



**UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE  
CHIMBOTE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS  
PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA CALLE  
BOLOGNESI, CUADRAS 7,9, 10, 11 Y 12, DISTRITO DE  
IQUITOS, PROVINCIA MAYNAS – DEPARTAMENTO  
LORETO – AÑO 2017"**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**AUTORA**

**RIOS CARRION, LEYDI JANE**

**ASESOR**

**RAMIREZ PALOMINO, LUIS ARTEMIO**

**PUCALLPA- PERU**

**2017**

## Hoja de Firma de Jurado

---

Mgr. Johana Sotelo Urbano

Presidente

---

Ing. Monsalve Ochoa Milton Cesar

Miembro

---

Ing. Juan Veliz Rivera

Miembro

## **Agradecimiento**

Primeramente doy gracias a DIOS por haberme dado la fortaleza para seguir y no desmayar en los momentos difíciles, por ser el artífice para poder así culminar con este proyecto, para realizarme profesionalmente.

A la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, por brindarme la oportunidad de convertirme en profesional. A Todos los catedráticos que me formaron durante los cinco años de estudio y en especial a mi asesor Ing. Luis Artemio Ramírez Palomino, por su tiempo, dedicación y apoyo durante en proceso de elaboración de esta tesis.

A mis padres, abuelas y tíos que de alguna manera estuvieron ahí presentes brindando su apoyo y comprensión.

Gracias a todos, espero no defraudarlos.

## **Dedicatoria**

A mis padres Leny Carrión y Carlos Ríos, por ser las personas que me apoyaron a pesar de los momentos difíciles y ser quienes confiaron siempre en las decisiones que he tomado a lo largo del transcurso de mi formación como profesional.

## Resumen

En este informe final de tesis se planteó determinar y evaluar los problemas patológicos encontrados en el pavimento de mortero, para así obtener el índice y condición operacional de la superficie de las calles Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, del Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto, las condiciones de la infraestructura existe de la zona en estudio son inadecuadas, estos pueden ser ocasionados por los posibles malos procesos constructivos, el tipo de suelo y el periodo de vida útil del pavimento, en general el informe de tesis se plasmó siguiendo la metodología descriptiva, no experimental, corte transversal y analítica, aplicando el método del PCI (Índice de Condición del Pavimento) considerado uno de las metodologías de evaluación completa y objetiva. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado, durante el desarrollo de la investigación es posible utilizar software para el procesamiento de datos.

De los resultados obtenidos en esta evaluación se obtuvo un PCI ponderado igual a 46.33 considerado como pavimento Regular.

En conclusión de acuerdo a las evaluaciones en la superficie de las calles Bolognesi, se encontró las siguientes patologías, Desconchamiento, Descaramiento de juntas, Grietas Lineales, Parcheo, Grieta de Esquina y Losa Dividida, estos determinaron el rango del PCI y los niveles de severidad, las secciones en estudio son U1, U2, U3, U4, U5 estas tienen una antigüedad de 8 años.

**Palabras Claves:** Pavimento Rígido, Patologías del mortero, Severidad, Índice de Integridad Estructural y Condición Operacional de la Superficie.

## Summary

In this final thesis report we contemplate to determine and evaluate the pathological problems found in the pavement mortar in order to obtain the index and the operational condition of the Bolognesi's streets surface from blocks 7, 9, 10, 11 and 12 in Iquitos district, province of Maynas, Loreto region. The infrastructure conditions that exist in the study zone are inadequate; this could be caused by the possible bad construction processes, the type of soil and the period of service life of the paving, in general the thesis report was built by following the descriptive methodology, non-experimental, transversal cut and analytical applying the PCI method (Pavement Condition Index) consider being one of the most objective and complete methodical evaluation. PCI is a numerical index that differs from zero (0), for a failed or bad shape pavement, to one hundred (100) for a perfect state pavement, during the development of the investigation is possible to utilize software for data processing.

The final obtained results from this evaluation gave us a weighted PCI of 46.33 considerate as regular pavement.

In conclusion according to the surface evaluations of the Bolognesi streets, the next pathologies were found, Scaling, Peeling joints, Lineal Cracks, Patching, Corner Crack and Divided Cement Floor, these determine the PCI range and severity level, the study sections are U1, U2, U3, U4, U5. These have an antiquity of 8 years.

**Key Words:** Rigid Pavement, Mortar pathologies, Severity, Structural Integrity Index and Surface Operational Condition

## CONTENIDO

<b>1. Título</b> .....	i
<b>2. Hoja de Firma del Jurado</b> .....	ii
<b>3. Hoja de Agradecimiento y/ Dedicatoria</b>	
3.1 Agradecimiento.....	iii
3.2 Dedicatoria.....	iv
<b>4. Resumen y Summary</b>	
4.1 Resumen.....	v
4.2 Summary.....	vi
<b>5. Contenido</b> .....	vii
<b>6. Índice de Figuras y Tablas</b>	
<b>I.    Introducción</b> .....	1
<b>II. Revisión de la Literatura</b> .....	3
2. Marco teórico.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	6
2.2 Bases Teóricas para la Investigación.....	9
2.2.1 Pavimento.....	10
2.2.2 Clasificación de pavimentos.....	11
2.2.3 Pavimento Rígido.....	12
2.2.4 Tipos de Pavimentos Rígidos.....	13
2.2.5 Elementos del Pavimento Rígido.....	14
2.2.6 Patología en Pavimento.....	15

2.2.7	Fallas del Pavimento Rígido.....	16
2.2.7.1	Fallas de Regularidad y Superficie.....	23
2.2.7.2	Agrietamientos.....	25
2.2.7.3	Deficiencias o Fallas en Juntas.....	30
2.2.7.4	Deterioros Superficiales.....	32
2.2.8	Evaluación de Pavimentos.....	34
2.2.9	Tipos de Evaluación de Pavimentos.....	34
2.2.10	Índice de Condición del Pavimento (PCI – Paviment Condition Index).....	35
2.2.10.1	Condición del Pavimento.....	36
2.2.11	Evaluación de la Condición del Pavimento.....	36
2.2.12	Evaluación del Pavimento por el Esclerómetro.....	37
2.3	Definición de Términos Básicos.....	39

### **III. Metodología**

3.1	Tipo de Investigación.....	41
3.2	Diseño de la Investigación.....	41
3.3	Universo y Población.....	42
3.4	Definición y Operacionalización de las Variables.....	44
3.5	Técnicas de Instrumento.....	44
3.6	Plan de Análisis.....	45
3.7	Matriz de Consistencia.....	46
3.8	Principios Éticos.....	47



**IV. Resultados**

4.1 Resultados.....48

4.2 Análisis de Resultados.....106

**V. Conclusiones y Recomendaciones**

5.1 Conclusiones.....108

5.2 Recomendaciones.....109

Referencias bibliográficas.....111

Anexos.....112

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### VI. Índice de Figuras.

Figura 01. Pavimento Flexible, Rígido e Híbrido.....	15
Figura 02. Esquema típico del paquete estructural de un Pavimento Rígido.....	16
Figura 03. Estructura típica de un Pavimento Rígido.....	18
Figura 04. Falla Blow Up/Blucklin.....	21
Figura 05. Falla Popout.....	22
Figura 06. Falla Bombeo.....	23
Figura 07. Falla Punzonamiento.....	24
Figura 08. Falla Cruce de Vía Férrea.....	25
Figura 09. Falla Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado.....	27
Figura 10. Falla Descaramiento de Esquina.....	28
Figura 11. Falla Descaramiento de Junta.....	30
Figura 12. Falla de Asentamiento.....	31
Figura 13. Falla de Bache.....	31
Figura 14. Falla Superficie Pulimentada.....	35
Figura 15. Falla Grietas Longitudinales.....	35
Figura 16. Falla Grietas Transversales.....	36
Figura 17. Falla Grietas Diagonales.....	36
Figura 18. Falla Grieta en Esquina.....	38
Figura 19. Falla Losa Dividida.....	38
Figura 20. Falla Grietas de Durabilidad “D”.....	40
Figura 21. Falla Desplazamiento.....	41
Figura 22. Falla Daño de Junta.....	43
Figura 23. Falla Parche Grande (mayor a0. 45m <sup>2</sup> ).....	44

Figura 24. Falla Parcheo Pequeño (menor a 0.45m <sup>2</sup> ).....	45
Figura 25. Rango de Calificación del PCI.....	48
Figura 26. Esquema de un Esclerómetro.....	49
Figura 27. Hoja de Inspección de Condición para unidad de Muestra.....	52
Figura 28. Falla patológica Grieta Lineal UM-01.....	67
Figura 29. Falla patológica Parche Grande UM-01.....	68
Figura 30. Falla patológica Popouts UM-01.....	69
Figura 31. Falla patológica Desconchamiento UM-01.....	70
Figura 32. Gráfico de patologías y densidades registras en el pavimento rígido UM-01.....	72
Figura 33. Falla patológica de Esquina UM-02.....	75
Figura 34. Falla patológica de Lineal UM-02.....	76
Figura 35. Falla patológica de Parche Grande UM-02.....	77
Figura 36. Falla patológica de Desconchamiento UM-02.....	78
Figura 37. Grafico de patologias y densidad registradas en el pavimento rigido UM-02.....	80
Figura 38. Falla patológica de Grieta de Esquina UM-03.....	83
Figura 39. Falla patológica de Grieta Lineal UM-03.....	84
Figura 40. Falla patológica de Popouts UM-03.....	85
Figura 41. Falla patológica de Descochamiento UM-03.....	86
Figura 42. Gráfico de patologías y densidad registras en pavimentos rígidos UM-03.....	88
Figura 43. Falla patológica Grieta de Esquina UM-04.....	91
Figura 44. Falla patológica Grieta Lineal UM-04.....	92
Figura 45. Falla patológica Parche Grande UM-04.....	93
Figura 46. Falla patológica Descochamiento UM-04.....	94
Figura 47. Gráfico de patologías y densidad registradas en pavimento rigidos UM-04.....	96

Figura 48. Falla patológica Grieta de Esquina UM-05.....	99
Figura 49. Falla patológica Escala UM-05.....	100
Figura 50. Falla patológica Grieta Lineal UM-05.....	101
Figura 51. Falla patológica Desconchamiento UM-05.....	102
Figura 52. Gráfico de patologías y densidad registradas en pavimento rígido UM-05.....	104
Figura 53. Plano de ubicación Ca. Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12.....	112
Figura 54, Vista Satelital Del Área De Estudio, Ca. Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12.....	113
Figura 55, Vista panorámica de la Ca. Bolognesi /Jr. Bermúdez.....	113
Figura 56, Vista del pavimento de concreto con presencia de grieta lineal y desconchamiento.....	114
Figura 57, Vista del pavimento de concreto con presencia de grieta lineal.....	114
Figura 58, Vista de falla de Parcheo Grande.....	115
Figura 59, Vista de falla de Desconchamiento UM-03.....	115
Figura 60, Vista de falla de Desconchamiento UM-05.....	116
Figura 61, Vista de falla de Desconchamiento UM-01.....	116

## **INTRODUCCION**

En el presente informe de tesis se tiene por finalidad el desarrollar la evaluación superficial de los pavimentos rígidos (mortero), estos a su vez es uno de los problemas encontrados en el departamento de Loreto, ya que la mayoría de pavimentos en la ciudad cumplieron con su vida útil y en alguno de los casos, el mal proceso constructivo, la mala calidad de los materiales, agentes climáticos, entre otros.

El área en estudio para determinar y evaluar las patologías en el pavimento rígido que se manifiestan de diversas formas en las calles Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, se encuentra ubicado en la parte Nor-oriental del Perú. La ciudad y puerto fluvial de Iquitos, está situada a  $3^{\circ}43'46''$  latitud sur y  $73^{\circ}14'18''$  longitud oeste, es la ciudad más poblada de todo el oriente peruano, ya que cuenta con una población aproximada de 488,359 habitantes, desde el punto de vista político, está situado en la provincia de Maynas, región Loreto que a su vez es la región más extensa del Perú cubriendo una extensión de 368,853.00 km<sup>2</sup>, lo que representa el 28.7% del territorio nacional. Las calles Bolognesi cuadras 7, 9,10, 11 y 12, ubicado en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento Loreto, lo cual viene presentando la aparición de hundimientos y diversas fallas en estas cuadras, debido a la posible intervención de trabajos mal ejecutados.

En este sentido es necesario determinar las patologías encontradas en las calles con la finalidad de encontrar los índices de condición en el que el pavimento se encuentra.

Los pavimentos se han diseñado para un nivel de durabilidad estructural en promedio de 20 años, en tal sentido el pavimento debe cumplir su vida útil sin ningún tipo o presencia de fallas patológicas. Debe entenderse, finalmente, que el tema es mucho más amplio, ya que las presencias patológicas no solo abarca sardinel, veredas y otros componentes de infraestructura vial, los cuales deben tener en cuenta para formar parte del programa de reparación y mantenimiento y que merecen ser estudiados para futuras investigaciones.

Para identificar el tipo de técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad del pavimento; se realizó una inspección in situ para evaluar la vía y conocer el estado real en que se encuentra. Optando para ello emplear el Método PCI (*Pavement Condition Index*) este método consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

La finalidad del presente informe es conocer, cual es el estado en el que se encuentra el pavimento rígido ubicado en la calle Bolognesi de la ciudad de Iquitos, para así determinar el Índice de Integridad Estructural y su Condición Operacional, inferimos que el pavimento rígido se encuentra en un mal estado, acorde el tipo de patologías identificadas in situ, se determinara la condición y el grado de deterioro causados por los diferentes rasgos patológicos encontrados (grietas, desconchamientos, fallas de juntas, entre otros), estos que se presentaron en un corto periodo de su vida útil, a su vez el presente tema de investigación servirá de base para la toma de decisión de las autoridades competentes del caso, ya que se determinara y evaluara el estado estructural del pavimento rígido en la calle Bolognesi cuadra 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento Loreto.

Actualmente los pavimentos tienen una durabilidad variable, estos debido al comportamiento del suelo, el proceso constructivo, entre otros.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2. Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes Teóricos

##### 2.1.1. Internacionales

**(Argandona, 2011)<sup>(1)</sup>**. En su investigación define un análisis del comportamiento de la estructura de pavimento, debido a los efectos provocados por la carga de tránsito y las deficiencias constructivas en el pavimento rígido, particularmente en los materiales utilizados en el proyecto, y que en base a un seguimiento riguroso se pudo constatar las posibles causas que las provocaron. Para su elaboración, fue necesario realizar un diagnóstico detallado de las vías que se están construyendo actualmente en Manabí.

**(Ecuador)<sup>(2)</sup>**, se evidenció deterioros prematuros en su estructura de pavimento, lo que justificó elaborar diseños y ensayos en el laboratorio, para verificar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los más adecuados, así como un análisis del tráfico actual. Se elaboró un diseño para verificar la dosificación correcta y observar las resistencias correspondientes, se comprobó que las resistencias de compresión y el módulo de rotura obtenidos no cumplieron con los objetivos planteados en base al diseño. Se realizó también análisis químico, éstos indicaron la presencia de una sustancia hidrocarburiífera en sus aristas, así como materia orgánica elevada, por lo que se concluyó que las fisuras del pavimento rígido, se debió a la alta contracción del hormigón debido a que la pasta cementante posee una elevada resistencia, pero con poca adherencia debido a la calidad del agregado pétreo analizado. Se comprobó que las fuentes de materiales cercanas a la carretera en construcción no cumplen con las especificaciones.

**(Colombia-2015)<sup>(3)</sup>, Para Ramos F,** El objetivo es elaborar un estudio que brinde la posibilidad de detectar las fallas, perjuicios y daños en pavimento rígido por el aumento

de las mareas (nivel freático), que contribuya a la solución de la movilidad vehicular y disminución de los riesgos de accidentalidad en los barrios de Boca grande, Castillo grande y Laguito en la ciudad de Cartagena.

El resultado encontrado mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 50 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado REGULAR en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en esta áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales, dado que la edad de las plata formas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene + de 25 años.

Llegando a concluir que el nivel de incidencia de las patologías del concreto rígido en los Pavimentos del en algunas calles de los barrios de Laguito, Castillo grande y Boca grande son Hundimientos, Grietas diagonales Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo.

El índice promedio de condición de pavimento, para los pavimentos en algunas calles de los barrios de Laguito, Castillo grande y Boca grande es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR. La evaluación de daños propuesta en el estudio es apta para ser aplicada en el levantamiento de daños de cualquier sistema de vías, ya que está basada normas internacionales de evaluación de daños en la estructuración de pavimentos en vías terrestres con niveles freáticos altos.

**(Paraguay 2006)<sup>(4)</sup>, Para Godoy A, Ramírez R.** El objetivo del trabajo es realizar una evaluación de diversos pavimentos rígidos construidos en calles y avenidas de la comuna asuncena, con el fin de determinar el estado en que se encuentran, así como recomendar las propuestas de solución a sus patologías, si las hubiere.

Como resultado casi todos los indicadores estructurales de deterioro exceden los valores límite. Dicho estado se debe primordialmente a la pérdida de soporte provocada por el asentamiento de la subrasante a raíz de la saturación con agua proveniente de múltiples caños rotos del sistema de Essap. La consecuencia es un agrietamiento extensivo de las losas, sobre todo en sentido longitudinal, así como varias zonas con fragmentación



múltiple. Las juntas, tanto longitudinales como transversales, muestran en su totalidad deficiencias de sellado de severidad alta. La falta de cuidado de las juntas del pavimento rígido permite la entrada de materiales extraños que restringen la dilatación de las losas los pavimentos estudiado se califica como Regular.

En conclusión el estudio del aporte estructural del pavimento empedrado, realizado en otros trabajos de investigación, así también, las bases de elevada rigidez (como es el caso del empedrado) no acompañan las deformaciones de las losas de hormigón hidráulico y son causantes de mayores esfuerzos en las mismas. Por último, otra condición que se debe cumplir para el buen desempeño del pavimento rígido es la regularidad de la base, situación que los empedrados en la mayoría de los casos no presentan.

Como causas principales de los deterioros de los pavimentos rígidos se consignan las siguientes:

Espesor deficiente de las losas en relación a la repetición de cargas; Hormigón de resistencia inferior a la especificada, trabajo en voladizo en las esquinas o extremidades de las losas, debido a alabeo excesivo de las losas sobre una base que no acompaña los movimientos de las placas, apoyo no uniforme de las losas, debido a falta de apoyo uniforme de la base empedrada o por causa de asentamientos, juntas transversales mal ejecutadas o debido a la obstrucción de las mismas con material incompresible.

El 100% de las juntas de los pavimentos rígidos de Asunción nunca fue objeto de mantenimiento. El sellado de las juntas es una operación de suma relevancia. La correcta formación de la caja que aloja al sellante, así como la disposición de la tira de respaldo y la colocación del sellante favorecen el desempeño óptimo del pavimento de hormigón con juntas. Su reposición periódica conserva alejadas de las juntas el agua y los materiales con posibilidad de alojarse en ellas (provocando luego saltaduras, degradación de la caja del sellante, disminución de la capacidad de transferencia de carga por trabazón de agregados e incremento de tensiones). No puede dejar de recalcar la importancia que tiene la correcta conservación de las juntas en el desempeño del pavimento rígido.

