (mi)		8.3															
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO																	
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC								
1	21	17.2	11.3	9.4			58.9	4	32								
2	21	17.2	11.3	2			51.5	3	31.6								
3	21	17.2	2				40.2	2	30.3								
4	21	2					23	1	23								
								<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>32</b>								
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			$PCI = 100 - (\text{Máx VDC} \times \text{TOTAL VD})$														
			$PCI = 68$														
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO			BUENO														

Fuente: Elaboración propia



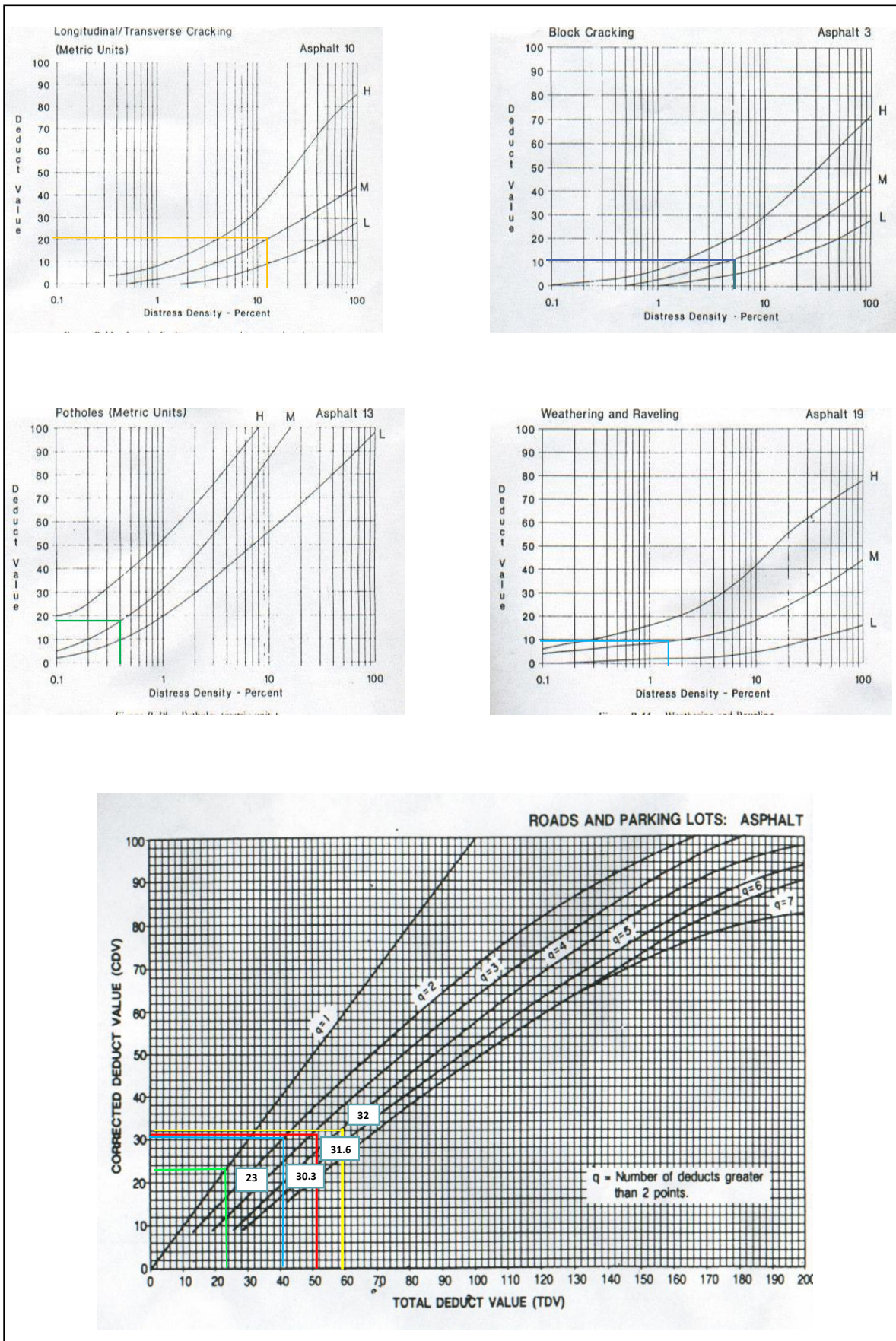


Figura 35. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°8

**Tabla 13. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°9**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)										
UNIDAD DE MUESTREO:		N°9			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI			
FECHA:	25/01/2022	PROG. INICIAL:	0+283.20		PROG. FINAL:	0+318.60				
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDA			
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL		
				L(m)	A(m)	Und				
1	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	GLT	2			2	7.89		
2	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	GLT	1.27			1.27			
3	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	GLT	4.62			4.62			
4	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO	M	DAG	2	1.3		2.6			2.6
5	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	BLO	14	3.5		49			49
6	PARCHEO	H	PA	2	0.7		1.4			6.6
7	PARCHEO	H	PA	4	1.3		5.2			
LONGITUD DE LA VÍA		35.4								
AREA DE EVALUACIÓN		246.03								
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
GLT	M	M	2	1.27	4.62	7.89	2.793	6.5		
DAG	M	M2	2.6			2.6	1.057	8.93		
BLO	M	M2	49			49	19.916	22		
PA	H	M2	1.4	5.2		6.6	2.683	15.9		
							<b>TOTAL VD</b>	<b>53.33</b>		
Número de valor deducidos >2 (q)		4								
Valor deducido más ato (HVDi)		22								
Número de valor deducidos (mi)		8.16								
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	22	15.9	8.93	6.5		<b>53.33</b>	4	27.2		
2	22	15.9	8.93	2		<b>48.83</b>	3	28.7		
3	22	15.9	2			<b>39.9</b>	2	29.9		
4	22	2				<b>24</b>	1	24		
							<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>29.9</b>		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$ <b>PCI= 70</b>								
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		MUY BUENO								

Fuente: Elaboración propia.