### **2.1.2. Nacionales**

(Espinoza, 2010)<sup>(5)</sup>. Elaboró una tesis con el fin de determinar y evaluar el nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de

Huancabamba, departamento de Piura. Se realizó un estudio previo a las características de la zona tales como clima, temperatura, tipos de suelos; necesarios para determinar las patologías de los pavimentos de concreto, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar un índice de condición de pavimento a partir de sus patologías. Los resultados obtenidos fueron que en su mayoría presentan patologías de grietas lineales en un 40.65 %, en segundo lugar grietas de esquina con un 29.00 %, en tercer lugar pulimento de agregados con 22.77%, y en menor proporción patologías de escala con un 7.11 %. El PCI obtenido fue 50 lo que significa que es un nivel regular, lo que recomendaron rehabilitar el pavimento, es decir aplicar un mantenimiento correctivo en las zonas deterioradas y establecer un mantenimiento preventivo en todo el pavimento.

**(Gonzáles. 2011)<sup>(6)</sup>**. Elaboró una investigación con el fin de determinar los tipos de fallas y su grado de incidencia de los pavimentos rígidos de las principales avenidas del distrito de Huaraz. El método que se usó fue el del PCI básicamente visual, la metodología establece un rango que va de 0 a 100 y una clasificación del estado del pavimento de fallado a excelente. Se obtuvo 22 losas con grietas de esquina con severidad media, representando un 11.90 % de las muestras en estudio. Se obtuvo 06 losas divididas, grietas de esquina representando un 7.14% de las muestras en estudio, de los cuales 03 son de mediana severidad y 03 de alta severidad. Se obtuvo 03 losas con fallas de escala de severidad baja, representando un 3.57 % de las muestras de estudio. Se obtuvo 1 0 losas con fallas de sello de junta con severidad media, representando 11.94% de las muestras en estudio. Se concluyó que el PCI calculado es de 22 % en la avenida Antonio Raymondi y 40% en la Toribio Luzuriaga clasificando las avenidas de malo. Se requiere cambiar las losas enteras en lo referente al tipo de fallas por parche grande, grietas de esquina y lineales y descascaramiento de juntas. 4 Se recomendó realizar mantenimientos correctivos los más pronto posible para que las fallas no sigan deteriorando los pavimentos rígidos.

**(Huancayo – 2012)<sup>(7)</sup>, Para Camposano J, Garcia K,** Los objetivos de investigación de tesis es identificar en qué estado situacional se encuentra la vía de ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el método PCI (índice de condición de

pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo, verificar la calidad de desempeño de la vía ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina-Av. 24 de Junio, determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.), de la vía Ingreso a la Ciudad de Chupaca Av. Argentina – Av. 24 de Junio.

De los resultados obtenidos en esta tesis se obtuvieron estos resultados nos da un total de 1663 fallas en todo el recorrido de la vía, y la falla que se presenta en mayor cantidad son las Grietas longitudinales y transversales con un número de 657 en total. En conclusión en esta tesis el autor determinó las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía fueron: Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimiento de agregado, huecos y desprendimientos de agregados.

Las causas principales de las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía son principalmente: la condición climática de la zona, las cargas de tránsito, materiales de baja calidad y una base inestable.

En la inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de condición del Pavimento), se concluyó que el estado actual del pavimento en la Entrada a la Ciudad de Chupaca, Av. Argentina, Av.24 de Junio, se encuentra en un estado REGULAR debido a un valor de PCI de 51.

**(Huancabamba, Piura – 2010)<sup>(8)</sup>, Para Espinoza T.** El Objetivo de esta tesis es determinar tipo y nivel de patologías, el índice de integridad estructural de la red vial de los pavimentos y la condición operacional de la superficie de los pavimentos de la Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura. Determinar tipo y nivel de las patologías. Determinar el índice de la integridad estructural del pavimento hidráulico y de la condición operacional.

De los resultados de esta tesis de investigación, determinaron los tipos de patología existente en los pavimentos rígidos de la Provincia de Huancabamba. Establecer el índice de condición de pavimento de pavimento, para cada unidad de estudio realizado. En conclusión el Índice Promedio de Condición del Pavimento, de la Provincia de las pistas del pavimento de la Huancabamba es de 50% correspondiendo a un nivel regular o estado regular. Así mismo concluye que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la ejecución y la calidad de los agregados de la zona y la inclemencia del tiempo y

que el suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas; que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos hidráulicos del cercado del distrito de la Provincia de Huancabamba son: Grietas lineales 40.65%, Pulimentos de Agregados 29.00%, Grietas de Esquina 22.77 %, Escala 7.11%.

## **2.2 Bases Teóricas para la Investigación**

Las siguientes definiciones han sido tomadas de las investigaciones de tesis:

- "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla". (Rodríguez, 2009).
- "Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín de la ciudad de Jaén – Cajamarca" (Solano 2014).
- NORMA ASTM D 5340, INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN AEROPUERTOS (PCI) ESPAÑOL REVISIÓN SEPTIEMBRE DE 2005

**Para Huamán N. <sup>(9)</sup> A.**

### **Historia.**

En el Perú debido al clima en algunas zonas de su territorio y otras causas, existe la posibilidad que se presenten deterioros prematuros en sus pavimentos por efecto de la falla de deformación permanente. Como es sabido, la degradación de la calidad del pavimento asfáltico, que se traduce por irregularidades en los perfiles longitudinales y transversales del pavimento, generalmente ocurre por los mecanismos que producen deformación permanente tanto en la mezcla asfáltica que conforma la carpeta de rodadura, así como también en las diferentes capas de la estructura del pavimento e inclusive en la subrasante.

### **B. Relieve del suelo de la Región Loreto.**

El relieve topográfico es predominantemente semi ondulado a colinado, la fisonomía dominante del Peinado Amazónico donde se encuentra el Domo de Iquitos de acuerdo a los estudios realizados por el CISNID UNI FIC-LIMA, las áreas suaves o planas se distribuyen a lo largo de los grandes y sinuosos ríos amazónicos, Los suelos son de naturaleza caolinita de coloraciones rojas y amarillas en contrándose arenas del tipo silíceas.

### **C. Clima en la Región Loreto.**

El clima predominante dentro del Área de Estudio es el de Bosque Húmedo Tropical (bh – T), con ambiente cálido y húmedo, caracterizado por pequeñas variaciones de temperaturas, durante el día y en las medias mensuales: Esta Isometría es predominante en la planicie Amazónica, la misma que disminuye a medida que se acerca a los terrenos más elevados que limitan la cuenca.

Particularmente en la Región de la Selva, la presencia del Ciclón Ecuatorial que en verano ocupa la parte central de América del Sur, genera una zona de baja presión con vientos cálidos y húmedos que soplan en dirección Nor – Oeste, y es debido a este fenómeno que se producen intensas precipitaciones.

Las precipitaciones total media mensual en la zona del proyecto varía entre 195.6 mm. (Registrada en el mes de Agosto) y 272.9 mm (Registrada en el 12 mes de Marzo), siendo las precipitación media anual de 2,770.80 mm.

La Temperatura media mensual varía entre 25.2° C en el mes de Julio a 26° C en Noviembre a Enero; siendo el promedio mensual de 26.0° C.

Las mayores temperaturas se producen entre los meses de Setiembre a Marzo llegando a valores extremos de 39.6° C, y las mínimas temperaturas se producen entre los meses de Junio a Agosto llegando a valores de 19.8°C.

#### **2.2.1. Pavimento**

Definición de pavimento De acuerdo a la ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado sub rasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de diferentes espesores, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado tiempo. Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad, seguridad y un servicio de calidad cuando se transite sobre ella, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas. Por lo general el pavimento está conformado por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura.

**Capa de Rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.

**Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento.

**Subbase:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.

Para **Centeno O**, <sup>(10)</sup>. El pavimento, es una estructura formada por una o más capas de material pétreo tratado, cuya función es la de proporcionar al usuario un tránsito cómodo, seguro y rápido, al costo más bajo posible. Los tipos de Pavimento existentes son: Flexibles, rígidos y otros (Empedrados, adoquín, estampado, etc.).

Para **Becerra M**, <sup>(11)</sup>. Pavimento es la estructura formada por un conjunto de capas sobre el suelo de fundación de un camino, destinada a facilitar y hacer más confortable y seguro el tránsito de vehículos.

### **2.2.2 Clasificación de pavimentos**

Un pavimento no siempre se compone de las capas señaladas en la figura 1.1, esto debido a la ausencia o reemplazo de una o varias de estas capas, pues depende de diversos factores, por ejemplo, soporte de subrasante, el tipo de material a utilizar, el flujo de tránsito, ente otro.

Por esta razón, pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que hacen diferencia principalmente por el diseño estructural que presentan: Pavimento rígido, Pavimento Flexible y Pavimento Híbrido.

**Pavimento rígido**, llamado también pavimento hidráulico, se compone de losas de concreto hidráulico que algunas veces presentan acero de refuerzo. Tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

**Pavimento flexible**, también llamado pavimento asfáltico, está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento. Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, la desventaja es que requiere mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

**Pavimento híbrido**, también llamado pavimento mixto y es la combinación del pavimento flexible y pavimento rígido. Por ejemplo, al colocar bloquetas de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, a esto se le conoce como pavimento híbrido. Ver figura 1, el principal objetivo de este pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas. Es ideal para zonas urbanas.

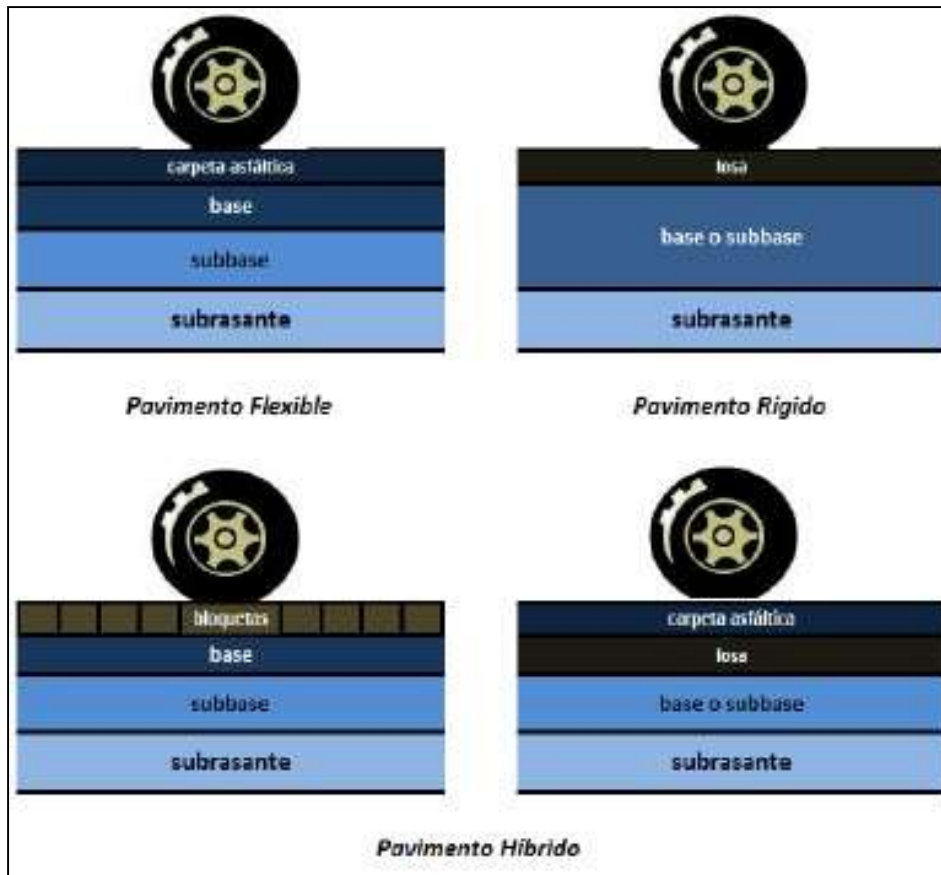


Figura 01. Pavimento Flexible, Rígido e Híbrido

### 2.2.3 Pavimento rígido (Montejo, 2006).<sup>(12)</sup>

Fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyado sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub rasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas, por lo tanto el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación de la norma AASHTO. (AASHTO, 1993).



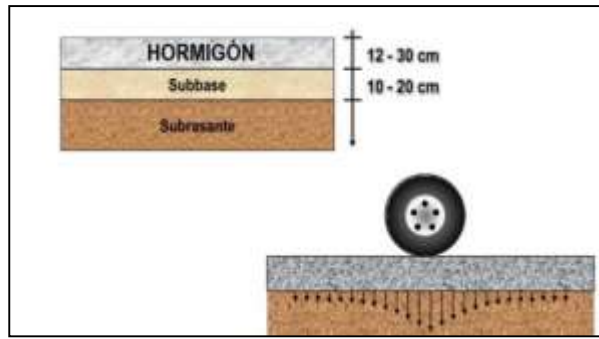


Figura 02. Esquema típico del paquete estructural de un pavimento rígido

#### 2.2.4 Tipos de pavimentos rígidos.

Para **SENCICO**.<sup>(13)</sup> Los diversos tipos de pavimentos de concreto pueden ser clasificados, en orden de menor a mayor costo inicial, de la siguiente manera:

- a. Pavimentos de concreto simple
  - a.1 Sin elementos de transferencia de carga.
  - a.2 Con elementos de transferencia de carga
- b. Pavimentos de concreto con refuerzo de acero y elementos de transferencia de carga.
  - b.1 Con refuerzo de acero no estructural (refuerzo secundario)
  - b.2 Con refuerzo de acero estructural.
- c. Pavimentos con refuerzo continuo.
- d. Pavimentos de concreto pretensado o potenciado.
- e. Pavimentos de concreto reforzado con fibras.

#### 2.2.5 Elementos del pavimento rígido

##### a) Sub rasante

La sub rasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la sub rasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la sub rasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión

y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub rasante.

### **b) Sub base**

La capa de sub base es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la sub rasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la sub base es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La sub base es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

La sub base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad y estabilidad.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

### **c) Losa de Concreto**

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento. Las siguientes definiciones han sido tomadas de: Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos. (Asocem, 1994).

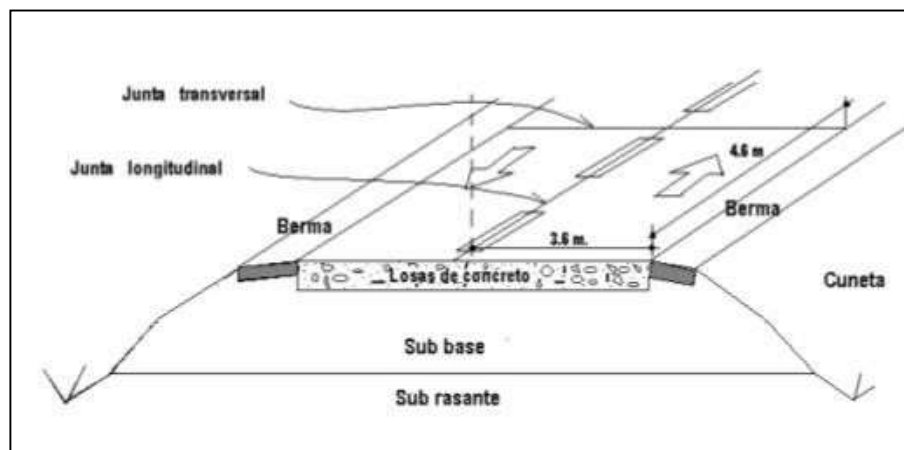


Figura 03. Estructura típica de un Pavimento Rígido

### 2.2.6 Patología en Pavimentos

Para Rivva E, <sup>(14)</sup>. La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios.

En resumen, en este trabajo se entiende por Patología a aquella parte de la Durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros. Para determinar sus causas es necesaria una investigación en la estructura, la cual incluye:

- Conocimiento previo, antecedentes e historial de la estructura, incluyendo cargas de diseño, el microclima que la rodea, el diseño de ésta, la vida útil estimada, el proceso constructivo, las condiciones actuales, el uso que recibe, la cronología de daños, etc.
- Inspección visual que permita apreciar las condiciones reales de la estructura.

- Auscultación de los elementos afectados, ya sea mediante mediciones de campo o pruebas no destructivas.

### **2.2.7. Fallas del pavimento rígido**

Para **Vásquez L,** <sup>(15)</sup>. Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final de proceso patológico.

Es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones porque es el punto de partida de todo estudio patológico, y de su identificación depende de la elección correcta del tratamiento.

En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí. Por ello conviene hacer una distinción y aislar en primer lugar las diferentes lesiones. El deterioro de la superficie es cualquier indicación desfavorable del desempeño del pavimento o señales de fallas inminentes, cualquier desempeño poco satisfactorio de un pavimento se llama falla. El catalogo es un resumen de las fallas más comunes que se encuentran en la ciudad que son las calzadas urbanas, en cada uno de los deterioros se incluye una descripción, posibles causas, niveles de severidad, medición y un esquema representativo de la falla.

### **2.2.8 Manual de daños en Pavimentos Rígidos**

#### **A. Blow Up/Bucklin.**

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

Niveles de Severidad

B: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

A: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

#### Medida

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blow up deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

#### Opciones de Reparación

B: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

A: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



*Figura 04.* Falla **Blow Up**/Blucklin.

#### **B. Popouts.**

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito.

Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

#### Niveles de severidad.

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

### Medida

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar.

Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

### Opciones de reparación

B, M y A: No se hace nada.



*Figura 05. Falla Popout*

### **C. Bombeo.**

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas.

El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

## Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

## Medida

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

## Opciones de reparación

B, M y A: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas



*Figura 06. Falla Bombeo*

## **D. Punzonamiento.**

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

## Niveles de Severidad

Severidad de la mayoría de grietas	Numero de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
<b>B</b>	B	B	M
<b>M</b>	B	M	A
<b>A</b>	M	A	A

#### Medida

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

#### Opciones de reparación

**B:** No se hace nada. Sellado de grietas.

**M:** Parcheo profundo. **A:**

Parcheo profundo



*Figura 07, Falla Punzonamiento*

#### **E. Cruce de Vía Férrea.**

El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

#### Niveles de severidad

**B:** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.



**M:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

**A:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

#### Medida

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

#### Opciones de reparación **B:**

No se hace nada.

**M:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

**A:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



*Figura 08, Falla Cruce de Vía Férrea*

#### **F. Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado**

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

### Niveles de Severidad

B: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

A: La losa está descamada en más del 15% de su área.

### Medida

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

### Opciones para Reparación B:

No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

A: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.



*Figura 09, Falla Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado*

### **G. Descascaramiento de Esquina.**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia

abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

#### Niveles de severidad

En el Cuadro se listan los niveles de severidad para el descascamiento de esquina. El descascamiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Profundidad del Descaramiento	Dimensiones de los lados del Descaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm.	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	B	B
> 25.0 mm a 51.0 mm	B	M
Mayor de 51.0 mm	M	A

#### Medida

Si en una losa hay una o más grietas con descascamiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascamiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

#### Opciones de reparación B:

No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

A: Parcheo parcial.



Figura 10, Falla Descaramiento de Esquina

### H. Descascaramiento de Junta.

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

#### Niveles de Severidad

En el Cuadro se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Fragmentos del Descaramiento	Ancho del Descaramiento	Longitud del Desconchamiento	
		<0.6 m	>0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)	<102 mm	B	B
	>102 mm	B	B
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el desconchamiento es superficial, menos de 25.0 mm	<102 mm	B	M
	>102 mm	B	M
Desaparecidos. La mayoría o todos los fragmentos han sido removidos	<102 mm	B	M
	>102 mm	M	A

Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

Opciones para Reparación.