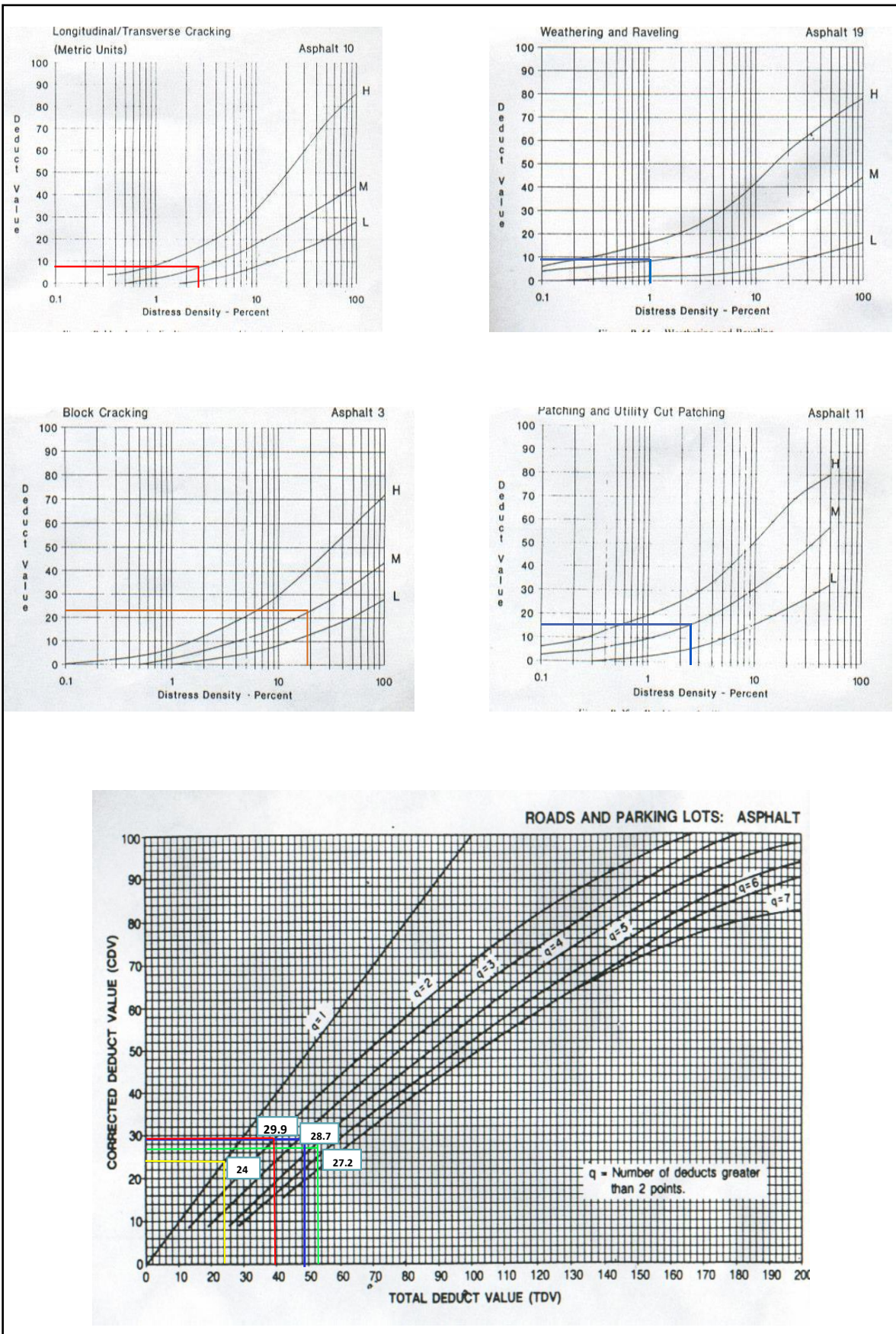


Figura 36. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°9

**Tabla 14. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°11**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°11			NOMBRE DE LA VÍA:			AV. BOLOGNESI	
FECHA:	25/01/2022	PROG. INICIAL:	0+354.00		PROG. FINAL:	0+389.40			
ÁREA DE MUESTREO:		246.03 m <sup>2</sup>			RESPONSABLES:			AGUIRTO PALACIOS-RAMOS BALMACEDA	
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	ÁREA / LONGITUD / UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	29	1.85		53.65	53.65	
2	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	29	4.62		133.98	133.98	
3	GRIETA DE BORDE	H	M	2.2			2.2	2.2	
LONGITUD DE LA VÍA		35.4							
ÁREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
DAG	L	M2	53.65				53.65	21.806	8.4
BLO	M	M2	133.98				133.98	54.457	34.5
GB	H	M	2.2				2.2	0.779	8.7
							<b>TOTAL VD</b>	51.6	
Número de valor deducidos >2 (q)		3							
Valor deducido más alto (HVDI)		34.5							
Número de valor deducidos (mi)		7							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	34.5	8.7	8.4				51.6	3	31.7
2	34.5	8.7	2				45.2	2	32.4
3	34.5	2					36.5	1	36.5
							<b>MÁXIMO VDC</b>	36.5	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			$PCI = 100 - (\text{Máx VDC} \text{ O TOTAL VD})$ PCI = 64						
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO			BUENO						

Fuente: Elaboración propia.

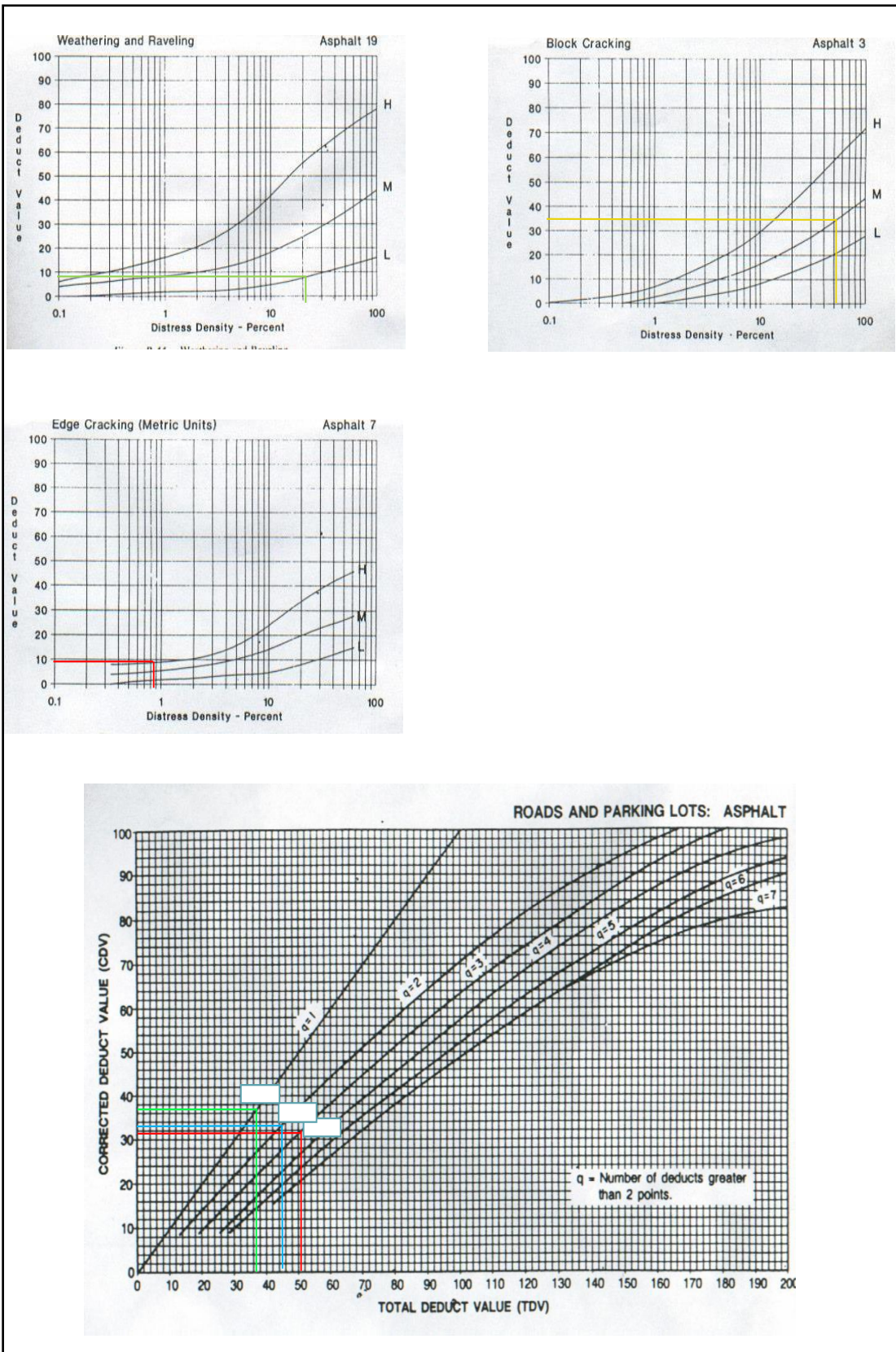


Figura 37. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°11

**Tabla 15. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°13**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
UNIDAD DE MUESTREO:		N°13			NOMBRE DE LA VÍA:		AV. BOLOGNESI						
FECHA:	25/01/2022	PROG. INICIAL:	0+424.80		PROG. FINAL:	0+460.20							
ÁREA DE MUESTREO:		246.03 m <sup>2</sup>			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAJOS BALMACEIDA LIDIA						
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	ÁREA / LONGITUD / UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL					
				L(m)	A(m)	Und							
1	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	6	3.1		18.6	18.6					
3	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	2.2			2.2						
4	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	3			3						
5	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	2.54			2.54						
6	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	2.8			2.8	30.58					
7	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	3.1			3.1						
8	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	4.45			4.45						
9	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	7			7						
10	TRANSVERSAL GRIETA LONGITUDINAL Y	M	M	5.49			5.49						
11	HUECO	M	UND			1	1						
12	HUECO	M	UND			1	1	4					
13	HUECO	M	UND			1	1						
14	HUECO	M	UND			1	1						
15	PULIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	18	4.73		85.14	85.14					
LONGITUD DE LA VÍA				35.4									
ÁREA DE EVALUACIÓN				246.03									
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
BLO	M	M2	18.6								18.6	7.560	12.9
GLT	M	M	2.2	3	2.54	2.8	3.1	4.45	7	5.49	30.58	10.825	18.9
HUE	M	UND	1	1	1	1					4	1.626	39
PU	M	M2	85.14								85.14	34.606	9.2
											<b>TOTAL VD</b>		<b>80</b>
Número de valor deducidos > 2 (q)				4									
Valor deducido más ato (HVDi)				39									
Número de valor deducidos (m)				6.6									
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO													
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC					
1	39	18.9	12.9	9.2		80	4	45					
2	39	18.9	12.9	2		72.8	3	46					
3	39	18.9	2			59.9	2	43.9					
4	39	2				41	1	40.5					
							<b>MÁXIMO VDC</b>	46					
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				PCI = 100 - (Máx VDC O TOTAL VD)		PCI =		54					
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO				REGULAR									

Fuente: Elaboración propia.

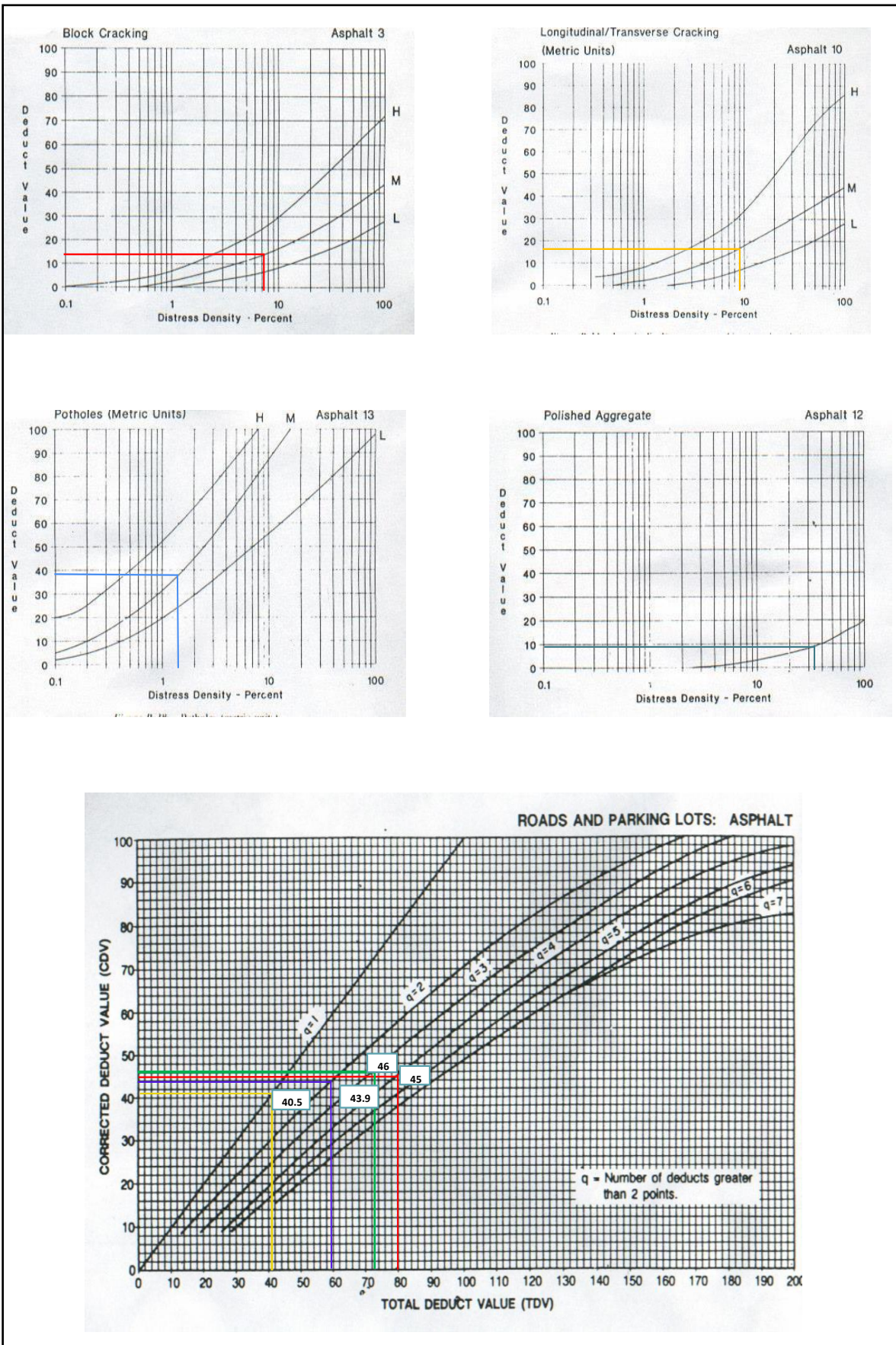


Figura 38. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°13

**Tabla 16. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°15**

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
UNIDAD DE MUESTREO:		N°15			NOMBRE DE LA VÍA:		AV. BOLOGNESI	
FECHA:	25/01/2022	PROG. INICIAL:	0+495.60		PROG. FINAL:	0+531.00		
ÁREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDIA	
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	ÁREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL
				L(m)	A(m)	Und		
1	HUECO	M	UND			1	1	2
2	HUECO	M	UND			1	1	
3	PARCHEO	M	M2	1.2	0.8		0.96	2.4
4	PARCHEO	M	M2	1.2	1.2		1.44	
5	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.5			2.5	9.79
6	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.5			2.5	
7	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.25			2.25	
8	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.54			2.54	3.654
9	ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	M	M2	2.03	1.8		3.654	
10	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	4	0.8		3.2	3.2