B: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

A: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



*Figura 11, Falla Descaramiento de Junta.*

### **2.2.7.1 Fallas de regularidad y superficie**

Se consideran como fallas de regularidad aquellas que corresponden a defectos de forma originados generalmente por diversas causas durante la construcción y a las que afectan la textura.

### **a) Asentamiento, Desnivel Carril / Berma**

Desviación longitudinal de las superficies del pavimento con relación a su perfil original. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

Nivel de severidad

L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

Medida

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa.

Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

Opciones de reparación

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.



*Figura 12, Falla de Asentamiento*

### **b) Baches**

Hoyos en la superficie del pavimento; en este caso sin relación con otras fallas. Es la desintegración de la losa y remoción de cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que puedan llegar a dejar expuesto el material de apoyo de la losa.



*Figura 13, Falla de Bache*

### **c) Superficie pulimentada**

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación de Pavement Condition Index. (Vásquez, 2002)<sup>(16)</sup>.

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

#### Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

Opciones de reparación

B, M y A: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.



*Figura 14, Falla Superficie Pulimentada*

### **2.2.7.2 Agrietamientos**

Definido como una separación de la losa en dos o más partes. Al tamaño de su abertura y a la cantidad de grietas por unidad de área se les denomina severidad y extensión, respectivamente.

#### **a) Grietas longitudinales**

Son aquellas que siguen un curso aproximadamente paralelo a la línea central del pavimento. Pueden deberse a anchos de vía excesivos omisión o mala ejecución de la (s) junta (s) longitudinal (es), contracción lateral, o inadecuada capacidad soporte de las capas inferiores.

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.



Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

Como Evitarlas

B: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

A: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

Nivel de Severidad.

### **Losas sin refuerzo**

B: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

A: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

### **Losas con refuerzo.**

B: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

A: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
  2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.
- Medición.

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.



*Figura 15, Falla Grietas Longitudinales*

#### **b) Grietas transversales**

Son aquellas que siguen un curso aproximadamente en ángulo con la línea central del pavimento. Pueden deberse a largos de paño excesivos (omisión o mala ejecución de las juntas transversales), bajo soporte de la sub-rasante 10 o cargas excesivas. Normalmente están asociadas con el espaciamiento entre juntas, en cuyo caso se desarrollan en la parte media de la losa.



*Figura 16, Falla Grietas Transversales*

### **c) Grietas diagonales**

Son aquellas que siguen un curso aproximadamente diagonal a la línea central de la vía. Pueden deberse a falta de soporte de la sub-rasante o calidades diferentes de subrasantes.



*Figura 17, Falla Grietas Diagonales*

### **d) Grietas en esquina**

Son aquellas ubicadas en las esquinas formando un triángulo con un borde o junta longitudinal y una junta o grieta transversal. Estas se interceptan en las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20m y el otro lado a 2.40m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un 23 descascaramiento de esquina en que aquella se extiende

verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

#### Niveles de Severidad

B: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

A: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

#### Medida

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

#### Opciones de reparación

B: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

A: Parcheo profundo.



*Figura 18, Falla Grieta en Esquina*

**e) Losa dividida**

Son grietas que se forman en las losas por la interconexión de grietas longitudinales y/o transversales, generando bloques en la losa. Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación: Guía para el reconocimiento de fallas en pavimentos rígidos. (Asocem, 2000)<sup>(17)</sup>.



*Figura 19, Falla Losa Dividida*

**f) Grieta de Durabilidad “D”**

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura

gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

B: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.

2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

A: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

#### Medida

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

Opciones de reparación B:

No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

A: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas



*Figura 20, Falla Grietas de Durabilidad “D”*

### **2.2.7.3 Deficiencias o fallas en juntas**

#### **a) Desplazamiento o Escala**

Cuando la línea de la junta transversal se ha desplazado de su posición original, respecto de la adyacente al otro lado de la junta longitudinal.

Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

Niveles de Severidad.

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta

B: 3 a 10 mm.

M: 10 a 19 mm.

A: Mayor que 19 mm.

Medida

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas.

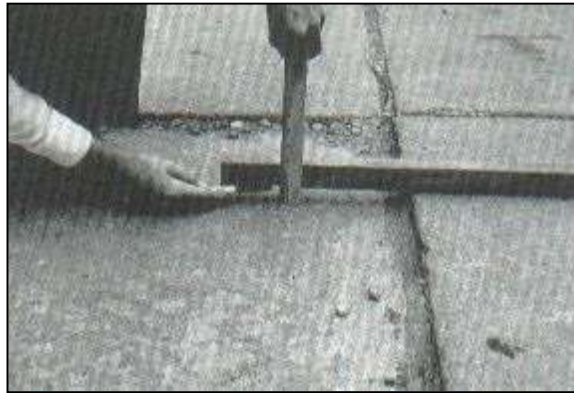
Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

Opciones de reparación B:

No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

A: Fresado.



*Figura 21, Falla Desplazamiento*

#### **b) Daño del sello de la junta**

Se presenta en las juntas transversales o longitudinales cuando el material de relleno de la junta ha sido comprimido y expulsado fuera de ella.

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación de Pavement Condition Index. (Vásquez, 2002)<sup>(16)</sup>.

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra.

Causas

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).



5. Perdida de adherencia a los bordes de la losa.

6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

#### Niveles de Severidad

B. El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M. Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

A. Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

#### Medición.

No se registra losa por losa sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

#### Opciones de reparación B:

No se hace nada.

M: Resellado de juntas. A:

Resellado de juntas



*Figura 22, Falla Daño del Sello de Junta*

#### **2.2.7.4 Deterioros superficiales**

##### **a) Parcheo grande (mayor de 0.45 m<sup>2</sup>)**

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y remplazado por material nuevo mayor de 0.45 m<sup>2</sup>. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Niveles de severidad

B: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

A: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

Medida

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

Opciones para Reparación B:

No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

A: Reemplazo del parche.



*Figura 23, Falla Parcheo Grande (mayor a 45m<sup>2</sup>)*

**b) Parche pequeño (menor de 0.45 m<sup>2</sup>)**

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y remplazado por material de relleno menor de 0.45 m<sup>2</sup>.

Niveles de Severidad

B: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

A: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

Medida

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

Opciones para Reparación B:

No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

A: Reemplazo del parche.



*Figura 24, Falla Parche Pequeño (menor a 0.45m<sup>2</sup>)*

### **2.2.8 Evaluación de pavimentos**

La evaluación de pavimentos consiste en identificar y registrar las fallas visuales que presenta el pavimento, de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación o mantenimiento del pavimento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es importante elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre. Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación: Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la calle las Begonias de la urbanización las Flores de la ciudad de Jaén. (Quinde, 2013)<sup>(18)</sup>.

### **2.2.9 Tipos de evaluación de pavimentos**

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

#### **a) VIZIR**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y

rehabilitación. Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - France o por sus siglas en inglés LCPC. El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

**b) FHWA 1 OH99/ 004**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación pondera, dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.

**c) ASTM O 6433-99**

También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y rígidos. Esta es la metodología que se utilizó en el presente estudio. Las siguientes definiciones han sido tomadas de la investigación de pavement condition index. (Vásquez, 2002) <sup>(16)</sup>.

**2.2.10 Índice de condición del pavimento (PCI - Pavement condition index).**

El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S. D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de 13 Estados Unidos en 1978. El objetivo de este estudio fue desarrollar un índice de condición de pavimentos {PCI} para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes:

- Es fácil de emplear.
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados.

- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

Los pasos requeridos para la evaluación de cada tramo o sección de vía están orientados a:

- Recorrer la vía.
- Seleccionar dentro del tramo un sub-tramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo.
- Determinar el valor del PCI en una sección del sub-tramo. Es importante que la sección seleccionada sea lo más representativa posible de la condición promedio del pavimento en todo el tramo. El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad { ancho de grieta, etc.) y cantidad.

### 2.2.10.1 Condición del pavimento

El PCI califica la condición integral del pavimento en base a una escala que varía desde 0 hasta 100.

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

Fuente: Pavement Condition index (Vásquez, 2002)

Figura 25. Rango de calificación del PCI

### **2.2.11 Evaluación de la condición del pavimento**

Como ya se ha indicado anteriormente, en la presente investigación se utilizó el método normado por la ASTM, Considerada uno de las metodologías de evaluación más completas debido a que involucra a los dos tipos de pavimentos más utilizados, ésta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio. Las siguientes definiciones han sido tomadas de: Evaluación del concreto por el esclerómetro. (Asocem, 2000)<sup>(17)</sup>.

### **2.2.12 Evaluación del pavimento por el esclerómetro**

Otra forma de evaluar pavimentos de concreto es a través de éste ensayo no destructivo, que tienen la ventaja de permitir el control de toda la estructura y sin afectarla en forma rápida. Es económico y de fácil ejecución. El esclerómetro fue diseñado por el Ing. Suizo Ernst Schmidh en 1948, constituyendo una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial generados en la década del veinte.

#### **a) Campo de aplicación**

Originalmente, fue propuesto como un método de ensayo para determinar la resistencia a la comprensión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio. Sin embargo, por los diferentes factores que afectan los resultados y la dispersión que se encuentra, en la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

Evaluar la uniformidad del concreto en una obra. - Delimitar zonas de baja resistencia en las estructuras.

Informar sobre la oportunidad para desencofrar elementos de concreto.

Apreciar, cuando se cuenta con antecedentes, la evolución de la resistencia de estructuras.

Determinar niveles de calidad resistente, cuando no se cuente con información al respecto.

#### **b) El esclerómetro**

Un esquema del aparato está dado en la figura 1, según la información del fabricante, en el que se singulariza los siguientes elementos:

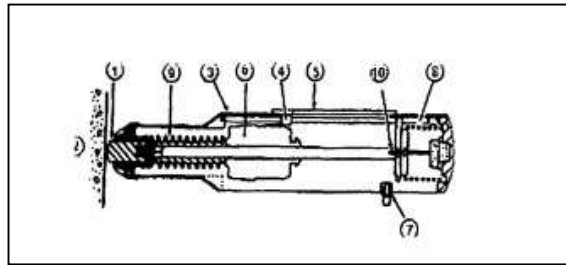


Figura 26. Esquema de un Esclerómetro.

Fuente: Boletín Técnico: Evaluación del Concreto por el esclerómetro. (Asocem, 2000)<sup>(17)</sup>.

- |                    |                                 |            |
|--------------------|---------------------------------|------------|
| 1. Percutor        | 5. Escala                       | 8. Resorte |
| 2. Concreto        | 6. Martillo                     | 9. Resorte |
| 3. Cuerpo exterior | 7. Botón de fijación de lectura | 10. Seguro |
| 4. Aguja           |                                 |            |

**c) Ventajas y desventajas**

**c.1. Ventajas**

Es un ensayo no destructivo lo que permite realizar un gran número de determinaciones sin alterar la resistencia, estética y funcionalidad de una estructura.

Ensayo muy económico.

Permite ensayar muchos elementos en un corto espacio de tiempo con escasos medios auxiliares.

**c.2. Desventajas**

Sólo afecta a los primeros centímetros de la pieza (2- 3 cm).

Puede variar según la pericia de operario.

**d) Método del esclerómetro o martillo de rebote**

El ensayo se efectúa ejerciendo presión sobre el percutor contra la superficie a examinar, hasta que el martillo, impulsado por un resorte, se descargue sobre el percutor. Después del golpe, el martillo rebota una cierta distancia, la cual se indica por una aguja en una escala graduada. La lectura de la posición de la aguja representa la medida del retroceso en porcentaje del avance del martillo.



### 2.3. Definición de términos básicos

- **Inspección visual:** Procedimiento para evaluar y calificar objetivamente la condición de una determinada infraestructura. Se realiza observaciones de rigor sobre las patologías que presentan. (Vásquez, 2002)<sup>(16)</sup>.
- **Paquete estructural:** Consiste en un conjunto de capas de diferentes espesores, su principal función es resistir la carga vehicular. Las capas que conforma el paquete estructural son sub rasante, sub base, base, carpeta. de rodadura. (Rodríguez 2009)<sup>(18)</sup>.
- **Estado actual del pavimento:** Es el resultado de la inspección visual que nos permite valorizar numéricamente el estado que presenta. (Vásquez, 2002)<sup>(16)</sup>.
- **Errores constructivos:** Son deficiencias ejecutadas en el proceso de ejecución de la infraestructura. (Rodríguez 2009)<sup>(18)</sup>.
- **Severidad:** Es la condición progresiva que presenta una infraestructura, entre más severo sea la falla, más importante serán las medidas correctivas. (Vásquez, 2002)<sup>(16)</sup>.
- **Mantenimientos correctivos:** En todo tipo de estructura los deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla. Por ello, una obra requiere un mantenimiento. adecuado y continuo para asegurar su vida útil y proporcionar un servicio adecuado. (Arriaga, 2008)<sup>(20)</sup>.
- **Rehabilitación:** Es la actividad necesaria para devolver a una estructura las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó- así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad. La rehabilitación puede ejecutarse de dos tipos, superficial· o estructural. (Rodríguez 2009)<sup>(19)</sup>.

## Procedimiento de Evaluación de la Condiciones del Pavimento

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente.



UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

### FORMATO PARA LA INSPECCION DE PAVIMENTO RIGIDO

INSPECCIONADO POR: CALLE: TIPO DE USO: DIMENSIONAMIENTO DEL PAVIMENTO: TOTAL AREA (m2): AÑO DE CONSTRUCCION:	BACH. LEYDI RIOS CARRION		FECHA:	
			MUESTRA:	
			Nº DE PAÑOS:	
	ANCHO:		LONGITUD:	
			CUADRA:	
	<b>DISTRITO:</b>	QUITOS	<b>PROVINCIA:</b>	MAYNAS
			<b>REGION:</b>	LORETO
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI - Paviment Condition Index)				
TIPO DE FALLA				
Blowup / Buckling	1			
Grieta de Esquina	2			
Losa Dividida	3			
Grieta de Durabilidad "D"	4			
Escala	5			
Sello de Junta	6			
Desnivel Carril / Berma	7			
Grietas Lineales	8			
Parcheo Grande	9			
Parcheo Pequeño	10			
Pulimiento de Agregados	11			
Popouts	12			
Bombeo	13			
Punzonamiento	14			
Cruce de Via Ferrea	15			
Desconchamiento / Mapa de Grietas de Retraccion	16	NIVELES DE SEVERIDAD		
Grietas de Retraccion	17	SEVERIDAD BAJA		L
Descascaramiento de Esquina	18	SEVERIDAD MEDIA		M

Descascaramiento de Junta		19	SEVERIDAD ALTA			H
N° FALLA	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	N° DE LOSA	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)

*Figura 27. Hoja de Inspección de Condición para Unidad de muestra.*

## **Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento**

### **Portland:**

#### **Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos.**

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

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

1. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.
2. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
3. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando esta Ecuación.

$$M = 1 + (9/98) + (100 - VAR)$$

Dónde:

M: Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR: Valor individual más alto de VR.

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

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso interactivo.

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

**Etapa 4.** Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.

Se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

**Cálculo del PCI de una sección de pavimento.**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

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

Dónde:

PCI<sub>S</sub>: PCI de la sección del pavimento.

PCI<sub>R</sub>: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCI<sub>A</sub>: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales. N:

Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

### **2.2.9. Unidades de muestreo adicionales.**

Identificar las ramas del pavimento con diferentes usos tales como carreteras y aparcamiento en el plan de diseño de la red.

Dividir cada rama en secciones basadas en las aceras el diseño, la historia de la construcción, el tráfico y el estado.

Unidades de muestras individuales para ser inspeccionados deberán ser marcado o identificado de manera a permitir a los inspectores y el personal de control de calidad para localizar fácilmente en el pavimento la superficie. marcas a lo largo del borde y bocetos con ubicaciones pintar conectado a las características físicas del pavimento son aceptables. Es necesario ser capaz de trasladar con precisión las unidades de la muestra a permitir la verificación de los datos de la angustia actual, para examinar los cambios en buenas condiciones con el tiempo de una unidad de muestra particular, y para permitir futuras inspecciones de la misma unidad de muestra, si se desea.

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:

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

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

En la “**Evaluación de una red**” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

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

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

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

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

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

### **Evaluación de la Condición:**

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

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos: a.

Equipo.

- Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b. Procedimiento. Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida de los daños. Se usa un formulario u *“hoja de información de exploración de la condición”* para cada unidad de muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

c. El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

### **III. METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El método de estudio para realizar los trabajos es del tipo descriptivo, de análisis cualitativos, no experimental y de corte transversal, porque estos estudios son realizados desde el momento que se toman las muestras.

- Descriptiva, porque se realiza la toma de datos in situ dando a conocer el estado en el que se encuentra el pavimento.
- Análisis cualitativos, se describe la calidad y estado en el que se encuentra el pavimento.
- No experimental, se analiza el problema sin recurrir al laboratorio.
- Corte transversal, el análisis se realiza en un determinado periodo de tiempo.

#### **3.2. Diseño de investigación**

La línea de investigación es del tipo descriptiva y de corte transversal, a través de ello se llegara a conocer las incidencias, categorías o niveles de una o más variables de una determinada población.

Para el cumplimiento de los objetivos del tema a tratar se tomara datos de las muestras para aplicar el método del PCI Índice de Condición de Pavimentos, es posible utilizar software para el procesamiento de los datos. La evaluación será del tipo visual y personalizada, para así obtener datos del estado en el que se encuentra el pavimento, severidad y extensión de las fallas, estas a su vez serán analizadas y evaluadas exhaustivamente y el procesamiento de la información será de manera manual y así obtener los resultados finales.

Los procedimientos para el desarrollo del proyecto son los siguientes:

- Determinación y ubicación del área de estudio.
- Recopilación de antecedentes preliminares.
- Inspección visual detallada in situ.



- Diagnóstico de patologías existentes en las estructuras del pavimento.
- Informe de las patologías encontradas.
- Presentación de los siguientes Cuadros Estadísticos de resultados:
  - Cuadros del ámbito de la investigación
  - Cuadros Estadísticos de las Patologías existentes
  - Cuadros del estado de las estructuras y otros.

Se aplica la metodología de evaluación de las estructuras del pavimento correspondiente.

- Recuento fotográfico.
- Estudio de la aplicación del programa de diagnóstico y seguimiento de pavimentos enfocado al método PCI.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:

<b>M</b>	MUESTRA
<b>O</b>	OBSERVACION
<b>A</b>	ANALISIS
<b>E</b>	EVALUACION

### **3.3 UNIVERSO Y LA MUESTRA**

#### **3.3.1 Universo**

El universo de esta investigación se determina por la delimitación geográfica aledaña a la superficie de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

#### **3.3.2 Muestra**

Se seleccionaran todas las unidades de muestra de la sección del pavimento para su inspección, lo cual se realizó a través del método del PCI y en función a las fallas encontradas en las secciones del pavimento de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, región Loreto.

El área de estudio a tratar serán las cuadras 7, 9, 10, 11 y 12 de la calle Bolognesi, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, región Loreto, las mismas que tienen un promedio de vida útil aproximados de 7 años y está diseñado para 20 años.