LONGITUD DE LA VÍA	35.4
ÁREA DE EVALUACIÓN	246.03

FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
HUE	M	UND	1	1			2	0.8129	27.9
PA	M	M2	0.96	1.44			2.4	0.9755	9.9
GLT	M	M	2.5	2.5	2.25	2.54	9.79	3.4657	8.5
ABH	M	M2	3.654				3.654	1.4852	14.6
DAG	L	M2	3.2				3.2	1.3007	2.5
<b>TOTAL VD</b>									<b>63.4</b>

Número de valor deducidos >2 (q)	5
Valor deducido más alto (HVDi)	27.9
Número de valor deducidos (mi)	7.6

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	27.9	14.6	9.9	8.5	2.5		63.4	5	31.5
2	27.9	14.6	9.9	8.5	2		62.9	4	34
3	27.9	14.6	9.9	2			54.4	3	33.8
4	27.9	14.6	2				44.5	2	32
5	27.9	2					29.9	1	29.8
<b>MÁXIMO VDC</b>									<b>33.8</b>

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)      PCI = 100 - (Máx VDC O TOTAL VD)

PCI = 66

CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO      BUENO

Fuente: Elaboración propia.



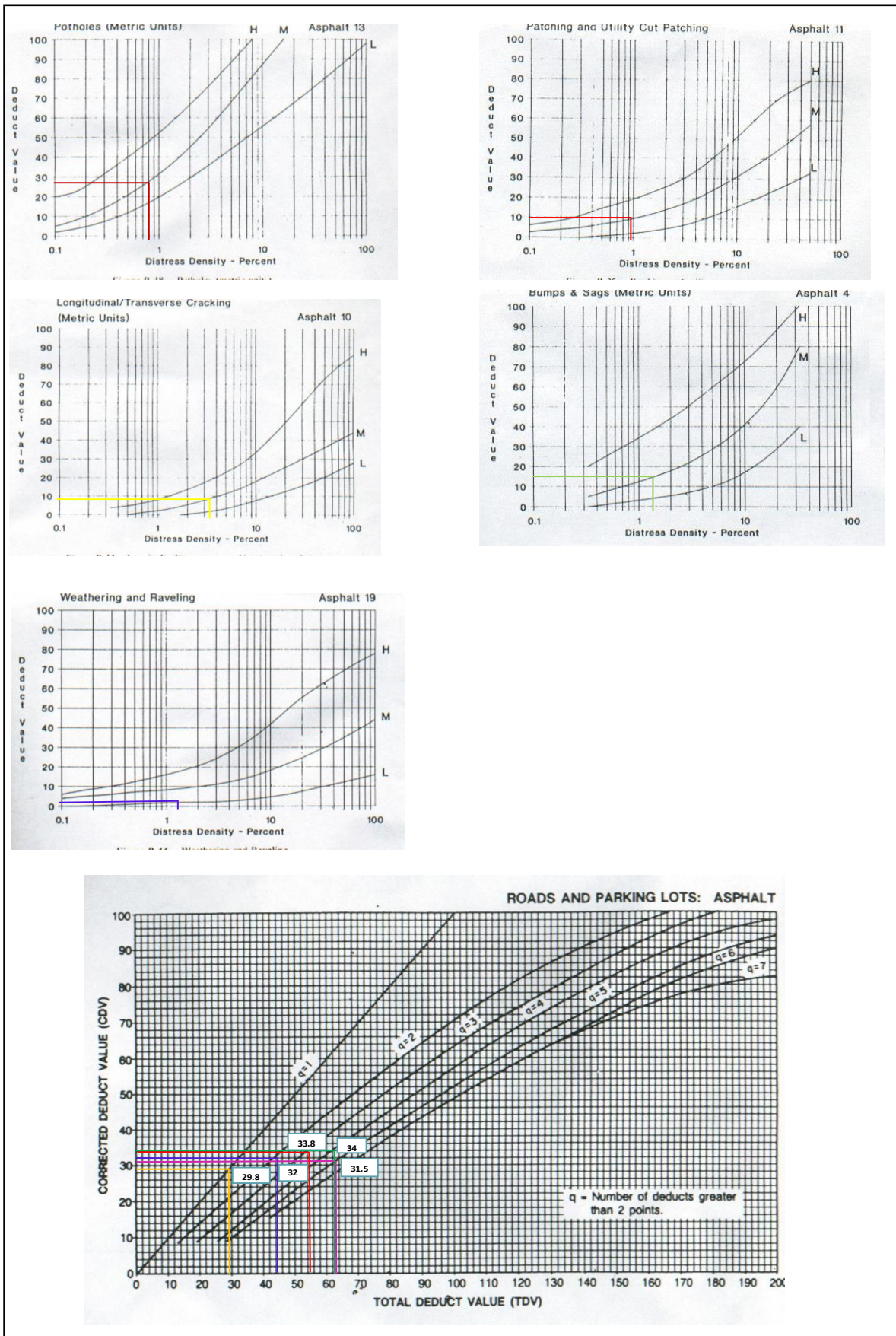


Figura 39. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido-UM N°15

**Tabla 17. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°17**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°17			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI		
FECHA:	12/02/2022	PROG. INICIAL:	0+566.40		PROG. FINAL:	0+601.80			
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDIA		
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	2.3			2.3	6.3	
2	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	M	M	4			4		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	M	M2	12	4		48	48	
4	PARCHEO	M	M2	1.02	0.9		0.918	0.918	
5	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	8	0.7		5.6	5.6	
LONGITUD DE LA VÍA		35.4							
AREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
GLT	M	M	2.3	4			6.3	2.230	5.1
BLO	M	M2	48				48	19.510	21.9
PA	M	M2	0.918				0.918	0.373	5.4
DAG	L	M2	5.6				5.6	2.276	2.4
								<b>TOTAL VD</b>	34.8
Número de valor deducidos >2 (q)		4							
Valor deducido más ato (HVDi)		21.9							
Número de valor deducidos (mi)		8.2							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	21.9	5.4	5.1	2.4		34.8	4	13.4	
2	21.9	5.4	5.1	2		34.4	3	20	
3	21.9	5.4	2			29.3	2	21.5	
4	21.9	2				23.9	1	23.9	
								<b>MÁXIMO VDC</b>	23.9
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$ <b>PCI= 76</b>						
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO			MUY BUENO						

Fuente: Elaboración propia.

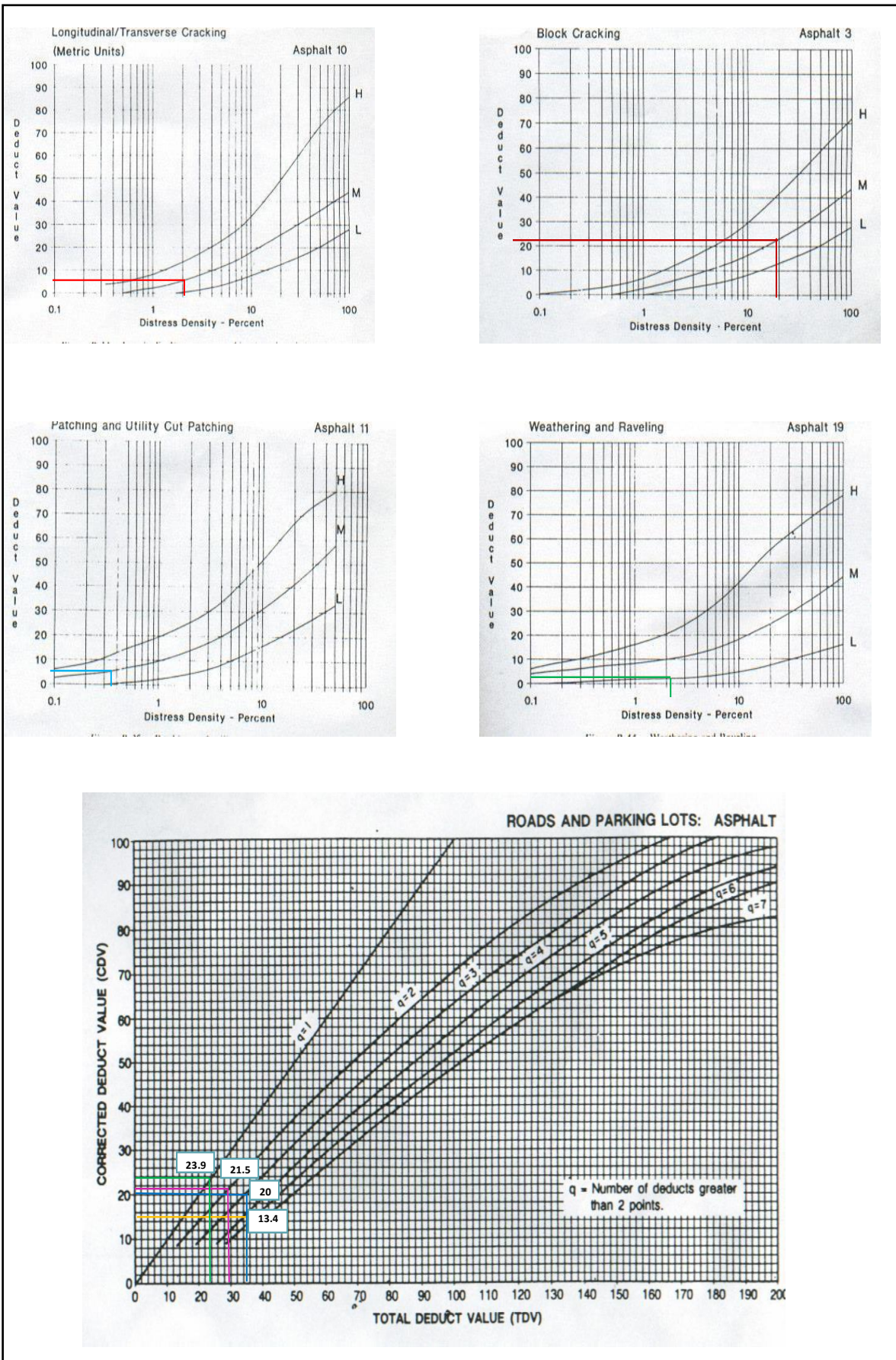


Figura 40. Curvas de valor deducido y valor corregido UM-N°17

**Tabla 18. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra N°19**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		N°19			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI		
FECHA:	12/02/2022	PROG. INICIAL:	0+637.20		PROG. FINAL:	0+672.60			
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDIA		
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	35.4	2.03		71.862	71.862	
2	PULIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	35.4	4.92		174.168	174.168	
AREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
DAG	L	M2	71.86				71.9	29.21	9.6
PU	L	M2	174.168				174.2	70.79	15.9
							<b>TOTAL VD</b>	25.5	
Número de valor deducidos >2 (q)		2							
Valor deducido más ato (HVDi)		15.9							
Número de valor deducidos (mi)		8.7							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	15.9	9.6			25.5	2	18.3		
2	15.9	2			17.9	1	17.8		
							<b>MÁXIMO VDC</b>	18.3	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$ <b>PCI= 82</b>							
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO		MUY BUENO							

Fuente: Elaboración propia.