Tabla 1. Distribución de Muestra

<b>Unidad de Muestras</b>	<b>Paños</b>	<b>Longitud</b>
<b>UM-01</b>	44	8
<b>UM-02</b>	33	8
<b>UM-03</b>	30	8
<b>UM-04</b>	33	8
<b>UM-05</b>	32	8

Fuente: Elaboración propia (2017)

### **3.4 DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.**

Tabla 2. Definición y operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
<b>Patologías de mortero</b>	Se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “Enfermedades” o los “Defectos y Daños” que pueden sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. <b>E Rivva.</b>	Patología por tipo: Químicos Físicos Mecánicos	Mediante observación visual para luego realizar una ficha técnica de evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo.</li> <li>• Formas de fallas.</li> <li>• clases de fallas.</li> <li>• Nivel de severidad.</li> </ul> <p><b>Bajo</b> <b>Media</b> <b>Alta</b></p>

Fuente: Elaboración propia (2107)

### 3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS

El tipo de materiales a utilizar para la inspección visual de la toma de datos para las muestras del pavimento son:

- Hojas de campo, documento en el cual serán registrados las informaciones visuales obtenidas en el área de estudio.
- Regla o cordel, para determinar las deformaciones del pavimento.
- Conos de seguridad vial, instrumento de seguridad, para aislar el tráfico de los vehículos y encierra el área de la calle es estudio.
- Cámara fotográfica
- Normas CE-10, norma que estipula el mantenimiento del pavimento urbano.
- Manual de daños PCI, con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad, el mismo que fue utilizado por el MTC.
- Laptop, marca hacer, para elaborar el informe final y evaluaciones de gráficos.

### **3.6 PLAN DE ANALISIS**

Los resultados se determinaran por el siguiente plan de estudio:

- Ubicación del área de estudio.
- De acuerdo al procesamiento de análisis de las tomas de muestras de datos obtenidos en el área de estudio.
- Las fallas y lesiones encontradas en el pavimento.
- Mediante cuadros, gráficas y porcentajes de afectación y estadísticas patológicas existentes, para así establecer las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

### 3.7 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de la calle Bolognesi, cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, Distrito de Iquitos, Provincia Maynas – Departamento Loreto – año 2017			
<p><b>Caracterización del problema</b></p> <p>Las calles Bolognesi cuadras 7, 9, 10 11 Y 12, se encuentra ubicado en la parte Nor-oriental del Perú. La ciudad y puerto fluvial de Iquitos, está situada a 3°43'46" latitud sur y 73°14'18" longitud oeste, es la ciudad más poblada de todo el oriente peruano, ya que cuenta con una población aproximada de 488,359 habitantes, desde el punto de vista político, está situado en la provincia de Maynas, región Loreto que a su vez es la región más extensa del Perú cubriendo una extensión de 368,853.00 km2, lo que representa el 28.7% del territorio nacional.</p> <p>Las calles Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, ubicado en el distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento Loreto, tienen un promedio de vida útil 20 años. En este sentido es necesario determinar las patologías encontradas en las calles con la finalidad de encontrar los índices de condición en el que el pavimento se encuentra.</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de la calle Bolognesi, cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de Iquitos, permitirá obtener la condición operacional de la superficie?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la condición operacional del pavimento, en la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento Loreto, a partir de la determinación y evaluación de las mismas.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a) identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, distrito de Iquitos.</p> <p>b) evaluar y obtener la integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento en la calle Bolognesi, distrito de Iquitos, provincia de Maynas, departamento Loreto.</p> <p><b>Marco teórico</b></p> <p>De acuerdo a lo investigado se consultó a diferentes autores de tesis y estudios efectuados a nivel local, nacional e internacional.</p>	<p><b>Bases teóricas de la investigación</b></p> <p>Dentro del contexto de las investigaciones de patologías se tuvo en cuenta al concreto rígido en pavimentos, así mismo definición, clasificación, servicialidad, funciones, entre otros.</p> <p><b>Metodología</b></p> <p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Generalmente el estudio que se realizo es de tipo descriptivo, de análisis cualitativos, no experimental y de corte transversal, estos estudios son realizados desde el momento de obtener las muestras</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptivo</li> <li>• MOAE</li> <li>• Universo y Muestra</li> <li>• Operacionalizacion de variable</li> <li>• Definición conceptual</li> <li>• Técnicas e instrumentos</li> <li>• Plan de estudios</li> </ul>	<p><b>Referencias Bibliografía</b></p> <p>(1).-Betsy Solano Jauregui, Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín de la ciudad de Jaén – Cajamarca.</p> <p>(2).-Edgar Daniel Rodríguez Velásquez, Cálculo del índice de condición de pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla.</p> <p>(3).- Godoy Oddone AJ, Ramírez Dittrich RF. Patología de Pavimentos Rígidos de la ciudad de Asunción Paraguay, Junio 2014. [Online].; 2014</p> <p>Entre otros.</p>

### **3.8 PRINCIPIOS ETICOS**

Durante el proceso de investigación, se realizó con responsabilidad y profesionalismo, teniendo en cuenta que un ingeniero civil debe promover respeto, comunicación para con los demás y contribuir con soluciones para el bienestar de la sociedad, en tal sentido se desarrollara esta tesis con dedicación para lograr mejores resultados y soluciones que ayuden al mejoramiento de las vías de acceso de la ciudad, estos estudios serán realizados respetando y solicitando autorización a las autoridades locales, para la toma de muestra del área en estudio.

#### **Ética para el inicio de los estudios**

- a. Se realizara de una manera adecuada y coordinada, teniendo en cuenta los objetivos y justificación de la investigación, para así hacer uso de los materiales correctos al momento de la observación visual en el área de estudio,
- b. Presentando datos reales y precisos con la finalidad de obtener buenos resultados, así mismo se tiene en cuenta los daños y posibles causas del porque el pavimento en estudio presenta patologías, esto conllevara a realizar análisis y proyecciones de las áreas afectadas, con el finalidad que se considere un mantenimiento o rehabilitación del pavimento.

#### **Ética en la recolección de datos**

- a. Dentro de la recolección de información del área en estudio se deberá presentar datos reales y precisos a fin de obtener buenos resultados.
- b. El tema de investigación se desarrollara con mucha responsabilidad, severidad y seriedad al momento de recolectar información y la toma de datos en el área de estudio.

#### **Ética para la solución de análisis**

- a. Analizar y proyectar el área afectada para determinar soluciones con la finalidad de que estas sean tomadas en cuenta para el respectivo mantenimiento o rehabilitación.
- b. Tener conocimiento de los daños y causas del porque el pavimento se encuentra en el estado que esta.

## **Ética en la solución del resultado**

- a. En el proceso de evolución de las muestras los resultados presentados serán veraces, ya que estos pasaron los respectivos ensayos, con la finalidad de obtener resultados reales y precisos.
- b. Al realizar el cálculo de las muestras se obtendrá el PCI adecuado acorde al área en estudio.

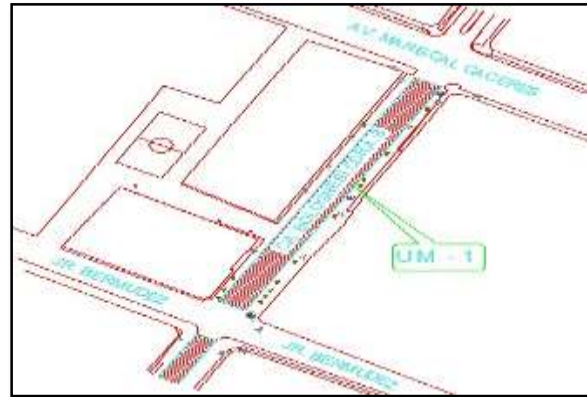
## **IV. Resultados**

Se evaluaron 5 cuadras de las calles Bolognesi, estas a su vez conforman un total de 172 losas, se consideró 5 unidades de muestreo para realizar la evaluación de las fallas encontradas in situ, cuantificando y determinando el nivel de severidad. Los resultados encontrados se presentaran en el resumen de los anexos y gráficos realizados al momento de realizar los estudios procesados de los paños del pavimento rígido de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto – 2017.

- Nivel de Índice de Condición de Pavimento, para cada cuadra evaluada de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto.
- Tipos de patologías existentes en cada cuadra de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento promedio de las cinco cuadras evaluadas de la calle Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12, Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto.
- Ubicación del área de estudio.



**Unidad de Muestra U1**  
**PAVIMENTO DE CONCRETO CORREGIDO**  
**HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA LA**  
**UNIDAD DE MUESTRA**



CALLE BOLOGNESI CDRA 8/JR. BERMUDEZ

**EVALUADOR** : BACH. LEYDI JANE RIOS CARRION  
**ASESOR** : ING. CIVIL LUIS ARTEMIO RAMIREZ PALOMINO  
**TIPO DE USO** : VEHICULAR  
**NUMERO DE PAÑOS** : 18  
**SECCION** : CUADRA 7  
**FECHA** : FEBRERO 2018

**DIMENSIONES DEL PAVIMENTO:**

**ANCHO (m)** : 3.00  
**AREA** : 12m<sup>2</sup>  
**LONGITUD** : 4.00

**TIEMPO DE CONSTRUCCION:** 8 AÑOS

**NIVELES DE SEVERIDAD**

1	SEVERIDAD BAJA
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

No.	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up/ Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Vía Férrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción



4	Losa de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel carril/Berma	14	Punzonamiento		

$$\frac{\text{No. de Paños Fallado}}{\text{Total de Paños}} \times 100 = \text{Densidad}$$

### 1. Grieta lineal

$$\frac{11}{18} \times 100 = 61.11$$

#### GRIETA LINEALES

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.2	4.0	9.6
10.00	5.9	7.8	19.2
15.00	8.3	11.5	24.2
20.00	10.6	14.4	28.3
25.00	12.8	17.6	31.6
30.00	14.9	20.2	34.7
35.00	16.2	22.4	37.6
40.00	17.2	24.3	40.3
45.00	18.1	26.0	42.8
50.00	18.9	27.5	45.2
55.00	19.6	28.8	47.5
60.00	20.3	30.1	49.7
65.00	20.9	31.2	51.8
70.00	21.4	32.3	53.9
75.00	22.0	33.3	55.8
80.00	22.4	34.2	57.7
85.00	22.9	35.1	59.6
90.00	23.3	35.9	61.4
95.00	23.7	36.7	63.1
100.00	24.1	37.4	64.8

DENSIDAD
61.11

Interpolación de valor deducido

60.00	49.7		
<b>61.11</b>	X		
65.00	51.8		
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>			
61.11	-	60.00	= X
65.00	-	49.7	
	-	51.8	- 49.7
<u>1.11</u>	=	<u>49.7</u>	
5		2.1	

$$\frac{2.33}{5} + \frac{248.5}{5} = \frac{250.83}{5} = 50.17$$

5

Valor Deducido (VD)
50.17

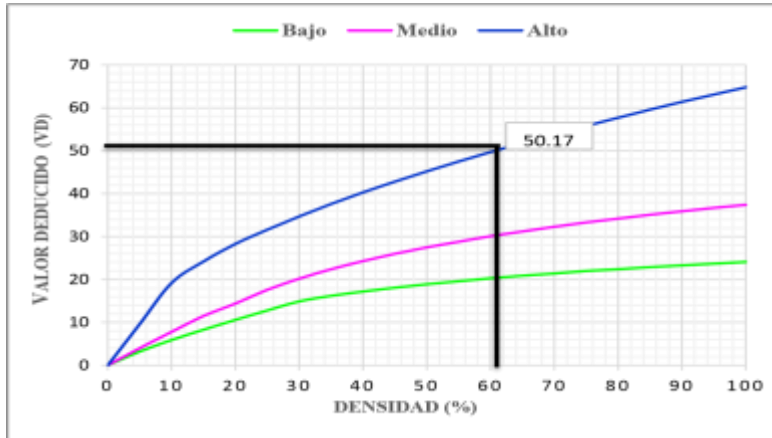


Figura 28. Falla patológica Grieta Lineal UM-01

**2. Parche grande**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.1	2.9	8.0
10.00	2.7	5.8	15.7
15.00	4.3	8.8	23.2
20.00	6.3	11.7	29.5
25.00	9.4	16.9	34.6
30.00	11.9	21.1	39.4
35.00	14.0	24.7	43.5
40.00	15.8	27.8	47.0
45.00	17.5	30.5	50.1
50.00	18.9	33.0	52.9
55.00	20.2	35.2	55.4
60.00	21.4	37.2	57.7
65.00	22.5	39.0	59.8
70.00	23.5	40.7	61.8
75.00	24.5	42.3	63.6
80.00	25.4	43.8	65.2
85.00	26.2	45.2	66.9
90.00	27.0	46.6	68.5
95.00	27.7	47.8	69.9

<b>DENSIDAD</b>
<b>16.67</b>

100.00	28.4	49.0	71.2
--------	------	------	------

GRANDE

PARCHE

Interpolación de valor deducido

15.00	4.3
<b>16.67</b>	X

$$\frac{15.00 \quad 4.3}{\quad \quad \quad} \quad \frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad} \quad 20.00$$

$$6.3$$

$$\frac{16.67 - 15.00}{20.00 - 15.00} = \frac{x - 4.3}{6.3 - 4.3}$$

<b>Valor Deducido (VD)</b>	$\frac{1.67}{5}$	$= \frac{4.3}{2.0}$
<b>4.97</b>		

$$\frac{3.34}{5} + \frac{21.5}{5} = \frac{24.84}{5} = 4.97$$

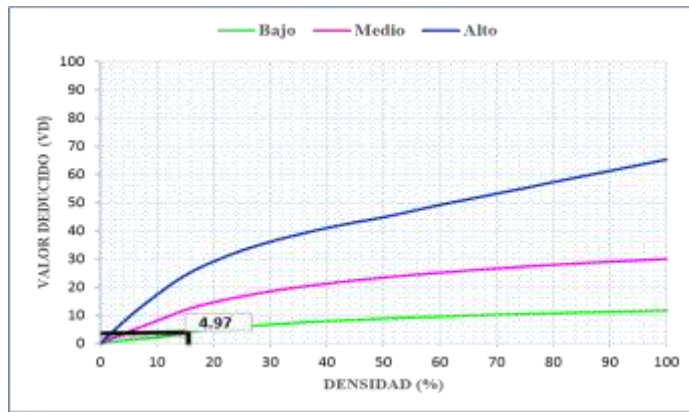


Figura 29. Falla patológica Parche Grande UM-01

### 3. Popouts

POPOUTS

DENSIDAD	VD
0.00	0.0
5.00	0.7
10.00	1.5
15.00	2.3
20.00	3.2
25.00	4.0
30.00	4.8
35.00	5.7
40.00	6.7
45.00	8.0
50.00	9.1
55.00	10.1
60.00	11.1
65.00	11.9
70.00	12.7
75.00	13.4
80.00	13.9
85.00	14.1
90.00	14.3
95.00	14.4
100.00	14.6

$$\frac{4}{18} \times 100 = 22.22$$

DENSIDAD
22.22

Interpolación de valor deducido

$$\begin{array}{r} 20.00 \quad 3.2 \\ 25.00 \quad 4 \\ \hline 22.22 - 20.00 = x - 3.2 \\ 25.00 - 20.00 \quad 4.0 - 3.2 \end{array}$$

$$\frac{2.22}{5} = \frac{3.2}{0.8}$$

$$3.56 \quad \frac{1.78}{5} + \frac{\text{Valor Deducido (VD)}}{5} = 16 \quad = \quad 17.78$$

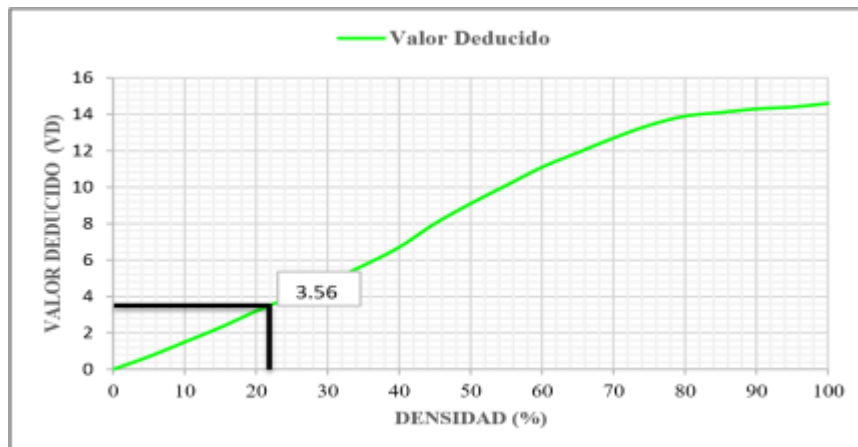


Figura 30. Falla patológica Popouts UM-01

**4. Desconchamiento**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.2	4.2	9.3
10.00	2.1	8.0	17.3
15.00	3.8	11.9	24.2
20.00	5.0	14.6	29.1
25.00	5.9	16.7	33.0
30.00	6.7	18.5	36.1
35.00	7.3	20.0	38.7
40.00	7.9	21.2	41.0
45.00	8.3	22.4	43.0
50.00	8.8	23.4	44.8
55.00	9.2	24.3	47.0
60.00	9.5	25.1	49.2
65.00	9.9	25.9	51.2
70.00	10.2	26.6	53.2
75.00	10.5	27.3	55.2
80.00	10.7	27.9	57.3
85.00	11.0	28.5	59.3
90.00	11.2	29.0	61.3
95.00	11.4	29.5	63.3
100.00	11.7	30.0	65.3

DESCONCHAMIENTO

$$\frac{9}{18} \times 100 - 50.00$$

DENSIDAD
50.00

Interpolación de valor deducido

50.00	23.4
<b>50</b>	X
55.00	24.3

$$- \frac{50.00 = x}{55.00} - \frac{23.4}{24.3}$$

$$0 = \frac{23.4}{0.9} - 5$$

$$\frac{0.00}{5} + \frac{117}{5} = \frac{117.00}{5} = 23.40$$

Valor Deducido (VD)
23.40

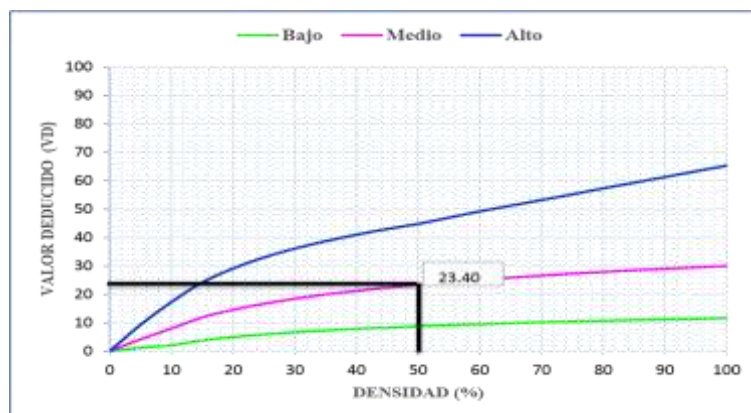


Figura 31. Falla patológica Desconchamiento UM-01

No	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE PAÑOS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VD)
8	Grieta lineal	3	SEVERIDAD A	11	61.11%	50.17
9	Parqueo Grande	1	SEVERIDAD B	3	16.67%	4.97
12	Popouts	=	NO DEFINE	4	22.22%	3.56
16	Desconchamiento	2	SEVERIDAD M	9	50%	24.30

#### CALCULO DE VCR

ZONA :

CALLE BOLOGNESI CDRA.8/JR.ALFONSO UGARTE

CUADRA :

7

#### DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR) = 1 + (9/98) * (100 - 50.37) = 5.56$$

Donde: m= Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = Valor individual mas alto de VR.