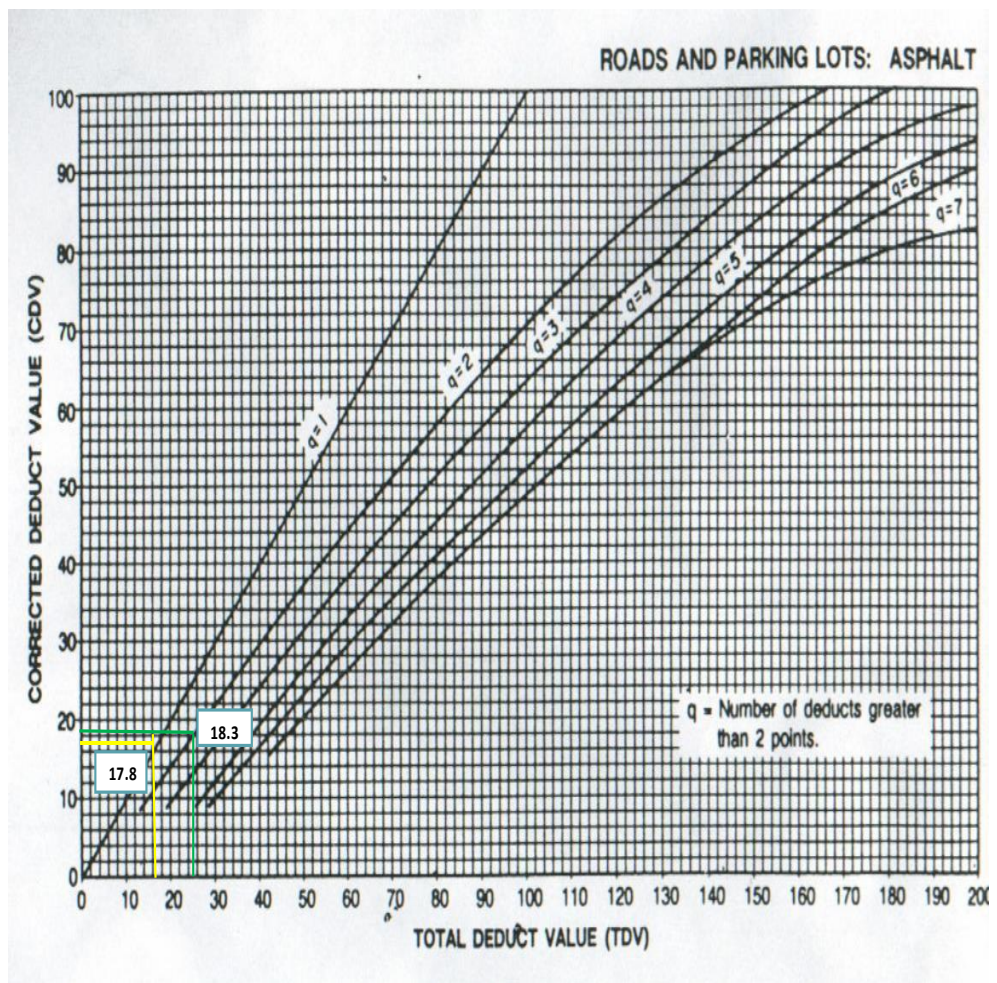
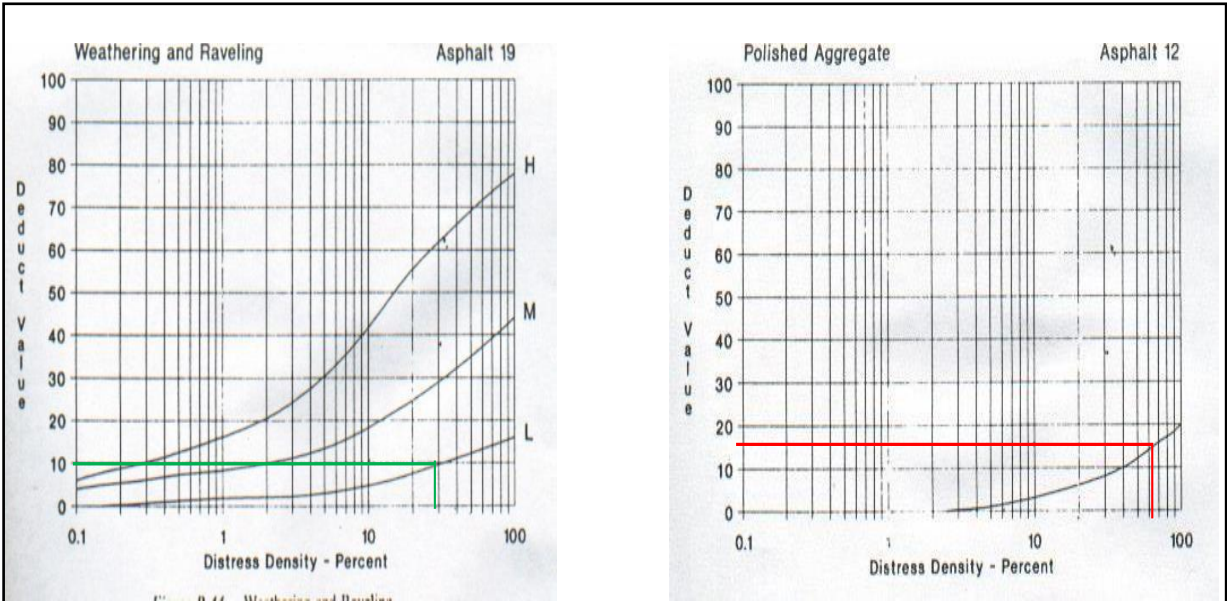


Figura 41. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido UM-N°19

**Tabla 19. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra adicional**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)										
UNIDAD DE MUESTREO:		N°21			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI			
FECHA:	12/02/2022	PROG. INICIAL:	0+708.00		PROG. FINAL:	0+743.40				
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMaceda LIDIA			
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	/LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL		
				L(m)	A(m)	Und				
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	35.4	2.03		71.86	71.86		
2	PULIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	35.4	4.92		174.17	174.17		
AREA DE EVALUACIÓN		246.03								
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)		VALOR DEDUCIDO
DAG	L	M2	71.86				71.86	29.21		9.6
PU	L	M2	174.17				174.17	70.79		15.9
								<b>TOTAL VD</b>		<b>25.5</b>
Número de valor deducidos >2 (q)		<b>2</b>								
Valor deducido más ato (HVDi)		<b>15.9</b>								
Número de valor deducidos (mi)		<b>8.7</b>								
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	15.9	9.6					<b>25.5</b>	2	18.3	
2	15.9	2					<b>17.9</b>	1	17.8	
								<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>18.3</b>	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$ <b>PCI= 82</b>						
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO				<b>MUY BUENO</b>						

Fuente: Elaboración propia.

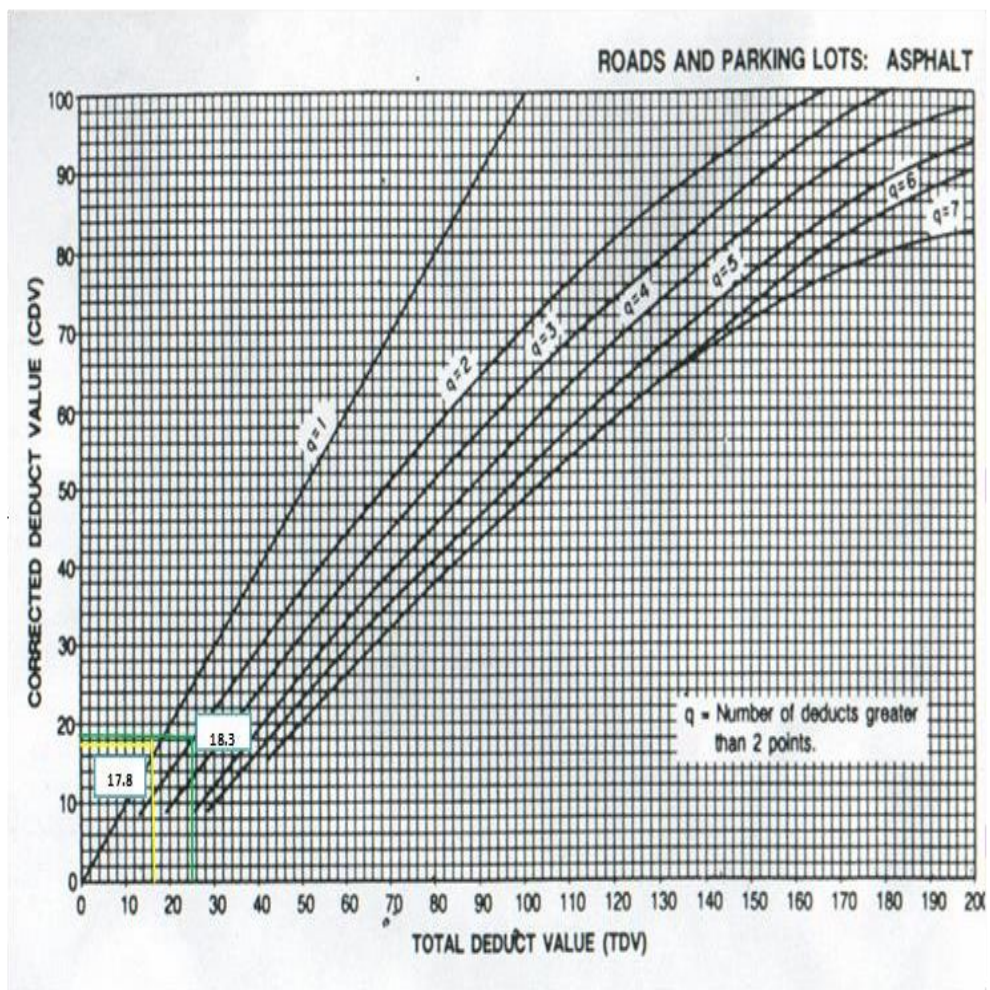
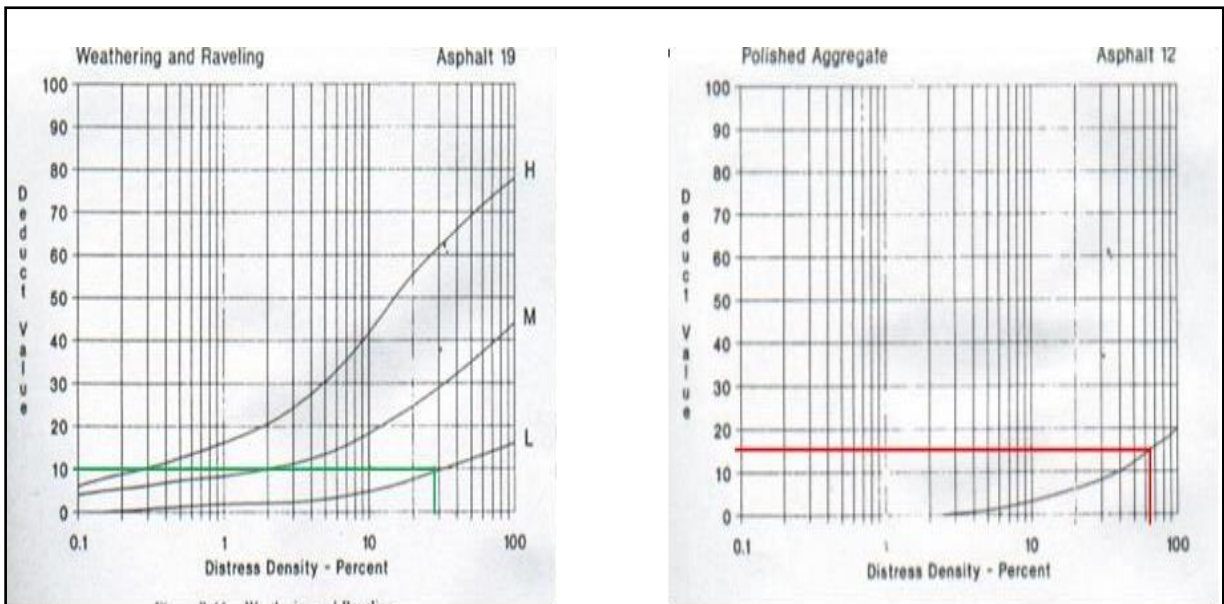



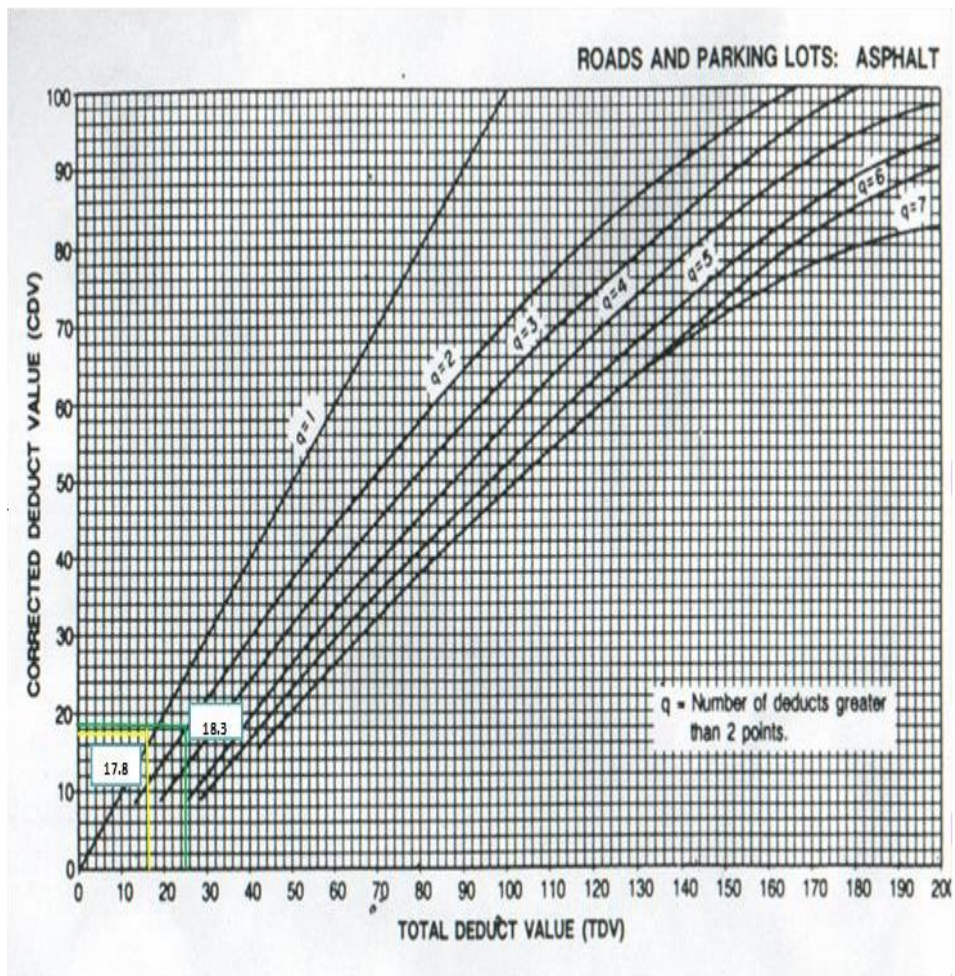
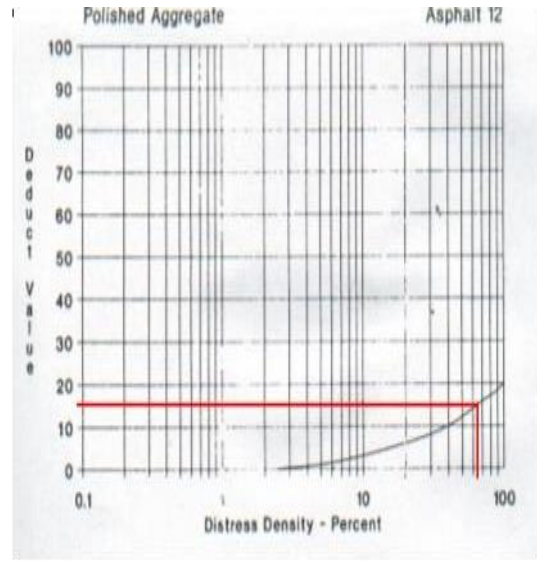
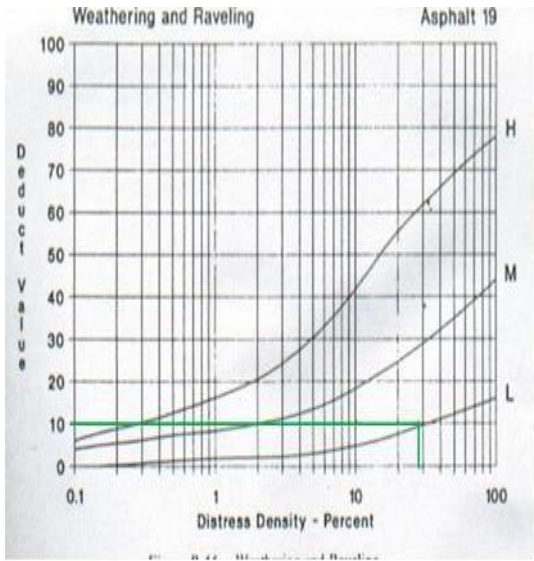
Figura 43. Curvas de valor deducido y valor deducido corregido UM-Adicional