VAR =

m= 5.56

N°	VALORES				IDOS				VDT	q	VDC	
	DEDUC											
2	50.37	24.30	19.44	4.97	2					101.08	4	58.54
3	50.37	24	19.44	2	2					98.11	3	61.94
4	50.37	24.30	2	2	2					80.67	2	58.90
5	50.37	2	2	2	2					58.37	1	58.37
6												
7												
										max VDC		61.94
										=		

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
RANGOS		CLASIFICACION
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VCR = 61.94

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 38.06

Clasificación MALO

N° Tipo de Daño	DENSIDAD	% REAL
8 Grieta Lineal	61.11%	40.74
9 Parche Grande	16.67%	11.11
12 Popouts	22.22%	14.81
16 Desconchamiento	50.00%	33.33
	<b>150.00</b>	<b>100</b>



Figura 32. Gráfico de patologías y densidades registras en el pavimento rígido UM-01 **Descripción.**

La unidad de muestra U1 tiene 44 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 7.

Las fallas encontradas oscilan el nivel de severidad de Alta, Media; Baja y No Define, siendo estas, sello de juntas, grieta lineal, parcheo grande, popouts, desconchamiento. Se puede observar en la siguiente tabla los 5 valores reducidos: 19.44, 50.37, 4.97, 3.56 y 24.30. Siguiendo con el procedimiento del máximo valor reducido corregido 61.94, obteniendo así 38.06 que corresponde a un pavimento Malo





**Unidad de Muestra U2**

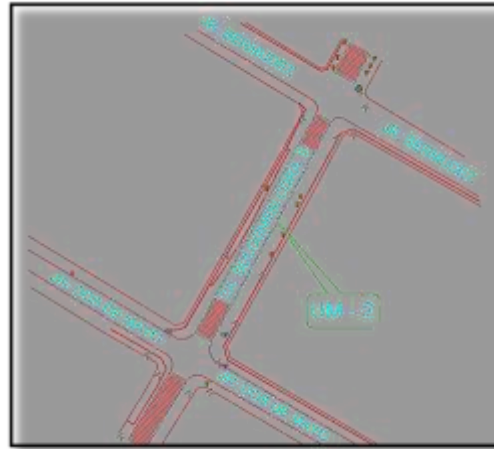
**PAVIMENTO DE CONCRETO CORREGIDO  
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA LA UNIDAD DE MUESTRA**

**EVALUADOR** : BACH. LEYDI JANE RIOS CARRION  
**ASESOR** : ING. CIVIL LUIS ARTEMIO RAMIREZ PALOMINO  
**TIPO DE USO** : VEHICULAR  
**NUMERO DE PAÑOS** : 16  
**SECCION** : CUADRA 9

FECHA : FEBRERO 2018

**DIMENSIONES DEL PAVIMENTO:**

ANCHO (m) : 3  
 AREA : 12m<sup>2</sup>.  
 LONGITUD : 4  
 TIEMPO DE CONSTRUCCION: 8 AÑOS



CALLE BOLOGNESI CDRA.9/JR. DOS DE MAYO

1	SEVERIDAD BAJA	NIVELES DE SEVERIDAD
2	SEVERIDAD MEDIA	
3	SEVERIDAD ALTA	

No.	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up/ Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción
4	Losa de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel carril/Berma	14	Punzonamiento		

$$\frac{\text{No. de Paños Fallado}}{\text{Total de Paños}} \times 100 = \text{Densidad}$$

**1. Grieta de esquina**

**GRIETA DE ESQUINA**

$$\frac{3}{16} \times 100 = 18.75$$

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.5	7.2	12.1
10.00	8.7	14.5	23.4
15.00	12.6	21.7	34.0
20.00	16.4	28.7	41.5
25.00	20.2	34.4	47.3
30.00	23.8	39.2	52.1
35.00	27.4	43.1	56.1
40.00	31.0	46.6	60.0
45.00	34.5	49.6	64.0
50.00	37.5	52.3	67.3
55.00	39.7	53.8	69.3
60.00	41.2	55.3	70.9
65.00	42.6	56.6	72.4
70.00	43.9	57.8	73.8
75.00	45.1	58.9	75.0
80.00	46.2	60.0	76.2
85.00	47.3	61.0	77.3
90.00	48.3	61.9	78.3
95.00	49.2	62.8	79.3
100.00	50.1	63.7	80.3

DENSIDAD
18.75

Interpolación de valor deducido

$$\frac{18.75 - 15.00}{20.00 - 15.00} = \frac{x - 21.7}{28.7 - 21.7}$$

$$\frac{3.75}{5} = \frac{x - 21.7}{7.0}$$

$$x = 26.95$$

$$= \frac{134.75}{26.95} + \frac{108.5}{5} = 26.95$$

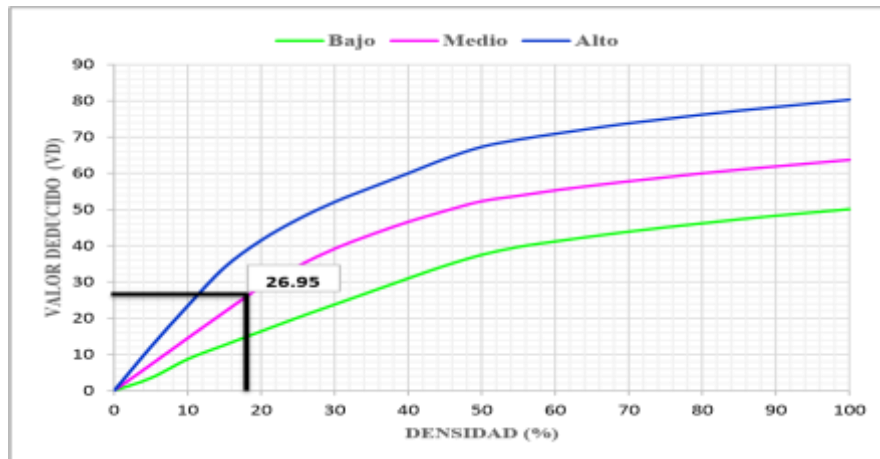


Figura 33. Falla patológica de Esquina UM-02

2. Grieta lineal

GRIETA LINEALES

DENSIDAD	VALORIDO DEDUC		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.2	4.0	9.6
10.00	5.9	7.8	19.2
15.00	8.3	11.5	24.2
20.00	10.6	14.4	28.3
25.00	12.8	17.6	31.6
30.00	14.9	20.2	34.7
35.00	16.2	22.4	37.6
40.00	17.2	24.3	40.3
45.00	18.1	26.0	42.8
50.00	18.9	27.5	45.2
55.00	19.6	28.8	47.5
60.00	20.3	30.1	49.7
65.00	20.9	31.2	51.8
70.00	21.4	32.3	53.9
75.00	22.0	33.3	55.8
80.00	22.4	34.2	57.7
85.00	22.9	35.1	59.6
90.00	23.3	35.9	61.4
95.00	23.7	36.7	63.1
100.00	24.1	37.4	64.8

$$\frac{6}{16} \times 100 = 37.50$$

DENSIDAD
37.50

**Interpolación de valor deducido**

35.00	22.4
<b>37.50</b>	X
40.00	24.3

$$\frac{37.50 - 35.00}{40.00 - 35.00} = \frac{x - 22.4}{24.3 - 22.4}$$

$$\frac{2.5}{5} = \frac{22.4}{5} + 1.9$$

$$4.75 + 112 = \frac{116.75}{5} = 23.35$$

Valor Deducido (VD)
23.35

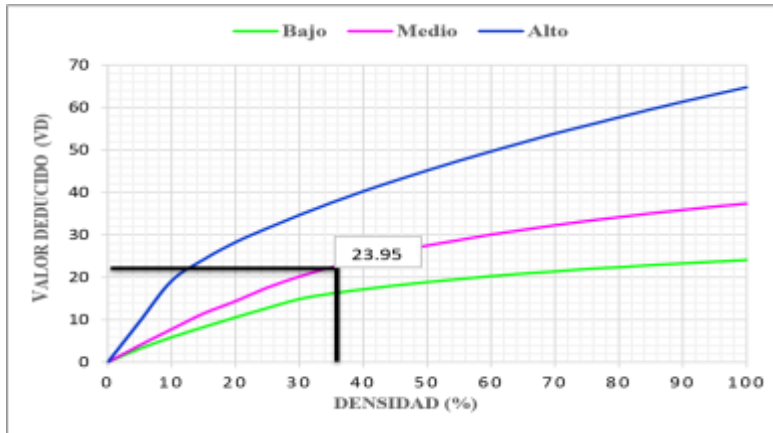


Figura 34. Falla patológica de Lineal UM-02

### 3. Parche grande

DENSIDAD
18.75

$$\frac{6}{16} \times 100 = 18.75$$

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.1	2.9	8.0
10.00	2.7	5.8	15.7
15.00	4.3	8.8	23.2
20.00	6.3	11.7	29.5
25.00	9.4	16.9	34.6
30.00	11.9	21.1	39.4
35.00	14.0	24.7	43.5
40.00	15.8	27.8	47.0
45.00	17.5	30.5	50.1
50.00	18.9	33.0	52.9
55.00	20.2	35.2	55.4
60.00	21.4	37.2	57.7
65.00	22.5	39.0	59.8
70.00	23.5	40.7	61.8
75.00	24.5	42.3	63.6
80.00	25.4	43.8	65.2
85.00	26.2	45.2	66.9
90.00	27.0	46.6	68.5
95.00	27.7	47.8	69.9
100.00	28.4	49.0	71.2

PARCHE GRANDE

#### Interpolación de valor deducido

20.00	6.3
<b>18.75</b>	X
25.00	9.4

$$\frac{18.75 - 20.00}{25.00 - 20.00} = \frac{x - 6.3}{9.4 - 6.3}$$

$$\frac{-1.25}{5} = \frac{6.3 - x}{3.1}$$

Valor Deducido (VD)	
-3.88	5.53
5	5

$$+ \frac{31.5}{5} = \underline{27.63}$$

5.53

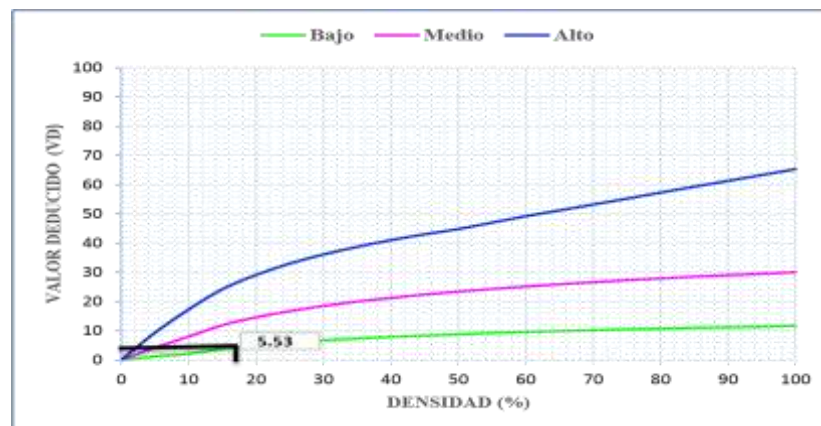


Figura 35. Falla patológica de Parche Grande UM-02

4. Desconchamiento

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.2	4.2	9.3
10.00	2.1	8.0	17.3
15.00	3.8	11.9	24.2
20.00	5.0	14.6	29.1
25.00	5.9	16.7	33.0
30.00	6.7	18.5	36.1
35.00	7.3	20.0	38.7
40.00	7.9	21.2	41.0
45.00	8.3	22.4	43.0
50.00	8.8	23.4	44.8
55.00	9.2	24.3	47.0
60.00	9.5	25.1	49.2
65.00	9.9	25.9	51.2
70.00	10.2	26.6	53.2
75.00	10.5	27.3	55.2
80.00	10.7	27.9	57.3
85.00	11.0	28.5	59.3
90.00	11.2	29.0	61.3
95.00	11.4	29.5	63.3
100.00	11.7	30.0	65.3

DESCONCHAMIENTO

$$\frac{5}{16} \times 100 = 31.25$$

DENSIDAD
31.25

Interpolación de valor deducido

$$\begin{array}{r}
 30.00 \text{ --- } 18.5 \\
 31.25 \text{ --- } X \\
 35.00 \text{ --- } 20.0 \\
 \\
 31.25 - 30.00 = x - 18.5 \\
 18.5
 \end{array}$$

$$\frac{1.25}{5} = \frac{18.5}{1.5}$$

$$\begin{array}{r}
 + \\
 \hline
 5 \qquad 1.88 \qquad 92.5 \\
 = \underline{94.38} \qquad \underline{18.88}
 \end{array}$$

Valor Deducido (VD)
18.88

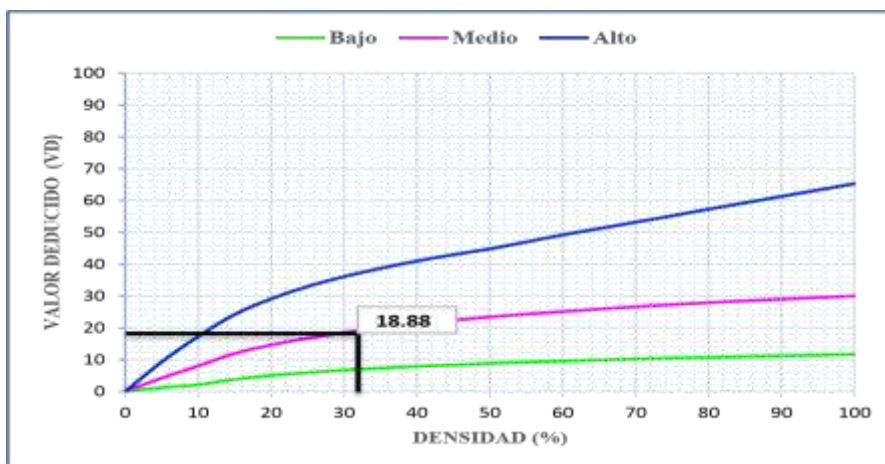


Figura 36. Falla patológica de Desconchamiento UM-02

No	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE PAÑOS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION
2	Grieta de esquina	2	SEVERIDAD M	3	18.75%	27.00
8	Grieta Lineal	2	SEVERIDAD M	6	37.50%	23.35
9	Parcheo Grande	1	SEVERIDAD B	3	18.75%	5.80
16	Desconchamiento	2	SEVERIDAD M	5	31.25%	18.88

### CALCULO DE VCR

ZONA :

CALLE BOLOGNESI CDRA.9/JR. DOS DE MAYO

CUADRA :

9

### DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS(m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR) \quad 1+(9/98)*(100-27)=7.70$$

Donde: m= Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = Valor individual mas alto de VR.

**VAR = 27**

**m= 7.70**

**CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO(VDC)**

<b>N°</b>	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>									<b>VDT</b>	<b>q</b>	<b>VDC</b>
<b>1</b>	27.00	23.35	18.88	5.80						75.03	4	44.02
<b>2</b>	27.00	23.35	18.88	2.00						71.23	3	45.79
<b>3</b>	27.00	23.35	2.00	2.00						54.35	2	42.30
<b>4</b>	27.00	2.00	2.00	2.00						33.00	1	33.00
											<b>max VDC</b>	45.79
											<b>=</b>	



RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
RANGOS		CLASIFICACION
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VCR = 45.79

PCI = 100 - Máximo VCR

PCI = 54.21

Clasificación REGULAR

N° Tipo de Daño	DENSIDAD	% REAL
2 Grieta de Esquina	18.75%	17.65
8 Grieta Lineal	37.50%	35.39
9 Parche Grande	18.75%	17.65
16 Desconchamiento	31.25%	29.41
	<b>106.25</b>	<b>100</b>

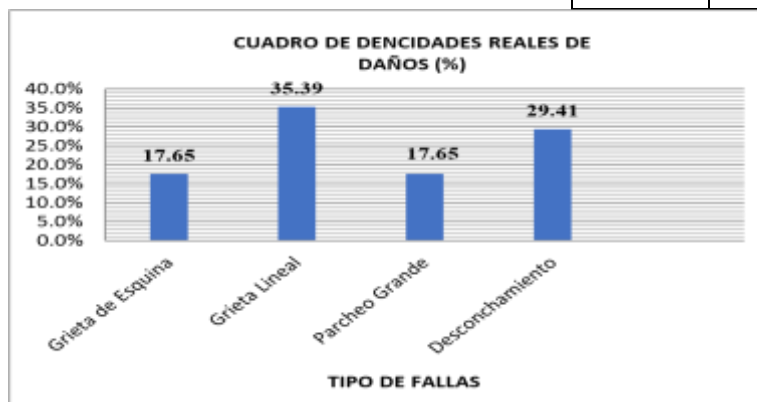


Figura 37. Grafico de patologias y densidad registradas en el pavimento rigido UM-02 **Descripcion.**

La unidad de muestra U2 tiene 32 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 9.

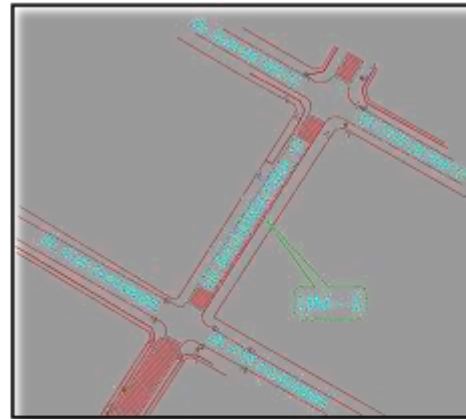
Las fallas encontradas oscilan el nivel de severidad de Media; Baja, siendo estas, grieta de esquina, grieta lineal, parche grande, desconchamiento. Se puede observar en la siguiente tabla los 4 valores reducidos: 27.00, 23.35, 5.80 y 18.88. Siguiendo con el procedimiento del máximo valor reducido corregido 45.79, obteniendo así 54.21 que corresponde a un pavimento Regular.



**Unidad de Muestra U3**  
**PAVIMENTO DE CONCRETO CORREGIDO**  
**HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA LA UNIDAD DE MUESTRA**

**EVALUADOR** : BACH. LEYDI JANE RIOS CARRION  
**ASESOR** : ING. CIVIL LUIS ARTEMIO RAMIREZ PALOMINO  
**TIPO DE USO** : VEHICULAR  
**NUMERO DE PAÑOS** : 14

ANCHO (m) : 3



1	SEVERIDAD BAJA
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

SECCION : CUADRA 10 FECHA

: FEBRERO 2018

**DIMENSIONES DEL PAVIMENTO:**

AREA : 12

LONGITUD : 4

TIEMPO DE CONSTRUCCION: 8 AÑOS

**NIVELES DE SEVERIDAD**

CALLE BOLOGNESI CDRA.10/CALLE 9 DICIEMBRE

No.	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up/ Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción
4	Losa de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel carril/Berma	14	Punzonamiento		

$$\frac{\text{No. de Paños Fallado}}{\text{Total de Paños}} \times 100 = \text{Densidad}$$

### 1. Grieta de Esquina

#### GRIETA DE ESQUINA

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.5	7.2	12.1
10.00	8.7	14.5	23.4
15.00	12.6	21.7	34.0
20.00	16.4	28.7	41.5
25.00	20.2	34.4	47.3
30.00	23.8	39.2	52.1
35.00	27.4	43.1	56.1
40.00	31.0	46.6	60.0
45.00	34.5	49.6	64.0
50.00	37.5	52.3	67.3
55.00	39.7	53.8	69.3
60.00	41.2	55.3	70.9
65.00	42.6	56.6	72.4
70.00	43.9	57.8	73.8
75.00	45.1	58.9	75.0
80.00	46.2	60.0	76.2
85.00	47.3	61.0	77.3
90.00	48.3	61.9	78.3
95.00	49.2	62.8	79.3
100.00	50.1	63.7	80.3

DENSIDAD
28.57

#### Interpolación de valor deducido

25.00		20.2		
<b>28.57</b>		X		
30.00		23.8		
<u>28.571429</u>				
30.00		- 25.00	=	x
		- 20.2		
-	25.00	23.8	-	20.2
	<u>3.571429</u>		=	<u>20.2</u>
	5			3.6
		+	12.86	<u>101</u>
=		+	<u>113.86</u>	<u>22.77</u>
5				5

Valor Deducido (VD)
22.77

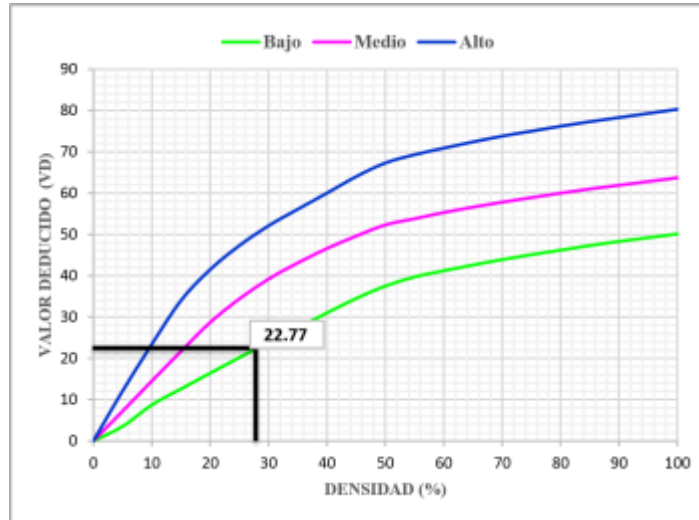


Figura 38. Falla patológica de Grieta de Esquina UM-03

2. Grieta Lineal

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.2	4.0	9.6
10.00	5.9	7.8	19.2
15.00	8.3	11.5	24.2
20.00	10.6	14.4	28.3
25.00	12.8	17.6	31.6
30.00	14.9	20.2	34.7
35.00	16.2	22.4	37.6
40.00	17.2	24.3	40.3
45.00	18.1	26.0	42.8
50.00	18.9	27.5	45.2
55.00	19.6	28.8	47.5
60.00	20.3	30.1	49.7
65.00	20.9	31.2	51.8
70.00	21.4	32.3	53.9
75.00	22.0	33.3	55.8
80.00	22.4	34.2	57.7
85.00	22.9	35.1	59.6
90.00	23.3	35.9	61.4
95.00	23.7	36.7	63.1
100.00	24.1	37.4	64.8

GRIETA LINEALES

$$\frac{6}{14} \times 100 = 42.86$$

<b>DENSIDAD</b>
<b>42.86</b>

Interpolación de valor deducido

40.00	17.2
<b>42.86</b>	X
45.00	18.1

$$42.857143 \frac{- 40.00 =}{45.00 - 40.00} = \frac{x - 17.2}{18.1 - 17.2}$$

$$\frac{2.857143}{5} = \frac{17.2}{0.9}$$

$$2.57 + \frac{86}{5} = \frac{88.57}{5} = 17.71$$

<b>Valor Deducido (VD)</b>
<b>17.71</b>

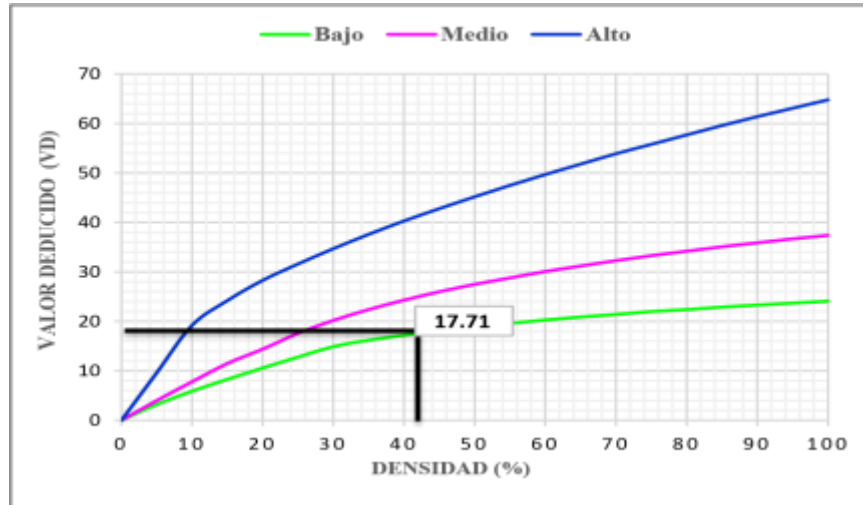


Figura 39. Falla patológica de Grieta Lineal UM-03

3. Popouts

DENSIDAD	VD
0.00	0.0
5.00	0.7
10.00	1.5
15.00	2.3
20.00	3.2
25.00	4.0
30.00	4.8
35.00	5.7
40.00	6.7
45.00	8.0
50.00	9.1
55.00	10.1
60.00	11.1
65.00	11.9
70.00	12.7
75.00	13.4
80.00	13.9
85.00	14.1
90.00	14.3
95.00	14.4
100.00	14.6

POPOUTS

$$\frac{5}{15} \times 100 = 35.71$$

DENSIDAD
35.71

**Interpolación de valor deducido**

30.00	4.8
<b>35.71</b>	X
35.00	5.7

$$\frac{35.714286 - 30.00}{35.00 - 30.00} = \frac{X - 4.8}{5.7 - 4.8}$$

$$\frac{5.714286}{5} = \frac{X - 4.8}{0.9}$$

Valor Deducido (VD)
5.83

$$5.14 + \frac{24}{5} = 29.14$$

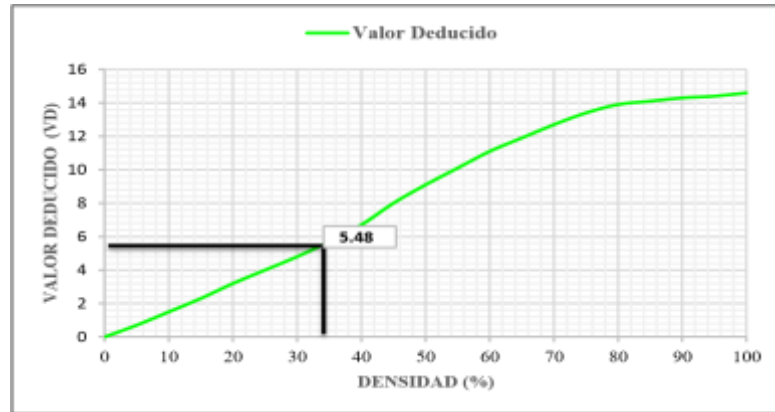


Figura 40. Falla patológica de Popouts UM-03

#### 4. Desconchamiento

##### DESCONCHAMIENTO

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.2	4.2	9.3
10.00	2.1	8.0	17.3
15.00	3.8	11.9	24.2
20.00	5.0	14.6	29.1
25.00	5.9	16.7	33.0
30.00	6.7	18.5	36.1
35.00	7.3	20.0	38.7
40.00	7.9	21.2	41.0
45.00	8.3	22.4	43.0
50.00	8.8	23.4	44.8
55.00	9.2	24.3	47.0
60.00	9.5	25.1	49.2
65.00	9.9	25.9	51.2
70.00	10.2	26.6	53.2
75.00	10.5	27.3	55.2
80.00	10.7	27.9	57.3
85.00	11.0	28.5	59.3
90.00	11.2	29.0	61.3
95.00	11.4	29.5	63.3
100.00	11.7	30.0	65.3

DENSIDAD
28.57

$$\frac{4}{15} \times 100 = 28.57 \quad \text{Interpolación de valor deducido}$$

25.00	16.7
<b>28.57</b>	X
30.00	18.5

$$\begin{array}{r} 28.57 - 25.00 = x - 16.7 \\ 30.00 - 25.00 \quad 18.5 - 16.7 \\ \hline 3.57 = \frac{5 \cdot 1.8}{5} \\ \hline 6.43 \quad 83.5 = \frac{89.93}{5} \quad 17.99 \end{array}$$

Valor Deducido (VD)
17.99

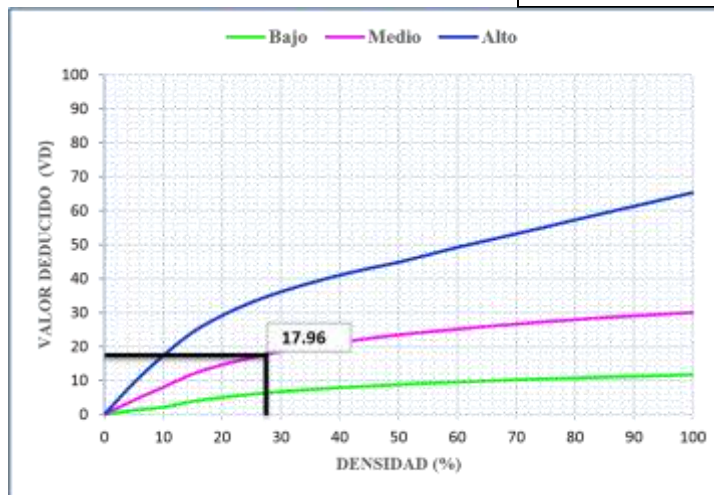


Figura 41. Falla patológica de Descochamiento UM-03

No	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE PAÑOS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION(VD)



02	Grieta de Esquina	1	SEVERIDAD B	4	28.57%	22.77
08	Grieta Lineal	1	SEVERIDAD B	6	42.86%	17.71
12	Popouts	=	NO DEFINE	5	35.71%	5.84
16	Desconchamiento	2	SEVERIDAD M	4	28.57%	17.96

### CALCULO DE VCR

ZONA :  CUADRA :

### DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR) = 1 + (9/98) * (100 - 22.77) = 8.09$$

Donde:

m= Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = Valor individual mas alto de VR.

**VAR = 22.77**

**m= 8.09**

### CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO(VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	22.77	17.96	17.71	5.84					64.28	4	37.64
2	22.77	17.96	17.71	2.00					60.44	3	38.79
3	22.77	17.96	2.00	2.00					44.73	2	35.55
4	22.77	2.00	2.00	2.00					28.77	1	28.77

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
RANGOS		CLASIFICACION
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

38.79

max VDC	38.79
=	

Máximo VCR =

PCI= 100 - Máximo VRC PCI =

61.21

Clasificación

BUENO

N° Tipo de Daño	DENSIDAD	% REAL
8 Grieta de Esquina	28.57%	21.05
9 Grieta Lineal	42.86%	31.58
12 Popouts	35.71%	26.32
16 Desconchamiento	28.57%	21.05
	<b>135.71</b>	<b>100</b>

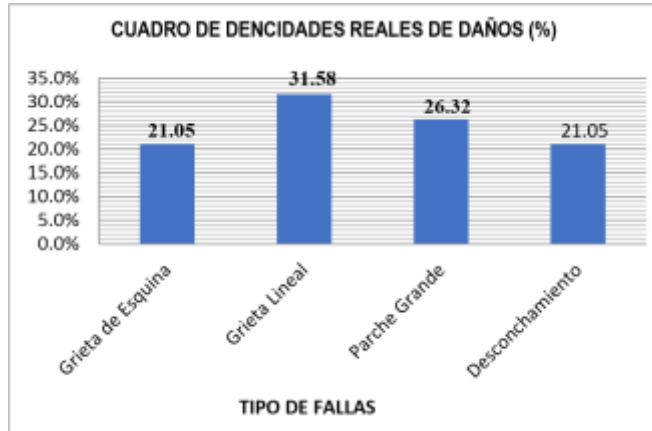


Figura 42. Gráfico de patologías y densidad registras en pavimentos rígidos UM-03 **Descripción.**

La unidad de muestra U3 tiene 30 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 10.

Las fallas encontradas oscilan el nivel de severidad de Baja, Media, No Define siendo estas, grieta de esquina, grieta lineal, popouts, desconchamiento. Se puede observar en la siguiente tabla los 4 valores reducidos: 22.77, 17.21, 5.80 y 18.88. Siguiendo con el procedimiento del máximo valor reducido corregido 38.79, obteniendo así 61.21 que corresponde a un pavimento Bueno.

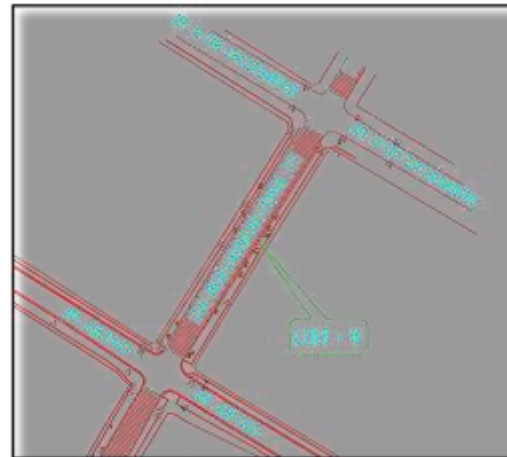


**Unidad de Muestra U4**

**PAVIMENTO DE CONCRETO CORREGIDO  
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA LA UNIDAD DE  
MUESTRA**

**EVALUADOR** : BACH. LEYDI JANE RIOS CARRION  
**ASESOR** : ING. CIVIL LUIS ARTEMIO RAMIREZ PALOMINO  
**TIPO DE USO** : VEHICULAR  
 15  
**NUMERO DE PAÑOS** :  
**SECCION** : CUADRA 11  
**FECHA** : FEBRERO 2018

**DIMENSIONES DEL PAVIMENTO:**  
**ANCHO (m)** : 3  
**AREA** : 12m<sup>2</sup>  
**LONGITUD** : 4  
**TIEMPO DE CONSTRUCCION:** 8 AÑOS.



**NIVELES DE SEVERIDAD**

1	SEVERIDAD BAJA
2	SEVERIDAD MEDIA
3	SEVERIDAD ALTA

CALLE BOLOGNESI CDRA.11/JR. ABTAO

No.	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO	No	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up/ Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parqueo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parqueo (pequeño)	17	Retracción

4	Losa de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel carril/Berma	14	Punzonamiento		

$$\frac{\text{No. de Paños Fallado}}{\text{Total de Paños}} \times 100 = \text{Densidad}$$

### 1. Grieta De Esquina

#### GRIETA DE ESQUINA

<b>DENSIDAD</b>
<b>40.00</b>

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.5	7.2	12.1
10.00	8.7	14.5	23.4
15.00	12.6	21.7	34.0
20.00	16.4	28.7	41.5
25.00	20.2	34.4	47.3
30.00	23.8	39.2	52.1
35.00	27.4	43.1	56.1
40.00	31.0	46.6	60.0
45.00	34.5	49.6	64.0
50.00	37.5	52.3	67.3
55.00	39.7	53.8	69.3
60.00	41.2	55.3	70.9
65.00	42.6	56.6	72.4
70.00	43.9	57.8	73.8
75.00	45.1	58.9	75.0
80.00	46.2	60.0	76.2
85.00	47.3	61.0	77.3
90.00	48.3	61.9	78.3
95.00	49.2	62.8	79.3
100.00	50.1	63.7	80.3

#### Interpolación de valor deducido

40.00	46.6
<b>40.00</b>	X
45.00	49.6

$$\begin{array}{r} 40 - 40.00 = x - 46.6 \\ 45.00 - 40.00 \quad 49.6 \quad \boxed{46.6} - 46.6 \end{array}$$

$$\frac{0}{5} = \frac{3.0}{5}$$

$$\frac{0.00}{5} + \frac{233}{5} =$$

<b>Valor Deducido (VD)</b>
<b>46.60</b>

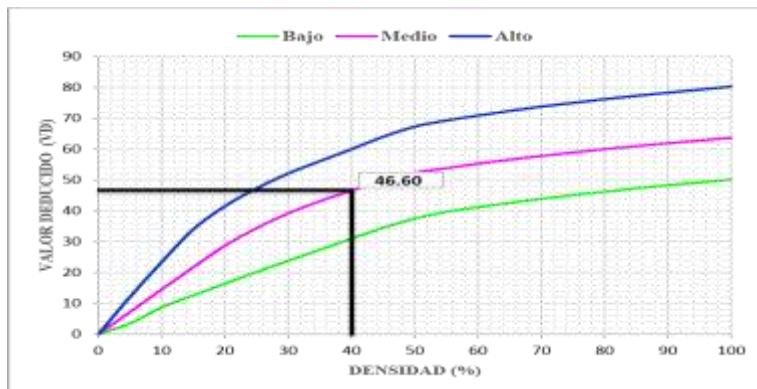


Figura 43. Falla patológica Grieta de Esquina UM-04

**2. Grieta Lineal**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.2	4.0	9.6
10.00	5.9	7.8	19.2
15.00	8.3	11.5	24.2
20.00	10.6	14.4	28.3
25.00	12.8	17.6	31.6
30.00	14.9	20.2	34.7
35.00	16.2	22.4	37.6
40.00	17.2	24.3	40.3
45.00	18.1	26.0	42.8
50.00	18.9	27.5	45.2
55.00	19.6	28.8	47.5
60.00	20.3	30.1	49.7
65.00	20.9	31.2	51.8
70.00	21.4	32.3	53.9
75.00	22.0	33.3	55.8
80.00	22.4	34.2	57.7
85.00	22.9	35.1	59.6
90.00	23.3	35.9	61.4
95.00	23.7	36.7	63.1
100.00	24.1	37.4	64.8

**GRIETA LINEALES**  

$$\frac{4}{15} \times 100 = 26.67$$

DENSIDAD
26.67

**Interpolación de valor deducido**

25.00	17.6			
<b>26.67</b>	X			
30.00	20.2			
	<u>25.00</u>			
<u>26.66667</u>	25.00	=	x	17.6
30.00	- 20.2		-	17.6
	<u>1.666667</u>	=		<b>17.6</b>
	+ 5		5	2.6
	<u>5</u>			
4.33		=	88	<u>92.33</u> 18.47
				5