**Tabla 20. Cálculo del PCI-Unidad de Muestra adicional**

EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
UNIDAD DE MUESTREO:		Muestra adicional			NOMBRE DE LA VIA:		AV. BOLOGNESI		
FECHA:	12/02/2022	PROG. INICIAL:	0+778.80		PROG. FINAL:	0+814.20			
AREA DE MUESTREO:		246.03 m2			RESPONSABLES:		AGURTO PALACIOS XENIA-RAMOS BALMACEDA LIDIA		
N°	DAÑO	SEVERIDAD	UND	AREA /LONGITUD/UND			CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	
				L(m)	A(m)	Und			
1	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	35.4	2.03		71.86	71.86	
2	PULIMIENTO DE AGREGADOS	L	M2	35.4	4.92		174.17	174.17	
									
AREA DE EVALUACIÓN		246.03							
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
DAG	L	M2	71.86				71.86	29.21	9.6
PU	L	M2	174.17				174.17	70.79	15.9
								<b>TOTAL VD</b>	<b>25.5</b>
Número de valor deducidos >2 (q)		2							
Valor deducido más ato (HVDi)		15.9							
Número de valor deducidos (mi)		8.7							
CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		
1	15.9	9.6			25.5	2	18.3		
2	15.9	2			17.9	1	17.8		
							<b>MÁXIMO VDC</b>	<b>18.3</b>	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)				$PCI = 100 - (\text{Máx VDC O TOTAL VD})$					
				PCI= 82					
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO				MUY BUENO					

Fuente: Elaboración propia.





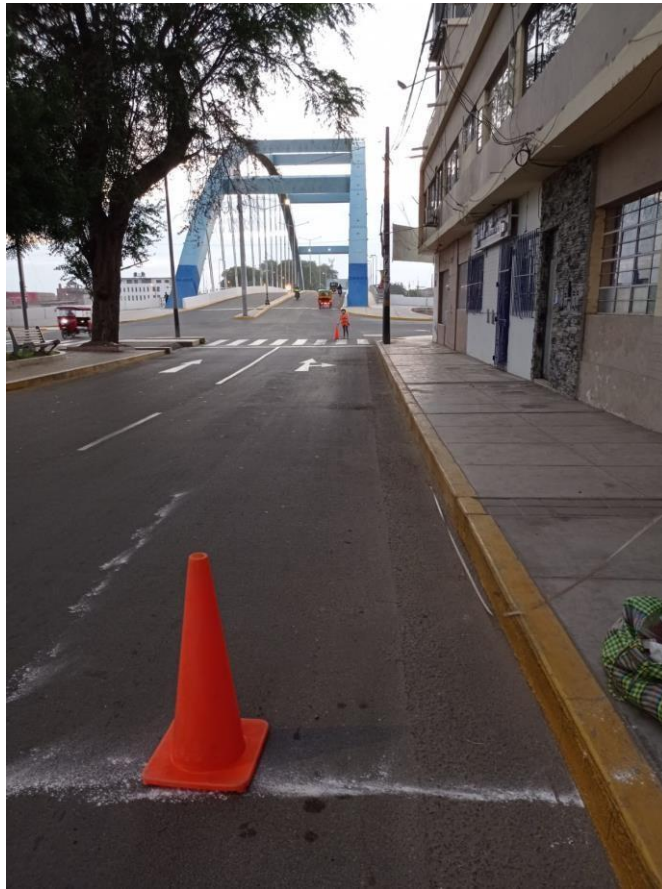
**Figura 43:** Curvas de valor deducido y valor deducido corregido UM-Adicional

**Tabla 21.** Resumen de los PCI de las 13 Unidades de Muestras y PCI final de la Av. Bolognesi

PCI					
UM	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	Max VDC	PCI	CONDICION
UM 01	0+000	0+035.40	52.00	48	REGULAR
UM 03	0+070.80	0+106.20	40.00	60	BUENO
UM 05	0+141.60	0+177.00	35.00	65	BUENO
UM 07	0+212.40	0+247.80	21.00	79	MUY BUENO
UM 08	0+247.80	0+283.20	32.00	68	BUENO
UM 09	0+283.20	0+318.60	30.00	70	MUY BUENO
UM 11	0+354.00	0+389.40	36.00	64	BUENO
UM 13	0+424.80	0+460.20	44.00	54	REGULAR
UM15	0+495.60	0+531.00	45.00	55	BUENO
UM 17	0+566.40	0+601.80	34.00	76	MUY BUENO
UM 19	0+637.20	0+672.60	18.00	82	MUY BUENO
UM 21	0+708.00	0+743.4	18.00	82	MUY BUENO
UM 23	0+778.80	0+814.20	18.00	82	MUY BUENO
<b>PROMEDIO TOTAL DE PCI</b>				<b>68</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 08: Fotografías de la Avenida Bolognesi.**



*Figura 44.* Unidad de nuestra N°1.



*Figura 45.* Desprendimiento de agregados.



**Figura 46.** Grieta longitudinal y transversal.



**Figura 47.** Grieta longitudinal y transversal-Parqueo.



*Figura 48.* Grieta de borde.



*Figura 49.* Grieta longitudinal y transversal.



*Figura 50. Parcheo*



*Figura 51. Grieta longitudinal y transversal*



**Figura 52.** Desprendimiento de agregados



**Figura 53.** Grieta longitudinal y transversal



*Figura 54.* Hueco



*Figura 55.* Hueco





*Figura 56.* Parqueo



*Figura 57.* Hueco



*Figura 58.* Parcheo



*Figura 59.* Parcheo



**Figura 60.** Agrietamiento en bloque



**Figura 61.** Agrietamiento en bloque



**Figura 62.** Desprendimiento de agregados



**Figura 63.** Agrietamiento en bloque



*Figura 64.* Hueco



*Figura 65.* Desprendimiento de agregados



**Figura 66.** Grieta de borde



**Figura 67.** Desprendimiento de agregados



*Figura 68.* Grieta de borde



*Figura 69.* Grieta longitudinal y transversal



**Figura 70.** Pulimiento de agregados



**Figura 71.** Pulimiento de agregados