<b>Valor Deducido (VD)</b>
<b>18.47</b>

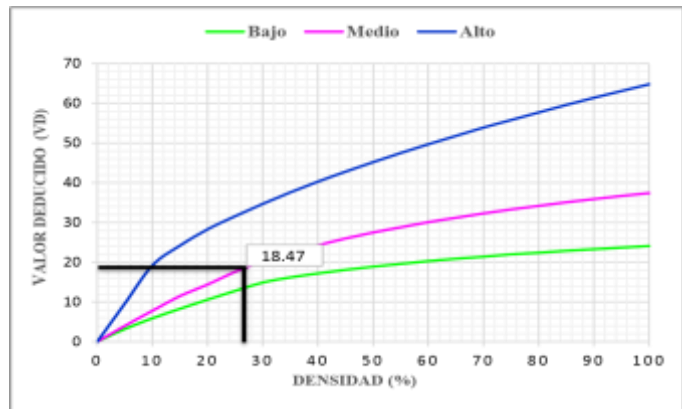


Figura 44. Falla patológica Grieta Lineal UM-04

### 3. Parche Grande

<b>DENSIDAD</b>
<b>26.67</b>

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.1	2.9	8.0
10.00	2.7	5.8	15.7
15.00	4.3	8.8	23.2
20.00	6.3	11.7	29.5
25.00	9.4	16.9	34.6
30.00	11.9	21.1	39.4
35.00	14.0	24.7	43.5
40.00	15.8	27.8	47.0
45.00	17.5	30.5	50.1
50.00	18.9	33.0	52.9
55.00	20.2	35.2	55.4
60.00	21.4	37.2	57.7
65.00	22.5	39.0	59.8
70.00	23.5	40.7	61.8
75.00	24.5	42.3	63.6
80.00	25.4	43.8	65.2
85.00	26.2	45.2	66.9

90.00	27.0	46.6	68.5
95.00	27.7	47.8	69.9
100.00	28.4	49.0	71.2

**PARCHE GRANDE**

$$15 \frac{3}{4} \times 100 = 20.00$$

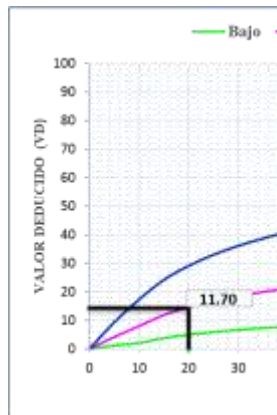
**Interpolación de valor deducido**

20.00          11.7

**20.00**          X

25.00          16.9

$$\begin{array}{r}
 \frac{20}{25.00} - \frac{20.00}{20.00} = \frac{x}{16.9} - \frac{11.7}{11.7} \\
 \frac{0}{5} = \frac{x - 11.7}{5.2} \\
 \frac{0}{5} \times 5.2 = x - 11.7 \\
 0.00 \times \frac{58.5}{5} = \frac{58.50}{5} \quad \mathbf{11.70}
 \end{array}$$



<b>Valor Deducido (VD)</b>
<b>11.70</b>

Figura45. Falla patológica Parche Grande UM-04



#### 4. Desconchamiento

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.2	4.2	9.3
10.00	2.1	8.0	17.3
15.00	3.8	11.9	24.2
20.00	5.0	14.6	29.1
25.00	5.9	16.7	33.0
30.00	6.7	18.5	36.1
35.00	7.3	20.0	38.7
40.00	7.9	21.2	41.0
45.00	8.3	22.4	43.0
50.00	8.8	23.4	44.8
55.00	9.2	24.3	47.0
60.00	9.5	25.1	49.2
65.00	9.9	25.9	51.2
70.00	10.2	26.6	53.2
75.00	10.5	27.3	55.2
80.00	10.7	27.9	57.3
85.00	11.0	28.5	59.3
90.00	11.2	29.0	61.3
95.00	11.4	29.5	63.3
100.00	11.7	30.0	65.3

7.10

DESCONCHAMIENTO

$$\frac{5}{15} \times 100 = 33.33$$

DENSIDAD
33.33

Interpolación de valor deducido

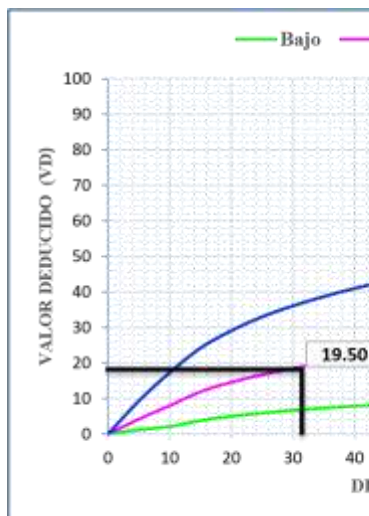
30.00	6.7
<b>33.33</b>	X
35.00	7.3

$$\frac{33.333333 - 30.00}{35.00 - 30.00} = \frac{x - 6.7}{7.3 - 6.7}$$

$$\frac{3.333333}{5} = 0.6$$

$$+ \frac{2.00}{5} = \frac{35.50}{5}$$

5



Valor Deducido (VD)
7.10

Figura 46. Falla patológica Desconchamiento UM-04

No	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE PAÑOS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION(VR)
02	Grieta de esquina	2	SEVERIDAD M	6	40.00%	46.60
08	Grieta Lineal	2	SEVERIDAD M	4	26.67%	18.47
10	Parqueo(grande)	2	SEVERIDAD M	3	20.00%	11.70
16	Desconchamiento	1	SEVERIDAD B	5	33.33%	19.50

**CALCULO DE VCR**

**ZONA :**

CALLE BOLOGNESI CDRA.11/JR. ABTAO

**CUADRA :**

11

**DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS (m)**

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR) = 1 + (9/98) * (100 - 46.60) = 5.90$$

Donde:

m= Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = Valor individual mas alto de VR.

**VAR = 46.60**

**m= 5.90**

**CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO(VDC)**

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
RANGOS		CLASIFICACION
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VDC
<b>1</b>	46.60	19.50	18.47	11.70						96.27	4	55.95
<b>2</b>	46.60	19.50	18.47	2.00						86.57	3	55.34
<b>3</b>	46.60	19.50	2.00	2.00						70.10	2	52.56
<b>4</b>	46.60	2.00	2.00	2.00						52.60	1	52.60
											<b>max VDC</b>	55.95
											=	

Máximo VCR =

55.95

PCI= 100 - Máximo VRC PCI =

44.05

Clasificación

REGULAR

N° Tipo de Daño	DENSIDAD	% REAL
2 Grieta de Esquina	40.00%	33.33
8 Grieta Lineal	26.67%	22.22
10 Parche Grande	20.00%	16.67
16 Desconchamiento	33.33%	27.78
	<b>120.00</b>	<b>100</b>

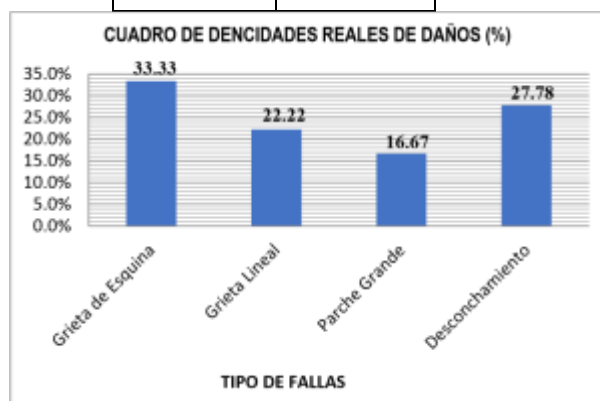


Figura 47. Gráfico de patologías y densidad registradas en pavimento rígidos UM-04 **Descripción.**

La unidad de muestra U4 tiene 33 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 11.

Las fallas encontradas oscilan el nivel de severidad de Media; Baja, siendo estas, grieta de esquina, grieta lineal, parcheo grande, desconchamiento. Se puede observar en la siguiente tabla los 4 valores reducidos: 46.60, 18.47, 11.70 y 19.50. Siguiendo con el procedimiento del máximo valor reducido corregido 55.95, obteniendo así 44.05 que corresponde a un pavimento Regular.



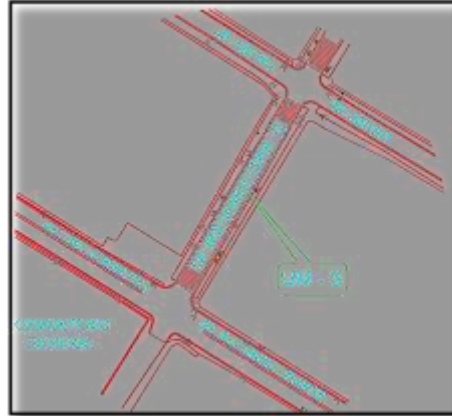
**Unidad de Muestra U5**

**PAVIMENTO DE CONCRETO CORREGIDO  
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA LA UNIDAD  
DE MUESTRA**

**EVALUADOR** : BACH. LEYDI JANE RIOS CARRION  
**ASESOR** : ING. CIVIL LUIS ARTEMIO RAMIREZ PALOMINO  
**TIPO DE USO** : VEHICULAR  
**NUMERO DE PAÑOS** : 12  
CUADRA 11

SECCION :  
 FECHA : FEBRERO 2018

**DIMENSIONES DEL PAVIMENTO:**  
 ANCHO (m) : 3  
 AREA : 12 m<sup>2</sup>.  
 LONGITUD : 4  
 TIEMPO DE CONSTRUCCION: 08 AÑOS



NIVELES DE SEVERIDAD		CALLE BOLOGNESI CDRA.12/JR. A. UGARTE			
No.	TIPO DE DAÑO	No.	TIPO DE DAÑO	No.	TIPO DE DAÑO
1	SEVERIDAD BAJA				
2	SEVERIDAD MEDIA				
3	SEVERIDAD ALTA				
1	Blow Up/ Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (pequeño)	17	Retracción
4	Losa de Durabilidad "D"	11	Pulimento Agregados de	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel carril/Berma	14	Punzonamiento		

### 1. Grieta de esquina

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.5	7.2	12.1
10.00	8.7	14.5	23.4
15.00	12.6	21.7	34.0

<b>DENSIDAD</b>
<b>41.67</b>

20.00	16.4	28.7	41.5
25.00	20.2	34.4	47.3
30.00	23.8	39.2	52.1
35.00	27.4	43.1	56.1
40.00	31.0	46.6	60.0
45.00	34.5	49.6	64.0
50.00	37.5	52.3	67.3
55.00	39.7	53.8	69.3
60.00	41.2	55.3	70.9
65.00	42.6	56.6	72.4
70.00	43.9	57.8	73.8
75.00	45.1	58.9	75.0
80.00	46.2	60.0	76.2
85.00	47.3	61.0	77.3
90.00	48.3	61.9	78.3
95.00	49.2	62.8	79.3
100.00	50.1	63.7	80.3

GRIETA DE ESQUINA

$$\frac{5}{12} \times 100 = 41.67$$

Interpolación de 41.67 X  
valor 45.00 deducido 49.6

$$= \frac{41.67 - 40.00}{45.00 - 40.00} \times (49.6 - 46.6) + 46.6$$

$$= \frac{1.67}{5.00} \times 3.0 + 46.6$$

$$= 1.666667 \times 3.0 + 46.6$$

$$= 5.00 + 46.6 = 47.60$$

46.6

<b>Valor Deducido (VD)</b>
<b>47.60</b>

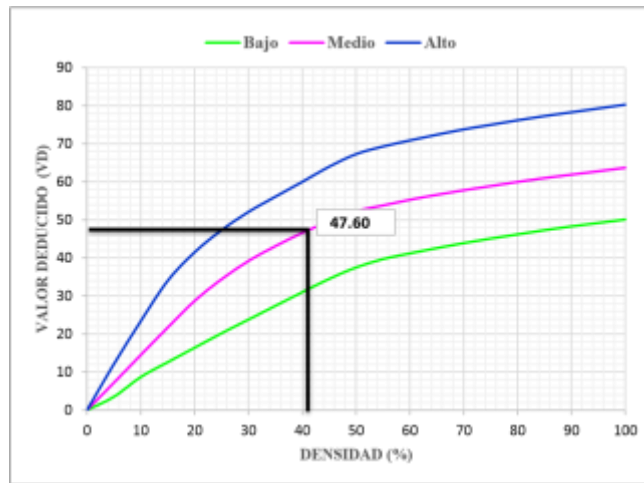


Figura 48. Falla patológica Grieta de Esquina UM-05

## 2. Escala

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.5	3.9	7.7
10.00	3.3	8.0	15.4
15.00	5.0	12.0	23.0
20.00	7.5	16.0	29.7
25.00	10.9	20.1	35.3
30.00	13.7	24.1	40.7
35.00	16.1	28.1	46.0
40.00	18.1	32.2	51.0
45.00	19.9	36.2	56.4
50.00	21.6	39.9	61.0
55.00	23.0	42.4	64.9
60.00	24.0	44.1	67.7
65.00	25.8	45.7	70.3
70.00	25.8	47.2	72.7
75.00	26.7	48.6	74.9
80.00	27.4	49.9	77.0
85.00	28.2	51.1	78.9
90.00	28.9	52.2	80.8
95.00	29.5	53.3	82.5
100.00	30.1	54.0	84.2

ESCALA

$$\frac{4}{12} \times 100 = 33.33$$

DENSIDAD
33.33

Interpolación de valor deducido

30.00	24.1
<b>33.33</b>	X
35.00	28.1

$$\frac{33.33 - 30.00}{35.00 - 30.00} = \frac{X - 24.1}{28.1 - 24.1}$$

$$\frac{3.33}{5} = \frac{X - 24.1}{4.0}$$

$$= \frac{13.33}{133.83} + \frac{120.5}{5}$$

Valor Deducido (VD)
26.77

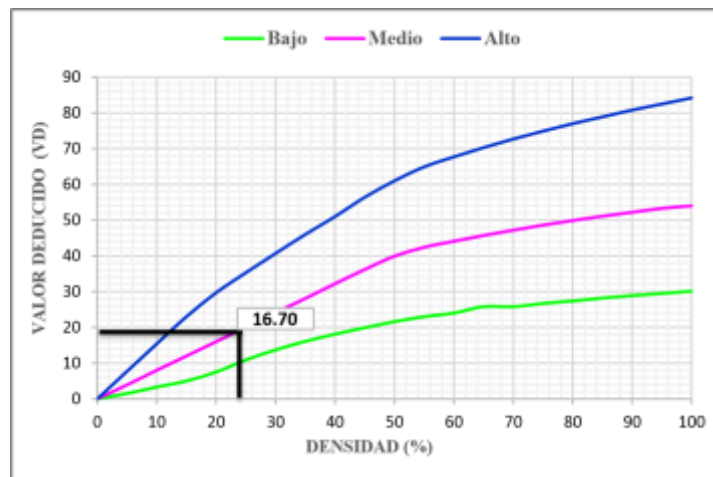




Figura 49. Falla patológica Escala UM-05

3. Grieta lineal

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	3.2	4.0	9.6
10.00	5.9	7.8	19.2
15.00	8.3	11.5	24.2
20.00	10.6	14.4	28.3
25.00	12.8	17.6	31.6
30.00	14.9	20.2	34.7
35.00	16.2	22.4	37.6
40.00	17.2	24.3	40.3
45.00	18.1	26.0	42.8
50.00	18.9	27.5	45.2
55.00	19.6	28.8	47.5
60.00	20.3	30.1	49.7
65.00	20.9	31.2	51.8
70.00	21.4	32.3	53.9
75.00	22.0	33.3	55.8
80.00	22.4	34.2	57.7
85.00	22.9	35.1	59.6
90.00	23.3	35.9	61.4
95.00	23.7	36.7	63.1
100.00	24.1	37.4	64.8

GRIETA LINEALES

$$\frac{5}{12} \times 100 = 41.67$$

DENSIDAD
41.67

Interpolación de valor deducido

40.00		24.3				
<b>41.67</b>		X				
45.00		26.00				
41.66	-	<u>40.00</u>	=	x	-	24.3
45.00	-	40.00			-	24.3
					24.3	
		<u>1.66</u>	=			
		5			1.7	
		2.83	+		121.5	
=		<u>124.33</u>				
		<b>24.87</b>				
			5			
5						

Valor Deducido (VD)
24.87

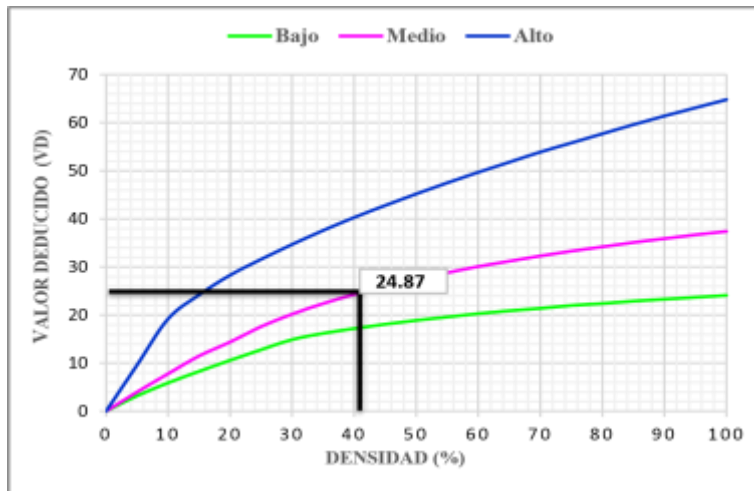


Figura 50. Falla patológica Grieta Lineal UM-05

#### 4. Desconchamiento

DENSIDAD	VALOR DO DEDUCI		
	B	M	A
0.00	0.0	0.0	0.0
5.00	1.2	4.2	9.3
10.00	2.1	8.0	17.3
15.00	3.8	11.9	24.2
20.00	5.0	14.6	29.1
25.00	5.9	16.7	33.0
30.00	6.7	18.5	36.1
35.00	7.3	20.0	38.7
40.00	7.9	21.2	41.0
45.00	8.3	22.4	43.0
50.00	8.8	23.4	44.8
55.00	9.2	24.3	47.0
60.00	9.5	25.1	49.2
65.00	9.9	25.9	51.2
70.00	10.2	26.6	53.2
75.00	10.5	27.3	55.2
80.00	10.7	27.9	57.3

<b>DENSIDAD</b>
<b>25.00</b>

85.00	11.0	28.5	59.3
90.00	11.2	29.0	61.3
95.00	11.4	29.5	63.3
100.00	11.7	30.0	65.3

$$\frac{3}{12} \times 100 = 25.00$$

**DESCONCHAMIENTO**

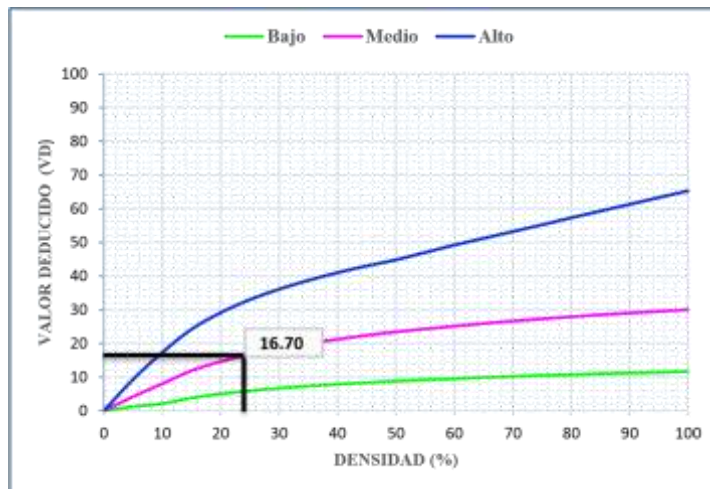
**Interpolación de valor deducido**

$$\begin{array}{r} 25.00 \quad 16.7 \\ \mathbf{25.00} \quad \mathbf{x} \\ 30.00 \quad \text{-----} \quad \text{-----} \quad 18.5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \quad - \quad 25.00 = \quad \mathbf{x} \quad \boxed{16.7} \quad - \quad 16.7 \\ 30.00 \quad - \quad 25.00 \quad 18.5 \quad \boxed{16.7} \quad - \quad 16.7 \end{array}$$

$$\frac{0}{5} = \frac{\quad}{1.8}$$

$$0.00 \quad + \quad 83.5 \quad = \quad \frac{83.50}{5} \quad \mathbf{16.70}$$



<b>Valor Deducido (VD)</b>
<b>16.70</b>

Figura 51. Falla patológica Desconchamiento UM-05

No	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE PAÑOS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION(VR)
02	Grieta de Esquina	2	SEVERIDAD M	5	41.67%	47.60
05	Escala	2	SEVERIDAD M	4	33.33%	26.76
08	Grieta Lineal	2	SEVERIDAD M	5	41.67%	24.87
16	Desconchamiento	2	SEVERIDAD M	3	25.00%	16.70

### CALCULO DE VCR

ZONA : CALLE BOLOGNESI CDRA12/JR. A.UGARTE

CUADRA : 12

### DETERMINACION DEL MAXIMO DE FALLA PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR) \quad 1+(9/98) \times (100-47.60)=5.81$$

Donde:

m= Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10)

VAR = Valor individual mas alto de VR.

VAR = 47.60

m= 5.81

### CALCULO DE VALOR DEDUCIDO CORREGIDO(VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	47.60	26.76	24.87	16.70					115.93	4	65.85

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
RANGOS		CLASIFICACION
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

									65.85			
2	47.60	26.76	24.87	2.00						101.23	3	63.68
3	47.60	26.76	2.00	2.00						78.36	2	57.52
4	47.60	2.00	2.00	2.00						53.60	1	53.60
											<b>max VDC</b>	65.85
											=	

Máximo VCR =

PCI= 100 - Máximo VRC PCI =

Clasificación

34.15

MALO

N° Tipo de Daño	DENSIDAD	% REAL
2 Grieta de Esquina	41.67%	29.41
5 Escala	33.33%	23.53
8 Grieta Lineal	41.67%	29.41
16 Desconchamiento	25.00%	17.65
	<b>141.67</b>	<b>100</b>

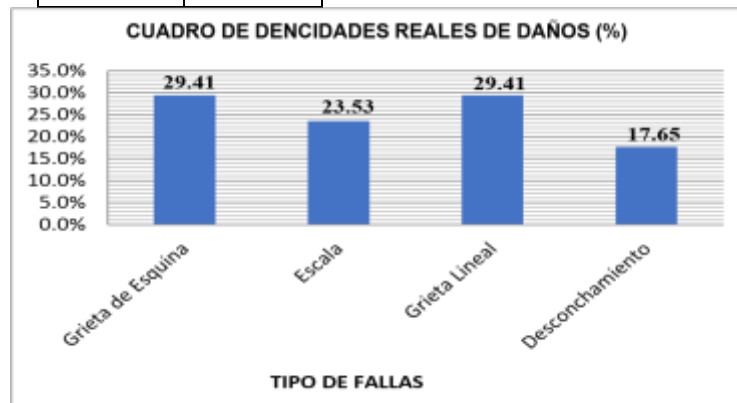


Figura 52. Gráfico de patologías y densidad registradas en pavimento rígido UM-05  
**Descripción.**

La unidad de muestra U5 tiene 33 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 12.

Las fallas encontradas oscilan el nivel de severidad de Media; Baja, siendo estas, grieta de esquina, escala, grieta lineal, desconchamiento. Se puede observar en la siguiente tabla los 4 valores reducidos: 27.00, 23.35, 5.80 y 18.88. Siguiendo con el procedimiento del máximo valor reducido corregido 55.95, obteniendo así 44.05 que corresponde a un pavimento Malo.

## **4.2 Análisis de los resultados**

De los estudios realizados de la condición en la que se encuentra el pavimento se establecerá lo siguiente: Clase, Severidad y Cantidad de daños encontrados en el área de estudio. Se desarrolló el método de PCI con la finalidad de obtener un índice de la integridad estructural actual y la condición operacional en la que se encuentra el pavimento, de los resultados obtenidos como parte del estudio se dará a conocer la posible causa de los daños y la relación con las cargas o el clima.

La agrupación de los resultados de las unidades de muestra U1 hasta la unidad de muestra U5, estos presentan un PCI promedio de 46.33, el cual corresponde a un pavimento Regular.

Los resultados obtenidos de la Unidad de Muestra UM-01 tienen 44 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 7. Las fallas patológicas encontradas son las

siguientes: Grieta Lineal con nivel de severidad de Alta (61.11%) de densidad y un porcentaje real de daños de (26.86%); Parche Grande con nivel de severidad de Baja de (16.71%) y un porcentaje real de daños de (7.32%); Popouts con nivel de severidad No Define (22.22%) y porcentaje real de daños de (9.76%); Desconchamiento con nivel de (50%) y porcentaje real de daños de (21.95%) y con clasificación del PCI de (38.06) que corresponde a un pavimento Malo.

La unidad de muestra UM-02 tiene 32 paños y está situado en el tramo de la ca. Bolognesi cdra. 9. Las fallas patológicas encontradas Grieta de Esquina con nivel de severidad Media de (18.75%) y un porcentaje de real daño de (17.65%) Grieta Lineal, parcheo grande, desconchamiento. Se puede observar en la siguiente tabla los 4 valores reducidos: 27.00, 23.35, 5.80 y 18.88. Siguiendo con el procedimiento del máximo valor reducido corregido 45.79, obteniendo así 54.21 que corresponde a un pavimento Regular.

El mayor valor de PCI lo tiene la unidad de muestra U3, igual a 61.21 y de condición Bueno. El menor PCI, de 34.15, corresponde a la unidad de muestra U5 de estado Malo.

Las fallas más frecuentes encontradas en las distintas unidades de muestra son: grietas lineales y grietas de esquina, estas con un nivel de severidad Media y Baja. Este tipo de deterioro del pavimento, se localizaron en casi todas las unidades de muestra inspeccionadas.

De todas las fallas inspeccionadas, la que causó más deterioro en el pavimento, con un valor reducido de 50.17, fueron las grietas lineales de severidad alta. Estas grietas lineales se localizaron en la unidad de muestra U1, ca. Bolognesi cuadra 7.

En la unidad de muestra U5, la grieta de esquina de mediana severidad tiene un valor reducido de 47.60 y de igual manera es una de las fallas que más afecta al pavimento.



Debido a la presencia de las fallas antes mencionadas, el valor del índice de condición del pavimento para cada unidad de muestra es bajo. En la U1 y U5, con valores de PCI de 38.06 y 34.15 respectivamente, el pavimento es de un estado malo en ambas unidades.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

El estado actual en el que se encuentra el pavimento de la ca. Bolognesi de la ciudad de Iquitos se clasificó como un pavimento Regular, sin embargo durante el desarrollo de procesamiento de datos se encontró que existen losas que presentan un nivel de severidad Malo,

La integridad estructural del pavimento de cada unidad de muestra, define la condición del pavimento. Las unidades de muestras U2 y U4 obtuvieron un PCI con valor 54.21 y 44.05, lo cual corresponde a un pavimento Regular. Las unidades de muestras U1 y U5, estas alcanzaron un valor de PCI de 38.06 y 34.15, estos valores corresponden a un pavimento Malo, y la unidad de muestra U3, alcanzó un PCI entre 61.21 la condición de este pavimento es Buena. Finalmente, tomando todas las unidades de muestra, se calcula el PCI ponderado del pavimento de concreto en la Ca. Bolognesi, resultado igual a 46.33, es decir, que el estado real del pavimento de la vía analizada, es Regular.

Los grietas lineales de alta severidad de la unidad de muestra U3, originan el máximo valor reducido registrado de 48.50. Le siguen las grietas de esquina de severidad media y alta de las unidades U10 y U9, con un valor deducido de 46.00 y 42.42, respectivamente. Por último, en la unidad de muestra U5, la grieta de esquina de alta severidad tiene un valor reducido de 40.33 y de igual manera es una de las tres fallas que más afecta al pavimento

## **5.2 Recomendaciones**

Al realizar las evaluaciones ca. Bolognesi cuadra 7, signado con la UM-1, su clasificación en el (PCI) MALO, por lo que se recomienda su mantenimiento por parte municipalidad y tomen las medidas necesarias, a fin de seguir conservando la durabilidad del pavimento, con la finalidad de evitar daños severos posteriores.

De la evaluación realizada en la cuadra ca. Bolognesi 9, signado con el UM-2, su clasificación en el (PCI) REGULAR, se recomienda su mantenimiento con personal especializado, a fin de garantizar la seguridad del tránsito vehicular y peatonal.

Evaluada la cuadra ca. Bolognesi 10, signado con el UM-3, su clasificación en el (PCI) BUENO, se recomienda su mantenimiento con personal calificado y material adecuado a fin de alargar su vida útil.

Evaluada la cuadra 11 ca. Bolognesi, signada con la UM-4, su clasificación en el (PCI) REGULAR, por ser un pavimento con tres años de antigüedad se recomienda a las autoridades correspondiente responsabilizar por las fallas patológicas a quien corresponda, por ser un pavimento que está dentro el tiempo de garantía (07 años), según el Artículo 50, texto único ordenado de la ley de contrataciones y adquisiciones del estado.

Evaluada la cuadra 12 ca. Bolognesi, signada con la UM-5, su clasificación en el (PCI) REGULAR, de igual modo por ser un pavimento con tres años de antigüedad se recomienda a las autoridades correspondiente responsabilizar por las fallas patológicas a quien corresponda, por ser un pavimento que tiene garantía (07) años, según el Artículo 50, texto único ordenado de la ley de contrataciones y adquisiciones del estado, todo esto es con la finalidad de salvaguardar la inversión del estado.

Mantenimiento de pavimentos urbanos que corresponde a las municipalidades según norma CE-10, del Reglamento Nacional de Edificación, capítulo 6.

Para una mayor precisión en los resultados se recomienda tomar todas las unidades de muestra en el cálculo del PCI.

Es necesario utilizar equipo de seguridad en el trabajo de campo como son chalecos reflectantes, cascos, mascarillas, cintas de seguridad, por ser la inspección del pavimento un trabajo con peligro de tránsito constante y polvo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

(1).-Betsy Solano Jauregui, Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín de la ciudad de Jaén – Cajamarca.

(2).-Edgar Daniel Rodríguez Velásquez, Cálculo del índice de condición de pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla.

(3).- Godoy Oddone AJ, Ramírez Dittrich RF. Patología de Pavimentos Rígidos de la ciudad de Asunción Paraguay, Junio 2014. [Online].; 2014

(4).- Rattia J, Definición y Características de los pavimentos flexibles, 2014 [seriado en línea] 2014 [citado 2016 Abril 24], disponible en: <https://es.scribd.com/.../Definicion-y- Caracteristicas-de-Los-Pavimentos-.Flexibles>.

(5).- Sandoval S, Pavimentos Articulado, 2009 [Seriado en Línea] 2009 [citado 2016 Abril 09] disponible en: <http://udesobrasciviles.blogspot.com/2009/04/pavimentos-articulados.html>.

(6).- Eddy H, Pavimento Semi rígido, 2011 [seriado en línea] 2011 [citado 2016 Abril 09], disponible en: <http://notasdepavimentos.blogspot.com/2011/04/pavimentos-semi-rigidos.html>

- (7) Piñero J. Red Vial Montevideo. Skyscrapercity.com. [Seriada en línea] 2007 [Citado 2013 ene 27]; [172 páginas]. Disponible en:  
<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=425345&page=4>.
- (8) Velásquez A. Acera y la calle de una zona en un hermoso barrio residencial moderno.123RF. [Seriada en línea] 2011 [Citado 2013 jul 31]; [1 página]. Disponible en:  
[http://es.123rf.com/photo\\_9272460\\_cumming-ga-estados-unidos-abril-7-2011-acera-y-lacalle-de-una-zona-en-cumming-ga-un-hermoso-barrio-.html](http://es.123rf.com/photo_9272460_cumming-ga-estados-unidos-abril-7-2011-acera-y-lacalle-de-una-zona-en-cumming-ga-un-hermoso-barrio-.html)
- (9).- J Morales. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo-Piura Peru. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil], Piura, Perú; Universidad de Piura 2005.  
[http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1343/ICI\\_129.pdf?](http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1343/ICI_129.pdf?)
- (10).- Espinoza T, Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura”, [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil] Piura, Peru- Universidad Católica los Angeles de Chimbote 2010.  
**<https://es.scribd.com/doc/103596390/Patologia-pavimentos>**
- (11). Huaman N, (2011), La Deformación permanente de mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el peru.  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/819/1/huaman\\_gn.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/819/1/huaman_gn.pdf)
- (12).- Montejo, A. (2006) Ingeniería de pavimentos, fundamentos, estudios básico y diseño. Universidad ( III ed.), Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
- (13).- Centeno, O. Pavimentos rígidos. 2010.  
<http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/>.
- (14) Brassesco J. Pintamos aceras mientras Chile estreno 200 obras bicentenarias. Notidario de Oscar [Seriada en línea] 2010 [citada 2013 feb 27]; [1 página]. Disponible en:  
<http://notidiariooscar.blogspot.com/2010/04/pintamos-aceras-mientras-chile-estreno.html>
- (15) Reglamento Nacional de Edificaciones. Diseño de Vías. 3 ed. Lima: Megabyte S.A.C.; 2013.
- (16) Montejo, A. Pavimentos, constitución y conceptos generales. Bogotá: AGORA; 2002.
- (17) Espinoza, T. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de

Piura [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2010.

(18) *Norma ASTM*. Índice de Condición de Pavimentos en Aeropuertos. *Lima*:

Grupo Editorial Megabyte.

(19) Tolano H. Tipos de deterioros en pavimentos rígidos. Slideshare [Seriada en línea] 2012 [Citado 2013 Ago 19]; 2-12. Disponible desde: <http://www.slideshare.net/>

(20) Chávez, I. Estudios definitivos de ingeniería para la evaluación de pavimentos económicos de carreteras de bajo tráfico de la red vial nacional – proyecto piloto carretera Patahuasi – Yauri – Sicuani. Tramo: Yauri – San Genaro L = 11.36 km - distrito de Yauri, la provincia de Espinar, departamento de Cusco, Mayo - 2005 [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil]. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad; 2005.

## **ANEXOS**

### **PLANO DE UBICACION**

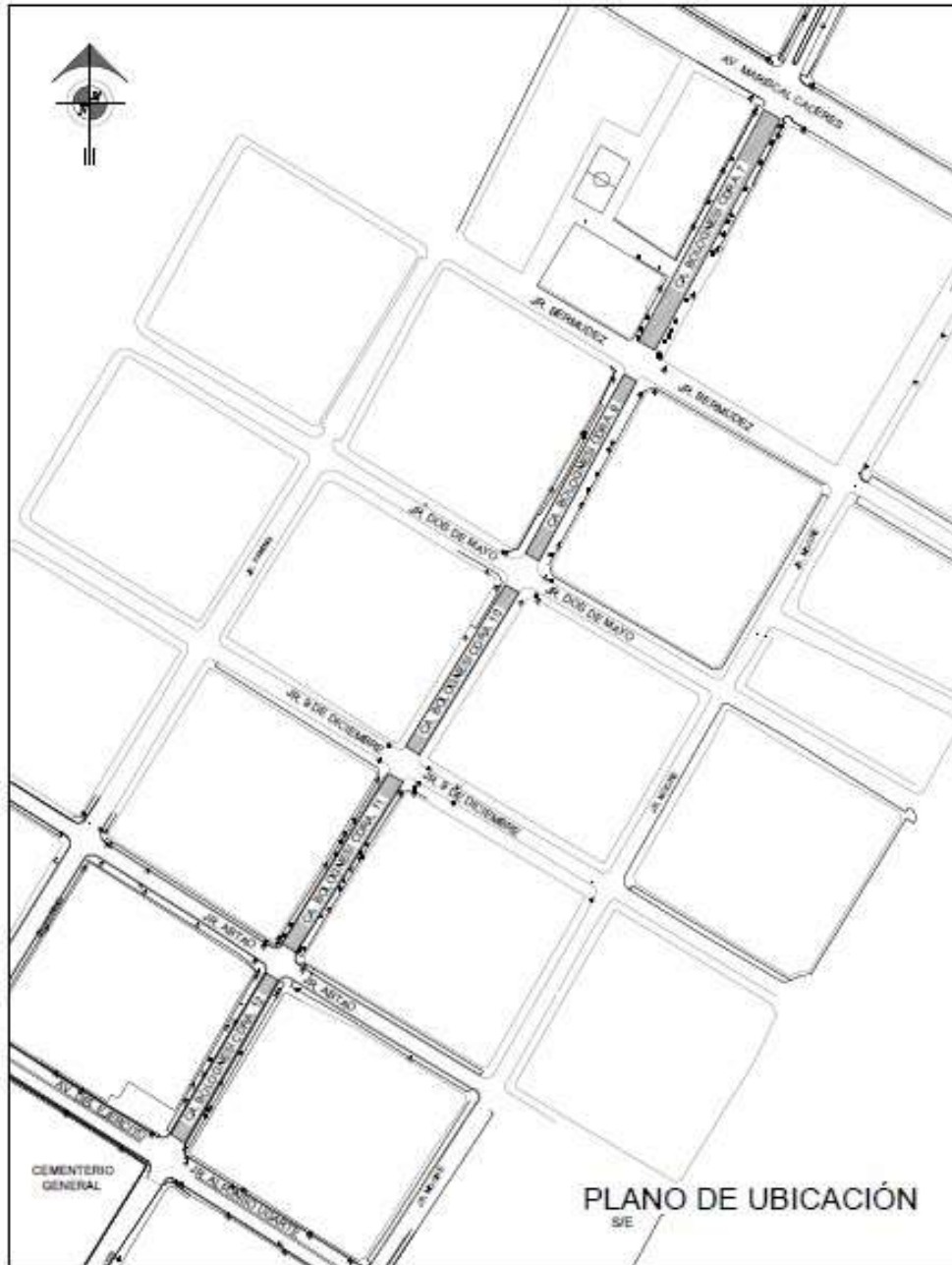


Figura 53. Plano de ubicación Ca. Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12

## PANEL FOTOGRAFICO DEL AREA DE ESTUDIO



Figura 54, Vista Satelital Del Área De Estudio, Ca. Bolognesi cuadras 7, 9, 10, 11 y 12



Figura 55, Vista panorámica de la Ca. Bolognesi /Jr. Bermúdez



Figura 56, Vista del pavimento de concreto con presencia de grieta lineal y desconchamiento



Figura 57, Vista del pavimento de concreto con presencia de grieta lineal





Figura 58, Vista de falla de Parqueo Grande



Figura 59, Vista de falla de Desconchamiento UM-03



Figura 60, Vista de falla de Desconchamiento UM-05



Figura 61, Vista de falla de Desconchamiento UM-01